Nieuwe Sluis

TERNEUZEN

Aanvulling 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

Aanvulling deelrapport MER water

Datum

22 september 2015

Status

Definitief

Rapportnummer

VNZT-R-404-3

Inhoudsopgave

1 Inleiding 7

2 Kaders en varianten MER 8
2.1 Wettelijke en bestuurlijke kaders 8
2.2 Uitgangspunten en varianten MER 8
2.3 Uitgangspunten voor de MER- aanvulling 11

3 Maatregelen om aan de KRW te voldoen 12
3.1 Nadere analyse chloride 12
3.2 Conclusies analyse zoutbezwaar 15
3.3 Voorbereidende maatregelen voor de toekomst 15
3.3.1 No-regret maatregelen 15
3.3.2 Monitoring 17

4 Stremmingen als gevolg van waterbeheer 19
4.1 Wijzigingen model en uitgangspunten 19
4.2 Wateroverschot 19
4.3 Watertekort 20
4.4 Resultaten 20

5 Wat betekenen de uitkomsten voor het MER 23
5.1 Chloride 23
5.2 Stremmingen als gevolg van waterbeheer 23

Bijlage 1 Wijzigingen kanaaldebiet door klimaatverandering 24

Bijlage 2 Aanvullend onderzoek toetsing VKV aan KRW 27

1 Inleiding

In dit rapport is een aanvulling van het MER opgenomen voor het onderdeel oppervlaktewater. De aanvulling betreft een nadere detaillering van het onderzoek naar de effecten van de Nieuwe Sluis en de mogelijke maatregelen voor het beperken van effecten op chloride en peilbeheer.

Het doel van de onderbouwing is richting het gebruik van de sluis een gedetailleerder beeld te geven hoe vaak stremmingen ten gevolge van waterbeheer te verwachten zijn. Onder stremmingen verstaan we het niet beschikbaar zijn van één of meerdere sluizen voor het schutproces. Stremmingen zijn niet alleen in beeld gebracht voor 2030, het zichtjaar voor het MER, maar ook voor 2040, het jaar waarvoor het doelbereik in beeld wordt gebracht.

In het MER van april 2015 (VNZT-R-145-9) zijn de stremmingen als gevolg van waterbeheer gerapporteerd. Hierin zijn alleen stremmingen ten gevolge van peilbeheer bij wateroverschot en watertekort opgenomen. Niet beoordeeld is of het voldoen aan de KRW-doelstelling voor chloride zou leiden tot stremmingen. Dit zou een onderschatting van de stremmingen voor waterbeheer kunnen betekenen. De verwachting was dat stremmingen voor peilbeheer een overschatting bedroegen, omdat op dagbasis was bepaald of er sprake is van stremming en er geen rekening mee werd gehouden dat stremmingen vaak slechts een deel van een dag duren.

De aanvulling geeft tevens antwoord op de vraag van de Commissie voor de m.e.r. de effectiviteit en inzetbaarheid van de vijf maatregelen om aan de KRW-doelstelling voor chloride te voldoen nader te onderbouwen. Hiervoor zijn chloridegehaltes opnieuw berekend met enkele gewijzigde uitgangspunten. Beoordeeld is of maatregelen nodig zijn om aan de KRW te voldoen, of maatregelen op korte termijn nodig zijn en welke maatregelen op langere termijn inzetbaar zijn. Daarbij is ook de rol van monitoring beschreven.

2 Kaders en varianten MER

2.1 Wettelijke en bestuurlijke kaders

Het project Nieuwe Sluis Terneuzen moet voldoen aan de geldende wettelijke en bestuurlijke kaders. Voor waterbeheer zijn de volgende kaders relevant:
- De KRW doelstelling voor chloride in Kanaal Gent - Terneuzen
- Het vastgestelde streefpeil voor Kanaal Gent - Terneuzen

In het Ontwerp Tracébestluit voor de Nieuwe Sluis Terneuzen wordt getoetst aan de KRW-doelstelling. De belangrijkste parameter waar de Nieuwe Sluis effect op heeft is chloride. De KRW doelstelling voor chloride betreft het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) van 300-3000 mg/l. Deze doelstelling wordt getoetst op het driejarig[1] zomergemiddeld chloridegehalte, gemeten 1 meter onder het wateroppervlak bij KGTS Sas van Gent (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 2012. Brondocument waterlichaam Kanaal Gent-Terneuzen, Doelen en maatregelen rijkswateren. Update 2012.)

Het vastgestelde streefpeil voor Kanaal Gent-Terneuzen bedraagt NAP +2,13 m. Een afwijking van maximaal plus of min 0,25 m is toegestaan. Dit houdt in dat het peil niet lager mag zijn dan NAP +1,88 m en niet hoger dan NAP +2,38 m (Verdrag tussen het Koninkrijk België en het Koninkrijk der Nederlanden betreffende de verbetering van het kanaal van Terneuzen naar Gent en de regeling van enige daarmee verband houdende aangelegenheden, 1960).

2.2 Uitgangspunten en varianten MER

De Nota Reikwijdte en Detailniveau (VNZT-R-020-5) is vastgesteld op 27 maart 2014. Hierin is beschreven dat effecten op chloride bepaald worden met klimaatscenario W+ en waterbeheer (waterpeilen) met WB21.

In het MER[2] zijn 3 varianten en de voorkeursvariant (VKV) onderzocht, welke t.a.v. het aspect waterbeheer als volgt onderscheidend zijn:

Ontwerpkeuze	**Variant 1**	**Variant 2**	**Variant 3**	**VKV**
Zoet-zout	Bellenscherm bij alle sluiskolken	Bellenscherm bij Nieuwe Sluis	Geen zoet-zoutscheiding	Geen zoet-zoutscheiding. Mitigerende maatregelen uit verklaring van geen bezwaar
Voorkomen	Stremmen	Stremmen	Water inlaten	Stremmen

[1] Nadere specificatie van het MER, waar over het gemiddelde over meerdere jaren wordt gesproken.

[2] Wanneer in deze tekst over het MER gesproken wordt, wordt daarmee het rapport VNZT-R-145-9 van 30 maart 2015 bedoeld

peilonderschreidingen			van Westerschelde	
Spuifunctie	Apart via nieuw spuimiddel	Apart via nieuw spuimiddel	Via de schutsluizen	Via de schutsluizen

Het zoutbezwaar van deze varianten in 2030 is berekend met de volgende uitgangspunten.

- Debiet meetreeks 2000 - 2012 Terneuzen
- Klimaatscenario W+ 2050
- In klimaatscenario W+ neemt het debiet van Kanaal Gent-Terneuzen in de toekomst af. Deze afname van het zomergemiddeld debiet voor Kanaal Gent-Terneuzen in 2050 is afgeleid van de afname van het Maasdebiet door klimaatverandering (zie bijlage 1).
- Scheepvaartaanbod GE2030

Waterstanden zijn berekend met de volgende uitgangspunten:

- Debiet meetreeks 2000 - 2012 Terneuzen
- Klimaatscenario WB21 midden 2050
- Geen afname van het zomergemiddeld debiet voor Kanaal Gent-Terneuzen in 2050 (zie bijlage 1).
- Scheepvaartaanbod GE2030

Volgens het MER voldoet variant 1, met bellenschermen op alle sluizen, aan de KRW-doelstelling voor chloride. Variant 2, met bellenschermen op de Nieuwe Sluis, en variant 3, zonder zoet-zoutscheidingsmaatregelen, voldoen niet. In alle varianten wordt het streefpeil gehandhaafd, dit heeft in de varianten meer of minder stremmingen tot gevolg. Onder stremmingen wordt verstaan het niet beschikbaar zijn van één of meerdere sluizen voor het schutproces. In variant 1 en 2 nemen de stremmingen voor spuien af, vanwege de aanleg van een apart spuimiddel. In variant 3 nemen de stremmingen voor spuien toe, omdat gespuid wordt via de sluizen. In variant 1 en 2 nemen de stremmingen bij watertekort toe. De schutverliezen zijn na aanleg van de Nieuwe Sluis groter en daarom is vaker stremming nodig om het schutverlies te beperken en peilonderschrijdingen te voorkomen. In variant 3 nemen de stremmingen bij watertekort niet toe, omdat Westerscheldewater wordt ingelaten.

De voorkeursvariant is op 19 december 2014 vastgesteld. In de VKV wordt bij wateroverschot gespuid via de sluizen, om peiloverschrijdingen te voorkomen. Dit kan stremmingen van het schutproces tot gevolg hebben. Bij watertekort worden zo nodig sluizen gestremd om de schutverliezen te beperkten en zodoende peilonderschrijdingen te voorkomen. In de VKV zijn een aantal kostenbeperkende maatregelen doorgevoerd, zo is de kolkmaat verkleind t.o.v. de varianten beschreven in het MER. Door de kleinere kolkafmetingen en het beperken van het schutbedrijf om peilonderschrijdingen te voorkomen (in tegenstelling tot variant 3 wordt geen Westerscheldewater ingelaten) stroomt in de voorkeursvariant minder zout water vanuit de Westerschelde binnen. In de VKV zijn geen zoet-zoutscheidingsmaatregelen opgenomen. Om

te garanderen dat in de toekomst aan de KRW-doelstelling voor chloride wordt voldaan zijn wel maatregelen uitgewerkt.

In februari 2015 is een verklaring van geen bezwaar van de waterbeheerder opgesteld voor het ontwerp Tracébesluit, met daarin 5 maatregelen om het chloridegehalte van Kanaal Gent-Terneuzen te laten voldoen aan de KRW-eisen:

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-norm overschreden dreigt te gaan worden, het chioridegehalte 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.

Deze maatregelen zijn opgenomen in het *ontwerp* Tracébesluit. De sluitpost in de maatregelen is stremming van het sluiscomplex.

2.3 Uitgangspunten voor de MER- aanvulling

Om de vraag naar de effectiviteit en inzetbaarheid van de vijf maatregelen om aan de KRW-doelstelling voor chloride te voldoen te kunnen beantwoorden, zijn chloridegehaltes als gevolg van de Nieuwe Sluis en als gevolg van klimaatverandering gedetailleerder bepaald. In hoofdstuk 3 wordt beoordeeld of maatregelen nodig zijn om aan de KRW te voldoen.

Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd. Verdere toelichting volgt in hoofdstuk 3.

Het zoutbezwaar van deze varianten in 2030, 2040 en 2050 is berekend met de volgende uitgangspunten.

- Debiet meetreeks 2000 - 2012 Terneuzen
- Klimaatscenario W+ 2050, lineair geïnterpoleerd om het klimaatscenario voor 2030 en 2040 te bepalen.
- In klimaatscenario W+ neemt het debiet van Kanaal Gent-Terneuzen in de toekomst af. Deze afname van het zomergemiddeld debiet voor Kanaal Gent-Terneuzen in 2050 is afgeleid van de afname van het Maasdebiet door klimaatverandering (zie bijlage 1).
- Scheepvaartaanbod GE2030

3 Maatregelen om aan de KRW te voldoen

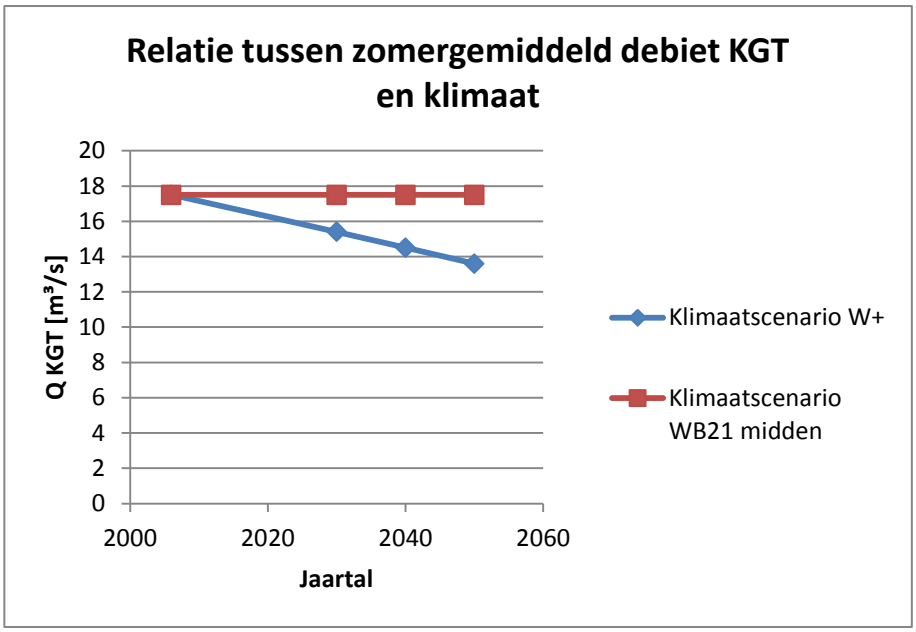
3.1 Nadere analyse chloride

Ten opzichte van het MER is de analyse van de chloridegehaltes sterk gedetaillerd. In het MER is een sterke worst case aanpak gebruikt. In het MER is het chloridegehalte bepaald met klimaatscenario W+ voor het jaar **2050**, als representatief gesteld voor de effecten in het jaar **2030**. In het klimaatscenario W+ neemt het zomergemiddeld debiet van Kanaal Gent-Terneuzen (Q KGT) af (Figuur 1), waardoor het Chloridegehalte toeneemt, ook zonder de aanleg van de Nieuwe Sluis Terneuzen. In bijlage 1 is toegelicht hoe het zomergemiddeld debiet na klimaatverandering is bepaald.

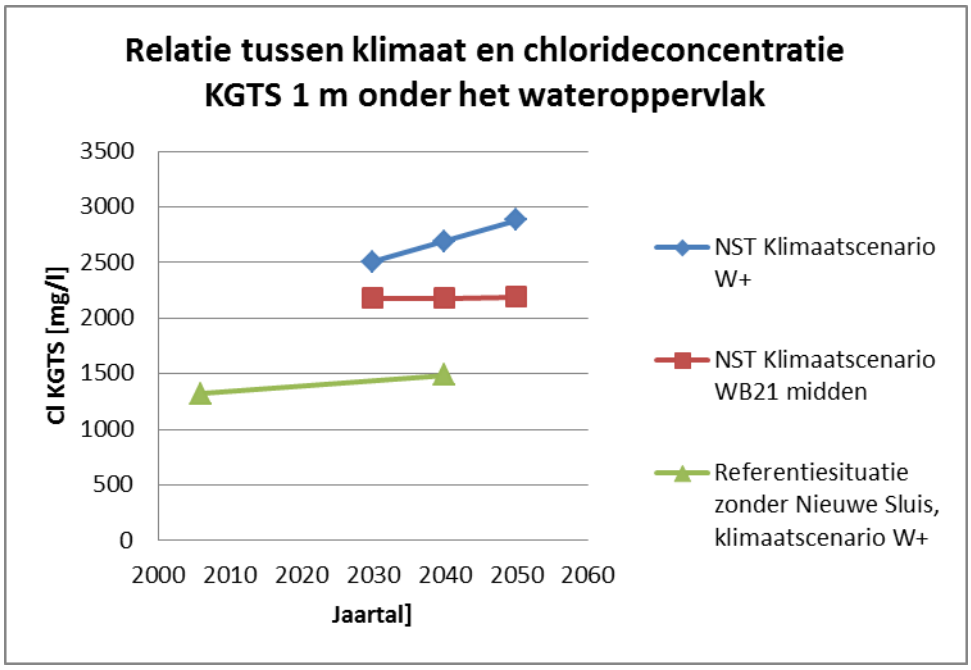
In mei en juni 2015 zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd voor de VKV zonder mitigerende maatregelen, om de effecten van klimaat aanvullend in beeld te brengen. De effecten van de maatregelen uit de verklaring van geen bezwaar zijn in eerste instantie niet meegenomen, om eerst te bepalen of de chloridegehaltes in 2030 aanleiding geven om maatregelen te treffen. Zowel het klimaatscenario W+ als het klimaatscenario WB21 midden zijn doorgerekend. Ook was gedetailleerde informatie beschikbaar waardoor ook de effecten voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050 (Figuur 2), door lineaire interpolatie van de klimaatscenario's tot 2050 bepaald kunnen worden. De chloridegehaltes zijn ook in tabelvorm gepresenteerd (Tabel 1). Deze aanpak geeft meer inzicht in het effect van het debiet op het kanaal en meer realistisch inzicht in de effecten voor 2030.

Tabel 1 Zomergemiddeld debiet (Q [m³/s]) Kanaal Gent-Terneuzen in het KRW-zomerhalfjaar van 1 april – 1 oktober en chlorideconcentratie (Cl [mg/l]) bij KRW-meetpunt KGTS, 1 meter onder het wateroppervlak bij gemiddeld zomerdebiet

	2030		2040		2050	
	Q	Cl	Q	Cl	Q	Cl
AO Klimaatscenario W+			14,5	1490		
Nieuwe Sluis Terneuzen Klimaatscenario W+	15,4	2510	14,5	2690	13,6	2880
Nieuwe Sluis Terneuzen Klimaatscenario WB21	17,5	2180	17,5	2180	17,5	2190
Nieuwe Sluis Terneuzen Klimaatscenario W+, toename minimale afvoer gemiddeld over 2 maanden met 5 m³/s			16,8	2290		



Figuur 1 De gevolgen van de klimaatscenario's W+ en WB21 midden voor het zomergemiddeld debiet op Kanaal Gent-Terneuzen



Figuur 2 Gevolgen van klimaatscenario's W+ en WB21 midden voor het chloridegehalte van Kanaal Gent-Terneuzen, ter plaatse van het KRW-meetpunt KGTS

Uit de figuren blijkt dat er een sterke relatie is tussen het debiet op Kanaal Gent-Terneuzen en het chloridegehalte. Bij een afname van het debiet neemt het chloridegehalte toe. Dit effect wordt versterkt na aanleg van de Nieuwe Sluis door de grotere schutverliezen van de nieuwe kolk. De verandering van de instroom van Westerscheldewater tijdens het schutproces door zeespiegelstijging is een veel minder bepalende factor. Bij gelijkblijvend debiet in klimaatscenario WB21 midden neemt het chloridegehalte in de toekomst slechts zeer licht toe als gevolg van toenemende instroom van Westerscheldewater door zeespiegelstijging.

In Figuur 2 is te zien dat de chloridegehaltes na aanleg van de Nieuwe Sluis hoger zijn dan in de referentiesituatie zonder aanleg van de Nieuwe Sluis. Na aanleg van de Nieuwe Sluis zal voor de periode tot en met 2050 het chloridegehalte in het zomerhalfjaar gemiddeld voldoen aan de KRW doelstelling. In individuele jaren kunnen de chlorideconcentraties hoger of lager zijn dan in Figuur 2 weergegeven en zijn in individuele zomers overschrijdingen van het zomergemiddelde chloridegehalte van 3000 mg/l niet uit te sluiten.

Omdat de KRW getoetst wordt zomergemiddeld over 3 jaar worden de waarden van individuele zomers uitgemiddeld en zijn naar verwachting tot 2050 geen maatregelen in het operationeel concept nodig om aan de KRW te voldoen.
In de huidige situatie is de minimale aanvoer vanuit Vlaanderen gemiddeld over 2 maanden 8 m^3/s. Door klimaatverandering neemt dit aanvoerdebiet in de toekomst naar verwachting af. Wanneer de aanvoer 5 m^3/s hoger zou zijn dan in de huidige situatie wordt nog ruimer aan de KRW voldaan dan in figuur 2 voorspeld.

3.2 Conclusies analyse zoutbezwaar

Op basis van de nadere analyse van chloride zijn de volgende conclusies getrokken:

- Bestuurlijk juridisch is het voldoen aan de KRW een harde eis.
- Uit Figuur 1 en Figuur 2 blijkt dat de Nieuwe Sluis leidt tot een hoger chloridegehalte in het kanaal in 2030.
- Uit Figuur 1 en Figuur 2 blijkt dat het kanaaldebiet een belangrijke bepalende factor is voor de ontwikkeling van het chloridegehalte in de periode na in gebruik name van de sluis. Met de berekeningen voor de klimaatscenario's W+ en WB21 midden is de bandbreedte van het effect van debietverandering op het chloridegehalte in beeld gebracht.
- Dit zoetwaterdebiet is afhankelijk van exogene factoren, zoals de mate van klimaatverandering en van afvoer vanuit het achterland.
- Zeespiegelstijging heeft een verwaarloosbaar effect op het chloridegehalte in het kanaal.
- Tot en met 2050 blijft het zoutbezwaar (van de VKV) langjarig gemiddeld naar verwachting binnen de KRW norm, ook wanneer door klimaatverandering het zomergemiddeld debiet op Kanaal Gent-Terneuzen afneemt. Het langjarig zomergemiddelde chloridegehalte in 2050 bij klimaatscenario W+ is berekend op 2880 mg/l en bij klimaatscenario WB21 midden op 2190 mg/l.
- De berekende chloridegehaltes zijn indicatief en betreffen een langjarig gemiddelde. De meetreeks 2000 - 2012 laat zien dat de verschillen tussen individuele jaren groot zijn.
- In individuele jaren kan het chloridegehalte hoger zijn dan de KRW-doelstelling van 3000 mg/l.
- De berekende chloridegehaltes gaan er vanuit dat enkel het klimaat verandert en niet het waterbeheer, met uitzondering van de berekening met een minimaal debiet van 13 m^3/s gemiddeld over 2 maanden.
- Daarom is monitoring van debiet en chloridegehalte essentieel. Daadwerkelijke toekomstige chloridegehaltes zullen uit monitoring moeten blijken.

3.3 Voorbereidende maatregelen voor de toekomst

3.3.1 No-regret maatregelen

Maatregel 3 uit de verklaring van geen bezwaar betreft een budgetvoorziening voor (onderzoek naar) maatregelen op de sluis om zoutindringing tegen te gaan. Deze maatregel is door de expertgroep zoet-zout van het projectteam Nieuwe Sluis Terneuzen verder uitgewerkt. Op basis van een analyse van verschillende mogelijke maatregelen heeftde expertgroep twee kansrijke maatregelen geformuleerd, die kunnen worden ingezet als de noodzaak hiervoor uit monitoring blijkt. De maatregelen zijn:

- tijdelijke drempel
- bellenscherm

Aanpassing van de binnenvoorhaven, waardoor het meest zoute water uit de sluiskolk in een zoutvang kan worden opgevangen en terug gespuid richting Westerschelde, is niet effectief gebleken, omdat het beschikbare kanaaldebiet in droge perioden te laag is om het zout terug te spuien. Juist in droge perioden is het zoutbezwaar het grootst en moet een maatregel dus effectief zijn.

Voor de twee kansrijke maatregelen is afgewogen of no-regret maatregelen getroffen moeten worden. Met no-regret maatregelen worden de maatregelen bedoeld die bij de aanleg van de sluis genomen kunnen worden als voorbereiding voor de toekomst. De conclusie van de afweging is:

- De tijdelijke drempel is effectief (15 % reductie van het zoutbezwaar) tegen de laagste kosten. In het ontwerp van de Nieuwe Sluis Terneuzen worden nu maatregelen getroffen, zodat de tijdelijke drempel aangebracht kan worden als in de toekomst uit monitoring hiervoor de noodzaak blijkt. Een drempel is daarmee nu geen onderdeel van de VKV.
- Een bellenscherm is effectief (25 – 38%) tegen veel hogere kosten dan de tijdelijke drempel. No regret maatregelen voor een bellenscherm worden daarom niet getroffen. Hierbij is rekening gehouden met het feit dat de technologie op dit vlak nog snel aan het evolueren is (zeker in de tijdspannes van de duur van de realisatiefase) en via onder meer lopende pilotprojecten wordt uitgewerkt. Indien uit de monitoring blijkt dat bijkomende maatregelen nodig zijn, kan in een later stadium nog steeds de beslissing genomen worden om een bellenscherm te installeren.

In het licht van de nadere analyse voor chloride zijn naar verwachting tot en met 2050 geen zoet-zoutscheidingsmaatregelen nodig om aan de KRW-doelstelling te voldoen.

Met de no-regret maatregel voor een zoutdrempel wordt aan punt 3 uit de verklaring van geen bezwaar invulling gegeven. Indien uit monitoring blijkt dat toch zoutbeperkende maatregelen gewenst zijn, ondanks dat dit nu niet verwacht wordt, kan een zoutdrempel eenvoudig geplaatst worden, doordat daarvoor bij de bouw van de sluis no-regret maatregelen worden getroffen. Met punt 5 (aanpassen van de waterafvoer bij het Canisvliet) wordt eventuele schade aan de ecologie voorkomen en daarmee een vergunbaar plan in het kader van de Natuurbeschermingswet verkregen.

De andere punten van de Verklaring van geen bezwaar en eventuele andere inzichten worden opgenomen in het Monitoringprogramma, zodat tijdig geanticipeerd kan worden op de ontwikkelingen om in de toekomst aan de KRW te voldoen.

Het besluit om een no-regret maatregel te treffen voor een zoutdrempel, maar op dit moment nog geen zoet-zoutscheidingsmaatregelen te realiseren is gebaseerd op het meest waarschijnlijke scenario, dat op enig moment de KRW norm

overschreden zal worden. Uit de meest recente berekeningen is gebleken dat dit moment naar verwachting pas na 2050 zal optreden. Uit monitoring moet blijken op welk moment dat is, zodat op dat moment de benodigde maatregelen kunnen worden afgewogen. Met dit besluit worden geen zinvolle maatregelen onmogelijk gemaakt. Op korte termijn zijn de wateraanvoer vanuit Vlaanderen en het operationeel beheer van het sluizencomplex de sturende factoren voor het chloridegehalte van Kanaal Gent-Terneuzen, met als uiterste consequentie dat gestremd moet worden om aan de KRW-norm te voldoen.

3.3.2 Monitoring

In de studie naar zoutbezwaar is gebleken dat het kanaaldebiet een belangrijke bepalende factor is voor het chloridegehalte. Met de berekeningen voor de klimaatscenario's W+ en WB21 midden is de bandbreedte van effecten op chloridegehalte in beeld gebracht. Hierbij is er vanuit gegaan dat het waterbeheer in de toekomst gelijk blijft. Gezien de op modelresultaten gebaseerde verwachting dat bij afvoeren volgens klimaatscenario W+ met het vigerend operationeel concept tot en met 2050 wordt voldaan aan de KRW norm, is er tijd voor monitoren en het voorbereiden en uitvoeren van eventuele vervolgmaatregelen.

De externe werkgroep schutten, spuien en verzilting werkt de monitoring uit en bepaalt bij welke omstandigheden maatregelen getroffen moeten worden.

Uit monitoring moet de actuele situatie blijken. Ten behoeve van operationele sturing en KRW-rapportages moeten in ieder geval de volgende parameters gemeten worden:

- debiet Kanaal Gent-Terneuzen
- waterstand Kanaal Gent-Terneuzen en in de sluizen
- chloridegehalte (zowel voor het verder verfijnen van de voorspellende modellen als voor de opvolging van de KRW norm)
- Schuifhoogtemetingen
- Status roldeuren
- Windkracht en windrichting
- Afhankelijk van de getroffen maatregelen om de maatregelen om zoutindringing te beperken: bijkomende parameters om de effectiviteit te testen

Daarnaast moet uitgewerkt worden hoe gegevens uit operationele monitoring worden ingezet op het schutbedrijf te optimaliseren en hoe daarin wordt gestuurd op het voldoen aan de KRW-norm.

Ook moeten procedureafspraken gemaakt worden wanneer aanvullende zoutbeperkende maatregelen overwogen zullen worden. Aanleiding kan zijn dat uit monitoring blijkt dat niet aan de KRW wordt voldaan of dat optimalisatie van het schutbedrijf om aan de KRW te voldoend teveel beperkingen (stremming) oplevert voor de scheepvaart.

Op basis van de meetresultaten, gecombineerd met de gegevens van voorgaande jaren kan worden nagegaan of in een zomerhalfjaar naar verwachting maatregelen nodig zijn om zoutindringing te beperken. De beschikbare meetreeksen kunnen ook gebruikt worden om eventuele verdere maatregelen af te wegen zoals drempel, bellenscherm, aanpassing zoet waterdebiet, aanpassen operationeel concept etc.

4 Stremmingen als gevolg van waterbeheer

4.1 Wijzigingen model en uitgangspunten

Stremmingspercentages ten gevolge van wateroverschot en watertekort zijn in het Deelrapport MER Water (VNZT-127-7) gerapporteerd. Onder stremmingen wordt verstaan het niet beschikbaar zijn van één of meerdere sluizen voor het schutproces. Het model waarmee de stremmingspercentages zijn berekend is verfijnd. In het model dat gebruikt is voor het MER deelrapport is gerekend met tijdstappen van 1 dag. In het verfijnde model is gerekend met tijdstappen van 10 minuten.
Ook heeft een wijziging plaatsgevonden in het uitgangspunt voor het te hanteren klimaatscenario. In het MER werd verondersteld dat de stremmingen bij wateroverschot ten gevolge van spuien maatgevend zouden zijn. De benadering met klimaatscenario WB21 midden is in dat geval de worst-case benadering. Dit klimaatscenario gaat uit van zeespiegelstijging en verhoging van de waterafvoer in de winter met 11% in 2050. Uit het verfijnde model is echter gebleken dat de stremmingen bij watertekort maatgevend zijn. Voor deze situatie is klimaatscenario WB21 midden niet de worst-case, omdat kanaaldebieten in de toekomst niet afnemen. Daarom is voor de nadere analyse van stremmingen besloten klimaatscenario W+ te hanteren. Dit is de worst-case benadering.

De stremmingen zijn berekend voor 2030, het zichtjaar van de MER, en voor 2040, het jaar voor toetsing van het doelbereik. De wijze waarop stremmingen voor wateroverschot en watertekort met het model zijn bepaald, is hieronder beschreven.

4.2 Wateroverschot

Spuien vindt in het model plaats op de momenten rondom laagwater met het hoogste verval en het grootste spuidebiet. Een sluis die aan het spuien is, kan niet gebruikt worden voor de scheepvaart. Dit wordt als stremming voor wateroverschot geregistreerd in het (waterbeheer)model. Voor stremmen bij wateroverschot wordt als eerste de Westsluis gestremd. Als dit niet voldoende is, worden vervolgens de Oostsluis en als laatste de Nieuwe Sluis gestremd. De capaciteit van de eerste sluis wordt helemaal gebruikt voordat een volgende sluis bij-gestremd wordt. Per sluis wordt steeds de kortste periode per dag gebruikt (bepaald op 10 minuten basis) die voldoende spuicapaciteit geeft. Bij peiloverschrijding wordt direct gestremd om te spuien vanwege het risico op overstroming. Bij deze aanpak is het percentage overschrijdingen van het maximale peil van NAP +2,38 m verwaarloosbaar.

4.3 Watertekort

Als de minimale waterstand van een dag onder het gewenste minimum waterpeil dreigt te komen worden de sluizen gestremd (beginnend met de periodes rondom laagwater) om het schutverlies te verkleinen. Ook deze stremming wordt in het model geregistreerd. Bij watertekort wordt als eerste de Nieuwe Sluis gestremd en vervolgens zo nodig de Oostsluis en de Westsluis. Eerst wordt het schutverlies van één sluis teruggebracht naar nul, voordat een volgende sluis bij-gestremd wordt. Het schutverlies in het model is afhankelijk van het waterstandsverschil tussen de Westerschelde en het Kanaal Gent Terneuzen. Dus ook bij te weinig aanvoer van water op het Kanaal Gent Terneuzen is meestal rondom hoogwater nog wel te schutten met weinig of geen schutverlies. Per sluis wordt steeds de kortste periode per dag gebruikt (bepaald op 10 minuten basis) die voldoende beperking van het schutverlies oplevert. Stremmen voor watertekort heeft geen risico op te veel onderschrijding omdat het schutverlies, modelmatig gezien, volledig naar nul kan worden teruggebracht door alle sluizen te stremmen in het model. Daarom stremt het model voor watertekort pas bij een peil van NAP+1.89 m (1 cm boven de grens). In de werkelijkheid zal altijd lekverlies optreden. Dat is een verschil met de gemodelleerde situatie.

4.4 Resultaten

De berekeningen met het gewijzigde model en het gewijzigde uitgangspunt voor klimaatverandering hebben geleid tot een bijstelling van de stremmingspercentages en stremmingsuren voor wateroverschot en watertekort. In Tabel 4.1 tot en met Tabel 4.3 zijn de uitkomsten van de stremming als jaargemiddeld percentage van de tijd weergegeven. In Tabel 4.4 tot en met Tabel 4.6 zijn de uitkomsten van de stremming als uren per jaar weergegeven.

Tabel 4.1: Stremming door wateroverschot als jaargemiddeld percentage van de tijd

			Stremming door wateroverschot			
Klimaat	**Schutting**	**Variant**	**Middensluis**	**Oostsluis**	**Westsluis**	**Nieuwe Sluis Terneuzen**
huidig	huidig	huidig	2.1%	0.0%	0.5%	-
W+ 2030	AO2030	huidig	2.4%	0.1%	0.6%	-
W+ 2040	AO2030	huidig	2.5%	0.1%	0.7%	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	0.3%	3.1%	0.0%
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.3%	3.1%	0.0%
W+ 2040	GE2030	VKV	-	0.4%	3.2%	0.0%
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.4%	3.2%	0.0%

Tabel 4.2: Stremming door watertekort als jaargemiddeld percentage van de tijd

			Stremming door watertekort			
Klimaat	Schutting	Variant	Middensluis	Oostsluis	Westsluis	Nieuwe Sluis Terneuzen
huidig	huidig	huidig	0.0%	0.0%	0.0%	-
W+ 2030	AO2030	huidig	0.0%	0.0%	0.0%	-
W+ 2040	AO2030	huidig	0.0%	0.0%	0.0%	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	2.3%	0.7%	4.3%
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.0%	0.0%	0.1%
W+ 2040	GE2030	VKV	-	2.6%	0.8%	4.7%
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.0%	0.0%	0.1%

Tabel 4.3: Totale stremming als jaargemiddeld percentage van de tijd

			Stremming door wateroverschot en watertekort			
Klimaat	Schutting	Variant	Middensluis	Oostsluis	Westsluis	Nieuwe Sluis Terneuzen
huidig	huidig	huidig	2.1%	0.0%	0.5%	-
W+ 2030	AO2030	huidig	2.4%	0.1%	0.6%	-
W+ 2040	AO2030	huidig	2.5%	0.1%	0.7%	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	2.6%	3.8%	4.3%
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.4%	3.1%	0.2%
W+ 2040	GE2030	VKV	-	3.0%	3.9%	4.8%
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.4%	3.2%	0.1%

Tabel 4.4: Stremming door wateroverschot in uren per jaar

			Stremming door water overschot			
Klimaat	Schutting	Variant	Middensluis	Oostsluis	Westsluis	Nieuwe Sluis Terneuzen
huidig	huidig	huidig	188	3	46	-
W+ 2030	AO2030	huidig	209	7	57	-
W+ 2040	AO2030	huidig	216	10	61	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	29	276	3
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	29	276	3
W+ 2040	GE2030	VKV	-	32	276	4
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	32	276	4

Tabel 4.5: Stremming door watertekort in uren per jaar

Klimaat	Schutting	Variant	Stremming door water tekort			
			Middensluis	Oostsluis	Westsluis	Nieuwe Sluis Terneuzen
huidig	huidig	huidig	0	0	0	-
W+ 2030	AO2030	huidig	0	0	0	-
W+ 2040	AO2030	huidig	0	0	0	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	200	62	377
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	4	0	12
W+ 2040	GE2030	VKV	-	231	70	414
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0	0	7

Tabel 4.6: Totale stremming in uren per jaar

Klimaat	Schutting	Variant	Stremming door wateroverschot en watertekort			
			Middensluis	Oostsluis	Westsluis	Nieuwe Sluis Terneuzen
huidig	huidig	huidig	188	3	46	-
W+ 2030	AO2030	huidig	209	7	57	-
W+ 2040	AO2030	huidig	216	10	61	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	228	337	379
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	33	276	14
W+ 2040	GE2030	VKV	-	263	346	417
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	32	276	10

Omdat langjarig gemiddeld wordt voldaan aan de de KRW-doelstelling voor chloride, zijn tot en met 2050 geen maatregelen in het operationeel concept (stremmingen) nodig om zoutindringing te beperken.
De berekende stremmingspercentages ten behoeve van peilbeheer bij wateroverschot en watertekort betreffen een langjarig gemiddelde. In individuele jaren kunnen de percentages hoger of lager zijn. De percentages zijn gerapporteerd per jaar. De stremmingen voor wateroverschot zullen vooral voorkomen in het winterhalfjaar en de stremmingen voor watertekort vooral in het zomerhalfjaar.

5 Wat betekenen de uitkomsten voor het MER

5.1 Chloride

De nieuwe modelberekeningen voor chloride hebben aangetoond dat naar verwachting tot 2050 geen maatregelen nodig zijn om aan de KRW-doelstelling voor chloride te voldoen. Dit is een afwijking van het MER (VNZT-R-145-9, §15.4.4). De beoordeling op het punt verzilting verandert niet in het MER.

De vijf maatregelen die in de voorkeursvariant zijn opgenomen om aan de KRW te voldoen hoeven hoeven op basis van de modelberekeningtot na 2030, het zichtjaar van de MER, niet ingezet te worden. Klimaatverandering en het toekomstige waterbeheer kennen echter onzekerheden. Daarom wordt in de opleveringstoets bij het TB een monitoringsverplichting opgenomen waarmee het theoretisch model dat voor het MER is gebruikt kan worden getoetst aan de praktijk. Als uit de opleveringstoets blijkt dat het theoretisch model een onderschatting van de zoutconcentraties geeft, en dat overschrijding van de normen in 2030 mogelijk aan de orde is, worden maatregelen genomen. Deze maatregelen bestaan uit de aanleg van een tijdelijke drempel en de optimalisatie van het schutbedrijf.

Het ontwerp van de Nieuwe Sluis is zodanig dat op termijn relatief eenvoudig een drempel aangelegd kan worden om de indringing van zout te verminderen. Een drempel reduceert het zoutbezwaar met 15%.

5.2 Stremmingen als gevolg van waterbeheer

De stremmingspercentages en stremmingsuren zijn bijgesteld ten opzichte van het MER. De nieuwe berekeningen geven meer zekerheid, omdat het gebruikte model is gedetailleerd. De getallen blijven echter een effectvoorspelling. Daadwerkelijke stremmingspercentages zijn afhankelijk van weersomstandigheden en waterbeheer. Met het operationeel beheer van het sluizencomplex zal zo goed mogelijk met deze factoren rekening worden gehouden. Een voorbeeld is dat bij lage kanaalafvoeren niet met halfvolle kolken wordt geschut om het schutverlies op dagbasis te beperken.

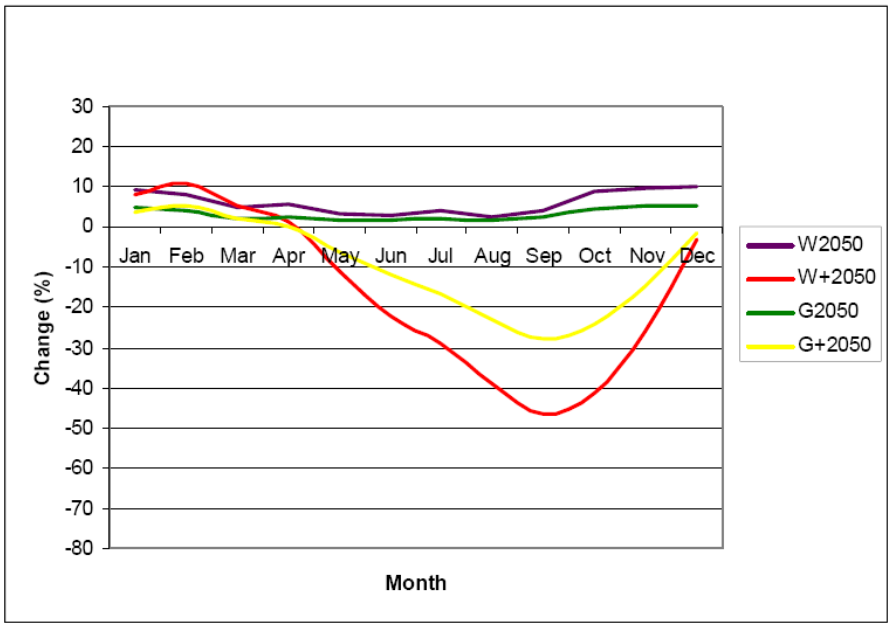
Bijlage 1 Wijzigingen kanaaldebiet door klimaatverandering

Voor het debiet van Kanaal Gent-Terneuzen is uitgegaan van een realistische debietreeks (meetreeks 2000 - 2012). In deze bijlage is toegelicht hoe deze meetreeks op basis van klimaatscenario's is omgezet naar toekomstige zomer- en winterdebieten. Deze bijlage betreft een nadere onderbouwing van gehanteerde uitgangspunten paragraaf3.1.

Afname zomergemiddeld debiet bij klimaatscenario W+
Voor de studie naar chloridegehaltes van Kanaal Gent-Terneuzen is het W+ scenario gehanteerd. De afname van het zomergemiddeld debiet voor Kanaal Gent-Terneuzen door klimaatverandering in 2050 is afgeleid van de afname van het Maasdebiet door klimaatverandering. In deze bijlage is toegelicht hoe deze afleiding heeft plaatsgevonden. De Maas is een regenwaterrivier en ook het aanvoer naar Kanaal Gent-Terneuzen is regenwater gedomineerd.

Deltares heeft ten behoeve van het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) toekomstige afvoeren afgeleid voor zowel de grote rivieren als kleine rivieren en buitenlandse afvoeren (Deltares, 2013). Deltascenario's 2012 NHI modelinvoer, Technische achtergrondrapportage). De buitenlandse aanvoer van Zeeuws Vlaanderen is voor het NHI op 0.1 m3/s gezet, zowel in de huidige situatie als bij klimaatverandering. Het huidige zomergemiddelde debiet over de jaren 2000-2012 bedraagt echter 16,6 m^3/s en is daarmee veel hoger dan de 0,1 m^3/s uit het NHI. Bovendien is de verwachting dat door drogere zomers in klimaatscenario W+ ook de afvoeren vanuit Vlaanderen zullen dalen. Daarom was afleiding van een realistisch debiet bij klimaatverandering gewenst.

Door Deltares is voor de kleine rivieren een relatie gelegd met de procentuele veranderingen van de Maas, dat is de nabijgelegen grotere rivier, dan wel een rivier met vergelijkbaar karakter (regenrivier), waarvoor wel scenario's beschikbaar zijn.
Voor de Maas zijn in genoemd Deltares rapport de percentages verandering bepaald tussen huidige afvoeren en scenario afvoeren W+ 2050 en 2100. Argument is dat al deze kleinere rivieren, net als de Maas, vooral regenrivieren zijn en op vergelijkbare wijze zullen reageren als de Maas. De verhouding is bepaald op decadebasis.



Figuur 3 Relatieve verandering (%) in maandelijkse afvoeren ten opzichte van de referentie (1961-1995) bij Sint Pieter in 2050 (Deltares, 2013)

Op dezelfde wijze die Deltares hanteert voor de kleine rivieren is ten behoeve van de studie voor de Nieuwe Sluis een debiet voor Kanaal Gent – Terneuzen bepaald bij klimaatscenario W+ 2050. Het zomergemiddelde debiet is verlaagd met 35% ten opzichte van de referentiesituatie 1961-19953. Dit is gedaan op basis van de gemiddelde afname van de 6 droogste maanden Maasdebiet in het KNMI W+ 2050 klimaatscenario.

Wijzigingen zomer- en winterdebiet bij klimaatscenario WB21 midden
Voor de waterkwantiteit analyses van Kanaal Gent-Terneuzen is in het MER (april 2015), conform de Nota Reikwijdte en Detailniveau (NRD) hetzelfde klimaatscenario gebruikt als voor hoogwaterveiligheid, namelijk het KNMI WB21 midden scenario met +1oC in 2050.

Riza heeft in 2007 een studie gerapporteerd naar de effecten van klimaatverandering voor de afvoer van Rijn en Maas (Riza, 2007. Klimaatverandering en de afvoer van Rijn en Maas, RIZA memo: WRR/2007-006). De door RIZA gehanteerde methode is toegepast voor Kanaal Gent-Terneuzen.

De debieten in de zomer veranderen niet op basis van de vergelijking van het zomer debiet van de Maas in de huidige situatie en KNMI WB21 midden klimaatscenario 2050. Voor de procentuele toename van de Maasafvoer in de winter hanteert RIZA een vuistregel; de procentuele toename van het jaarlijks maximum van de 10-daagse winter neerslagsom in het Maasstroomgebied leidt tot een zelfde toename van het door de Maas af te voeren volume tijdens maatgevend hoogwater. Met deze methode is geschat dat de maatgevende afvoer van de Maas,

[3] Voor de studie Nieuwe Sluis Terneuzen is de referentiesituatie bepaald uit de dataset voor de jaren 2000 - 2012.

de afvoer die eens in de 1250 jaar voor komt, toeneemt van 3800 m³/s in 2001 naar 4200 m³/s in 2050. Dit is een toename van 11%. De debietreeks van Kanaal Gent-Terneuzen is voor het winterhalfjaar op basis van deze vuistregel verhoogd met 11%.

Bijlage 2 Aanvullend onderzoek toetsing VKV aan KRW

MEMO: AANVULLEND ONDERZOEK TOETSING VKV AAN KRW

From	: Lynyrd de Wit, Marloes van den Boomgaard (Svašek Hydraulics)
To	: M. Pfaff (LievenseCSO)
Date	: 18 juni 2015
Reference	: 1724/U15171/C/MB
Status	: Concept

Inhoudsopgave

1 Introductie 1
2 Doelstelling 1
3 Analyse gemeten chloride en debiet tijdreeksen 3
4 Aanpassing debiet KGT volgens KRW zomer 5
5 Chloride concentratie op KGT met Voorkeursvariant en nieuwe klimaatscenarios 6
5.1 Modelopzet 6
5.2 Definiëring voorkeursvariant 6
5.3 Randvoorwaarden 7
5.4 Uitgevoerde simulaties 8
5.5 Resultaten SOBEK simulaties VKV 8
6 Stremmingen ten gevolge van wateroverschot en watertekort 10
6.1 Introductie 10
6.2 Beschrijving verfijnd waterbalans model op 10 minuten basis voor watertekort en wateroverschot 10
6.3 Resultaten waterbalans model op 10 minuten basis 12
7 Benodigde stremming om bij KGTS aan KRW toetswaarde te voldoen 17

1 INTRODUCTIE

1.1 Aanleiding

In de memo van M. Mul en J. Kalfsbeek dd 26 februari aan het KT TM is de opdracht van het kernteam zoet-zout afgebakend. Tevens zijn de risico's voor de ontbrekende onderbouwing van effectiviteit van KRW maatregelen voor het besluitvormingstraject gesignaleerd. Op 30 maart 2015 heeft op initiatief van LCSO en Harm Verbeek een overleg plaatsgevonden. In dit overleg is de invulling van het benodigde onderbouwende onderzoek gedefinieerd.

1.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is :

1. te bepalen of stremmingsduur door laag waterpeil op kanaal bepalend is of te zout water bepalend is.
2. Te bepalen of met fysieke maatregelen aan het complex (tijdelijke drempel, bellenscherm) de stremmingsduur verkleint. Van maatregelen in het operationeel concept wordt alleen de stremvolgorde van de sluiskolken meegenomen, zoals bepaald in het MER.

Stremvolgorde wateroverschot = Westsluis, Oostsluis, Nieuwe Sluis (Middensluis, Westsluis, Oostsluis voor huidig complex), Stremvolgorde watertekort = Nieuwe Sluis, Oostsluis, Westsluis (Middensluis, Oostsluis, Westsluis voor huidig complex)

3. Te bepalen wat de effectiviteit van extra doorspoelen met zoet water gedurende één of enkele dage is. (Vanuit Vlaanderen is niet steeds een minimum van 13 m^3/s beschikbaar. Overigens is in de winter het aanbod nu veel hoger, waardoor de zouttong elke winter actief teruggedrongen wordt.)

Voor chloride zijn de berekeningen uitgevoerd met zowel klimaatscenario WB21 midden als klimaatscenario W+ voor de jaren 2030, 2040 en 2050. Door het hanteren van twee verschillende scenario's is de bandbreedte van toekomstige effecten op chloride in beeld gebracht. Met het doorrekenen van verschillende zichtjaren is de ontwikkeling in de tijd in beeld gebracht. In lijn met de keuzes rond het te hanteren klimaatscenario is de stremmingsduur voor wateroverschot en watertekort nu niet meer met WB21 2050 berekend, maar met W+ 2030 (zichtjaar MER) en met W+ 2040 (t.b.v. aantonen doelbereik).

Daartoe worden in deze notitie de volgende vragen beantwoord:

A. Is gedurende de laatste jaren een toename het winterdebiet gemeten?

B. Is in de gemeten tijdreeksen een verhoging van het debiet gedurende 1, 2, 3 of 7 dagen effectief in het verlagen van het chloridegehalte in het kanaal?

C. Wat zijn de chloride concentraties in Kanaal Gent Terneuzen (KGT) met de voorkeursvariant (VKV) en zomergemiddeld debiet voor de klimaatscenario's W+ en WB21midden, beide voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050.

D. Is stremming nodig (en zo ja hoeveel) om ter hoogte van KGTS bij het oppervlak aan de KRW toets <3000 mg/l te voldoen met de VKV en de volgende debieten:

   1. VKV met 15.4 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2030), geen reductie
   2. VKV met 14.5 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2040), geen reductie
   3. VKV met 13.6 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2050), geen reductie
   4. VKV met 17.5 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario WB21m+2030), geen reductie
   5. VKV met 17.5 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario WB21m+2040), geen reductie
   6. VKV met 17.5 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario WB21m+2050), geen reductie
   7. VKV met 16.8 m3/s debiet KGT (zomer gemiddeld debiet W+2040, met minimaal 13 m3/s gemiddeld over 2 maanden), geen reductie
   8. Referentie situatie 2040 met 14.5 m3/s debiet KGT (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2040)

E. Verfijning van het stremmingsmodel op 10 minuten basis voor stremmingen i.v.m. peilonderschreidingen (schutten kan daardoor doorgaan bij hoogwater op de Westerschelde) voor 6 scenario's (autonome ontwikkeling en VKV met klimaatscenario W+ 2030 en 2040 en VKV met klimaatscenario W+ 2030 en 2040 met een debiet van minimaal 13 m^3/s gemiddeld over 2 maanden)

1.3 Vervolgstappen

Deze notitie dient als input voor een detaillering van het MER, die op 1 september 2015 zal worden opgeleverd en maakt onderdeel uit van een set aanvullende onderzoeken. Op basis van de resultaten die in deze notitie zijn gerapporteerd worden enkele vervolgstappen uitgevoerd:

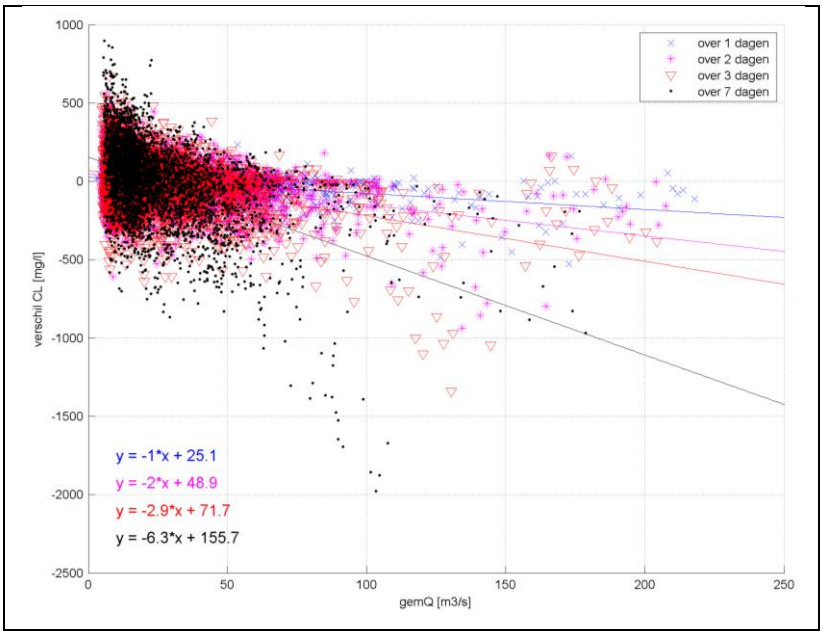
1) De stremmingsduur wordt omgerekend naar wachttijden met Sivak voor “korte stremmingen’ en “lange stremmingen” apart.
2) Op basis van de wachttijden en het aantal wachtplaatsen wordt het effect op N-depositie en geluid en luchtkwaliteit bepaald.
3) Parallel aan deze analyse wordt de gevoeligheid op N- depositie bepaald voor het wachten ten opzichte van de transportbewegingen.

2 ANALYSE GEMETEN CHLORIDE EN DEBIET TIJDREEKSEN

Met de gemeten chloride en debiet tijdreeksen is een korte analyse uitgevoerd, om te zien of in de gemeten tijdreeksen een heldere relatie zichtbaar is tussen een hoog debiet en een afname van de zoutconcentratie. De gemeten tijdreeksen beslaan de periode 2000 t/m 2011. Het dieptegemiddelde chloridegehalte is gemeten ter hoogte van KGT-Brug meetlocatie en de debieten zijn gemeten bij het sluizencomplex.

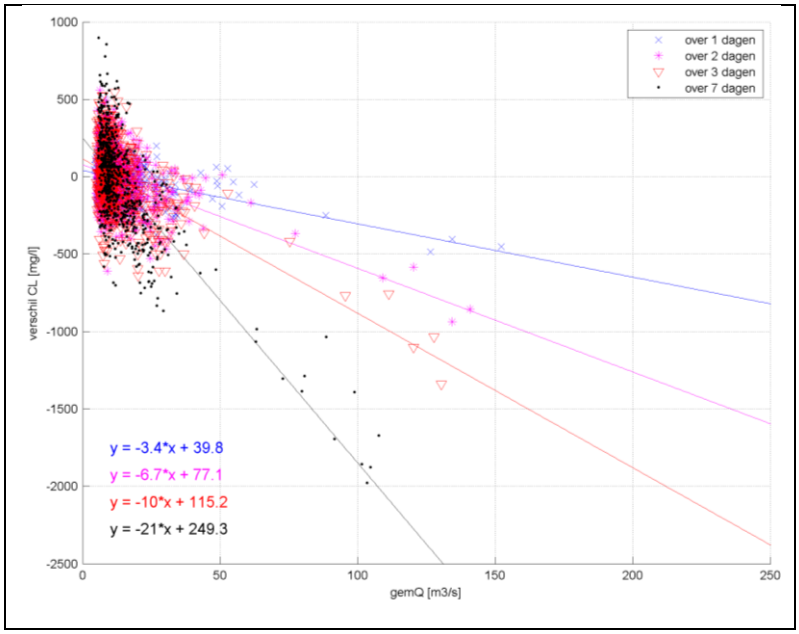
Allereerst is het gemiddelde debiet over 1, 2, 3 en 7 dagen en de bijhorende verschillen in chloridenconcentratie bepaald. Deze zijn tegen elkaar uitgezet en gepresenteerd in Figuur 2.1. Hierbij hebben de blauwe kruisen betrekking op het debiet gemiddeld over 1 dag, de roze sterren, de rode driehoeken en de zwarte stippen hebben betrekking op respectievelijk het debiet gemiddeld over 2, 3 en 7 dagen. Eveneens zijn in Figuur 2.1 per dataset de lineaire fits door de vier datasets weergegeven met dezelfde kleurdefiniëring. De fits laten over het algemeen zien dat het effect van een langer periode een hoog gemiddeld debiet een grotere afname in de Chloride concentratie tot gevolg heeft, maar tegelijkertijd is ook te zien dat de spreiding rondom deze fits zeer groot is. Zo zijn bijvoorbeeld bij een gemiddeld debiet van 50 m^3/s gedurende 7 dagen, afnamen van 0-800 mg/l Cl opgetreden maar tevens toenames van 0-200 mg/l Cl. Dit geeft aan dat geen eenduidige relatie aanwezig is tussen een hoog gemiddeld debiet voor een bepaalde periode en een afname in chloridenconcentratie, maar dat meer facetten de chloridenconcentratie in het kanaal bepalen.

Opgemerkt dient te worden dat in sommige gevallen bij een hoog gemiddeld debiet nog steeds een chlorideconcentratie toename is gemeten, wat op z’n minst zeer vreemd is (deze punten zijn dan ook hoogstwaarschijnlijk meetfouten).

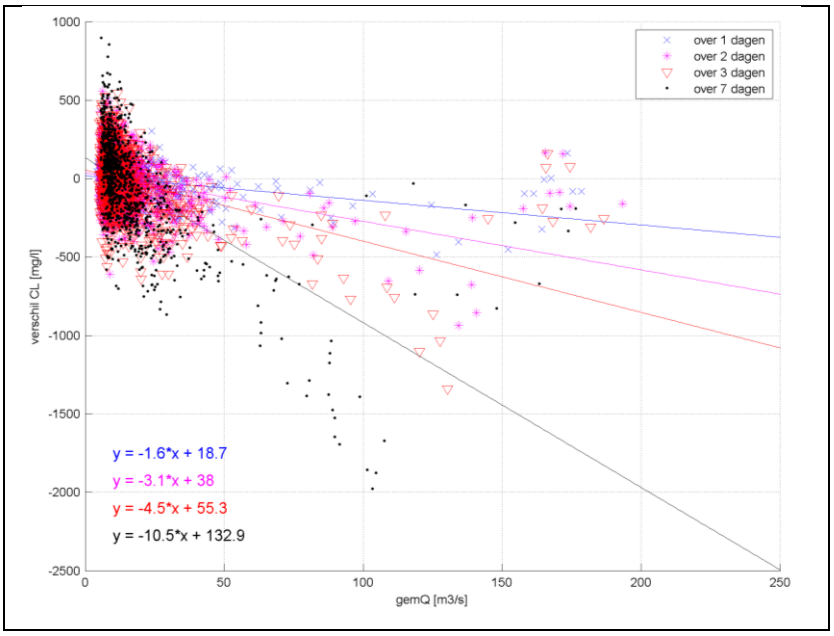


Figuur 2.1: Scatterplot gemiddeld debiet (gemiddeld over 1, 2, 3 en 7 dagen) versus verschil in chlorideconcentratie.

Vervolgens is bekeken of het effect van een gemiddeld hoog debiet mede afhankelijk is van de minimale startconcentratie chloride. Om dit effect te onderzoeken - voor verschillende minimale startconcentraties Chloride - zijn de bovenstaande vier datasets uitgedund en vervolgens op dezelfde manier als in Figuur 2.1 weergegeven. Hierbij is gevarieerd in de minimale startconcentraties Chloride. In Figuur 2.2. zijn de scatterplots van de verschillende datasets bij een minimale Chloride startconcentratie van 3000 mg/l gepresenteerd. Voor de minimale Chloride startconcentratie van 2500 mg/l zijn de scatterplots te vinden in Figuur 2.3. Hierbij is de kleurdefiniering gelijk aan toegepast in Figuur 2.2.



Figuur 2.2:Scatterplot gemiddeld debiet (gemiddeld over 3, 4, 5 en 7 dagen) versus verschil in chlorideconcentratie, bij minimale startconcentratie Chloride van 3000 mg/l.



Figuur 2.3: Scatterplot gemiddeld debiet (gemiddeld over 3, 4, 5 en 7 dagen) versus verschil in chlorideconcentratie, bij minimale startconcentratie Chloride van 2500 mg/l.

Uit de figuren blijkt dat zelfs bij de hoge startconcentraties Chloride van 3000mg/l nog steeds een gemiddeld debiet van ca 50 m^3/s gedurende 2 dagen (roze lijn) nodig om de chloride concentratie met 250 mg/l te doen laten afnemen en bij een minimale startconcentratie van 2500 mg/l CL is hiervoor een gemiddeld debiet van 95 m^3/s gedurende 2 dagen nodig. Let wel deze waarden zijn bepaald op basis van lineaire fits en zoals de figuren al laten zien is deze relatie niet eenduidig omdat hij zeer sterk afhankelijk is van slechts een zeer beperkt aantal datapunten en er veel spreiding in de dataset zichtbaar is.

3 AANPASSING DEBIET KGT VOLGENS KRW ZOMER

In voorgaande verziltingssimulaties voor de MER (Vlaams Nederlandse Scheldecommissie 2015) zijn zomer gemiddelde debieten gebruikt gebaseerd op de zomer periode van de astronomische zomer (21 juni-21 september) plus 1.5 maand ervoor en erna, resulterend in een zomer periode van 6 mei - 5 november. Deze periode correspondeert globaal ook met de periode met hoge Cl concentraties op Kanaal Gent Terneuzen. De KRW hanteert als zomerperiode 1 april – 1 oktober. In deze memo wordt de KRW definitie van zomerperiode gebruikt om het gemiddelde debiet en bijbehorende aanpassing voor klimaatverandering te bepalen.

Het zomer gemiddeld debiet volgens de astronomische zomerperiode en volgens de KRW zomerperiode wordt voor verschillende klimaatscenarios getoond in Tabel 3.1. De KRW zomerperiode leidt tot hogere zomer gemiddelde debieten dan die volgens het astronomische zomer halfjaar, dus de Cl waardes voor zomer gemiddelde omstandigheden zoals gepresenteerd in de MER zijn conservatief (hoog) vergeleken met de Cl waardes voor zomer gemiddelde omstandigheden volgens de KRW definitie van de zomerperiode. In deze memo wordt doorgegaan met de KRW zomerperiode. Volgens klimaatscenario WB21midden is er voor de zomerperiode geen verandering van het debiet door klimaatverandering[1], daarom dat het zomerdebiet voor WB21midden voor alle zichtjaren gelijk is aan het zomerdebiet in huidige situatie.

[1] Bron: RIZA 2007 waarin het zomerdebiet van de Maas volgens KNMI WB21 midden klimaatscenario gelijk is aan het huidige zomerdebiet

Voor de laatste 2 klimaatscenario's in Tabel 3.1 met minimaal 13 m^3/s gemiddeld over 2 maanden[2] is de tijdreeks van het debiet eerst aangepast met het klimaatscenario en vervolgens zijn voor elke periode van 2 maanden met gemiddeld minder dan 13 m^3/s debiet de laagste debieten net zo lang verhoogd tot er een 2 maandsgemiddeld debiet van 13 m^3/s ontstaat over deze periode. Voor de debietreeks van 2000 t/m 2011 is voor W+2030 gemiddeld 40 miljoen m^3 per jaar extra water nodig (variërend van 0 tot 100 miljoen m^3 per jaar) om elke 2 maandsperiode minimaal 13 m^3/s water te hebben, over deze 12 jaar komt dit gedurende de zomer neer op gemiddeld 1.9 m^3/s extra debiet en maximaal 10 m^3/s (daggemiddeld) benodigd extra debiet. Voor de debietreeks van 2000 t/m 2011 is voor W+2040 gemiddeld 50 miljoen m^3 per jaar extra water nodig (variërend van 0 tot 112 miljoen m^3 per jaar) om elke 2 maandsperiode minimaal 13 m^3/s water te hebben, over deze 12 jaar komt dit gedurende de zomer neer op gemiddeld 2.3 m^3/s extra debiet en maximaal 10.5 m^3/s (daggemiddeld) benodigd extra debiet.

Tabel 3.1 Zomer gemiddeld debiet bij verschillende klimaatscenarios met verschillende zichtjaren voor astronomische zomerperiode en KRW zomerperiode

klimaat	Q_{KGT} astro zomer [m^3/s]	Q_{KGT} KRW zomer [m^3/s]
Huidig	16.6	17.5
WB21midden (zichtjaar 2030, 2040, 2050)	16.6	17.5
W+2030	13.4	15.4
W+2040	12.1	14.5
W+2050	10.8	13.6
W+2030 met minimaal 13 m^3/s gemiddeld over 2 maanden	16.1	17.2
W+2040 met minimaal 13 m^3/s gemiddeld over 2 maanden	15.5	16.8

4 CHLORIDE CONCENTRATIE OP KGT MET VOORKEURSVARIANT EN NIEUWE KLIMAATSCENARIOS

4.1 Modelopzet

Het Chloride gehalte op Kanaal Gent-Terneuzen wordt bepaald met het in 2010 opgezette en gekalibreerde SOBEK model (Royal Haskoning & Svašek Hydraulics 2010). In LievenseCSO 2014a is het SOBEK model geactualiseerd en geherkalibreerd . Voor de model opzet de herkalibratie en de uitgevoerde berekeningen wordt verwezen naar Vlaams Nederlandse Scheldecommissie 2015. De berekeningen in de huidige memo hebben gebruik gemaakt van dit model.

4.2 Definiëring voorkeursvariant

De voorkeursvariant is doorgerekend met de volgende uitgangspunten:

- Afmeting sluiskolk 427 x 55 x NAP-17 m
- Geen zoutuitwisselingsreductie
- Klimaatscenario W+2050
- Schuttingen volgens GE2030
- Kanaalpeil bedraagt NAP +2.13 m
- Dit geeft een zoutuitwisselingsdebiet van 12.77 m^3/s voor het sluiscomplex met VKV (bepaald met FINEL3d) [Svašek Hydraulics].

[2] Zie artikel 32 van het verdrag uit 1960 en artikel 1 van de wijzigingsovereenkomst uit 1985

- De aannames m.b.t de zoutuitwisseling in Finel3D zijn gelijk aan de gehanteerde aannames uit de m.e.r. (Vlaams Nederlandse Scheldecommissie 2015, pagina 21-22)

4.3 Randvoorwaarden

De zout-zoet uitwisselvolumes per schutting voor het huidige klimaat en het klimaatscenario W+2050 met de VKV zijn weergegeven in respectievelijk Tabel 4.1 en Tabel 4.2 . Tabel 4.3 en Tabel 4.4 laten het zout-zoet uitwisseldebiet met de VKV voor het huidig klimaat en klimaatscenario W+2050 klimaat in combinatie met huidig, GE2030 en A02030 schuttingen zien. Het verschil in zout-zoet uitwisseling tussen de verschillende sluizen is bepaald met FINEL3D en wordt vooral veroorzaakt door het verschil tussen de sluisbodem en kanaalbodem. Zo is bijvoorbeeld de zout-zoet uitwisselingsfactor van de Oostsluis vrij laag (0.3-0.33), omdat de bodem van de Oostsluis een aantal meters lager ligt dan de bodem van het KGT kanaal. Hierdoor zal een relatief groot deel het zoute water in de Oostsluis worden verhinderd het kanaal in te stromen. Bij de Nieuwe sluis zorgt een bodemsprong voor een uitwisselingsfactor van 0.68. Bij de Westsluis en Middensluis zijn respectievelijk geen bodemsprong en een zeer kleine bodemsprong aanwezig, dit resulteert in zout-zoet uitwisselingsfactoren van respectievelijk 0.93-0.94, en 0.81-0.83.

Tabel 4.1: Zout-zoet uitwisselingsvolume per schutting huidig klimaat met VKV

	Breedte [m]	Lengte [m]	Gemiddeld zeeniveau [m]	Bodem sluis [m]	Zout-zoet uitwisselingsfactor (FINEL3D)	Calibratie	Uitwissel volume [m3]
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	55	427	0.08	-17	0.68	0.21	57280

Tabel 4.2: Zout-zoet uitwisselingsvolume per schutting KNMI W+2050 klimaat met VKV

	Breedte [m]	Lengte [m]	Gemiddeld zeeniveau [m]	Bodem sluis [m]	Zout-zoet uitwisselingsfactor (FINEL3D)	Calibratie	Uitwissel volume [m3]
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	55	427	0.43	-17	0.68	0.21	58454

Tabel 4.3: Zout-zoet uitwisselingsdebiet huidig klimaat voor huidig, GE2030 schuttingen met de VKV.

	Uitwissel volume [m3]	Huidig		GE 2030		A02030	
		Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m3/s]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m3/s]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m3/s]
Oostsluis	2783	18.95	0.61	20.29	0.65	17.21	0.55
Middensluis	4422	9.73	0.50		-	9.38	0.48
Westsluis	29225	13.84	4.68	14.25	4.82	10.78	3.65
Nieuwe Sluis	57280			10.37	6.87		
		totaal	5.79	totaal	12.35	totaal	4.68

Tabel 4.4: Zout-zoet uitwisselingsdebiet KNMI W+2050 klimaat voor huidig, GE2030 schuttingen met de VKV.

		Huidig		GE 2030		A0 2030	
	Uitwissel volume [m3]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m3/s]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m3/s]	Schuttingen per dag	Uitwissel debiet [m3/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	58454			10.37	7.02		
		totaal	6.10	totaal	12.77	totaal	4.94

De gehanteerde KGT debieten en zoutuitwisselingsdebieten voor zichtjaar 2030 en 2040 zijn geïnterpoleerd tussen huidig (zichtjaar 2006) en klimaatscenario W+2050. Een samenvatting van alle gehanteerde randvoorwaarden in de SOBEK zout simulaties zijn weergegeven in Tabel 4.5.

4.4 Uitgevoerde simulaties

Om de vragen uit het vorige hoofdstuk met betrekking op de chloride concentraties in KGT te bepalen zijn 9 berekeningen uitgevoerd, deze zijn weergegeven in Tabel 4.5. De eerste drie scenario's omvatten klimaatscenario W+ met drie verschillende zichtjaren (2030, 2040 en 2050), de volgende drie scenario's omvatten klimaatscenario WB21 midden met drie verschillende zichtjaren. Simulatie 7 betreft een zomergemiddeld debiet bij klimaatscenario W+2040 en schutting GE2030, waarbij het KGT debiet dusdanig is berekent dat het debiet gemiddeld over twee maanden minimaal 13 m^3/s bedraagt.

Tabel 4.5 Uitgevoerde simulaties met VKV

	Naam	klimaat	schutting	sluis zz scheiding	Q_{KGT} [m^3/s]	$Q_{uitw\ zz}$ [m^3/s]
1	gem zomer	W+2030	GE2030	geen	15.4	12.58
2	gem zomer	W+2040	GE2030	geen	14.5	12.67
3	gem zomer	W+2050	GE2030	geen	13.6	12.77
4	gem zomer	WB21m 2030	GE2030	geen	17.5	12.55
5	gem zomer	WB21m 2040	GE2030	geen	17.5	12.63
6	gem zomer	WB21m 2050	GE2030	geen	17.5	12.71
7	gem zomer,min 13 m^3/s gemiddeld over 2 maanden	W+2040	GE2030	geen	16.8	12.67
8	gem zomer	W+2040	AO2030	geen	14.5	4.88

4.5 Resultaten SOBEK simulaties VKV

De Chloride concentraties (diepte gemiddeld, bij oppervlak, bij bodem) van de 9aanvullende SOBEK simulaties met VKV zijn samen met de oorspronkelijke resultaten in Exceltabellen opgeslagen op elke km langs de hoofdas van het kanaal en voor 4 meetpunten: traktaat, KGTS, 32000, 34100.

De berekende Chloride concentratie bij KGTS 1 meter onder het wateroppervlak zijn weergegeven in Tabel 4.6.

	Variant	Chloride concentratie [mg/l]
1	VKV met 15.4 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2030), geen reductie	2510
2	VKV met 14.5 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2040), geen reductie	2690
3	VKV met 13.6 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2050), geen reductie	2880
4	VKV met 17.5 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario WB21m+2030), geen reductie	2180
5	VKV met 17.5 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario WB21m+2040), geen reductie	2180
6	VKV met 17.5 m3/s debiet KGT en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario WB21m+2050), geen reductie	2190
7	VKV met 16.8 m3/s debiet KGT (minimaal 13 m^3/s gemiddeld over 2 maanden) en schutting GE2030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2040), geen reductie	2290
8	Referentie situatie 2040 met 14.5 m3/s debiet KGT en schutting A02030 (zomer gemiddeld debiet & klimaatscenario W+2040), geen	1490

Tabel 4.6 Chloride concentratie bij KRW-meetpunt KGTS, 1 meter onder het wateroppervlak bij een gemiddeld zomerdebiet

De resultaten uit Tabel 4.6 laten het effect van het zomergemiddeld debiet op de langjarig zomergemiddelde chlorideconcentratie op KGT zien. In individuele jaren kan de relatie tussen zomergemiddeld debiet en zomergemiddelde chlorideconcentratie afwijken van de hierboven gepresenteerde getallen, omdat het zomergemiddelde chloridegehalte mede afhankelijk is van het chloridegehalte aan het begin van het zomerhalfjaar. Bij klimaatscenario W+ is het gemiddeld zomerdebiet van respectievelijk 15.4 , 14.5 en 13.6 m^3/s in de zichtjaren 2030, 2040 en 2050 voldoende om aan de KRW-norm van 3000 mg/l ter hoogte van KGTS te voldoen. De drie simulaties met het klimaatscenario WB21 midden laten lagere chlorideconcentraties op Kanaal Gent-Terneuzen zien. Dit wordt veroorzaakt doordat het huidige debiet van 17.5 m^3/s volgens dit klimaatscenario in de toekomst niet afneemt. De beduidend lagere chlorideconcentraties op Kanaal Gent-Terneuzen in de referentiesituatie in 2040 (simulatie 8) wordt veroorzaakt door het lage zoutuitwisselingsdebiet van 4,88 m^3/s. Dit is lager dan het uitwisselingsdebiet van 5,79 m^3/s in de huidige situatie. Deze afname wordt veroorzaakt doordat het aantal schuttingen volgens AO2030 lager is dan het aantal schuttingen in de huidige situatie.

5 STREMMINGEN TEN GEVOLGE VAN WATEROVERSCHOT EN WATERTEKORT

5.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft enkele simulaties met nieuwe klimaatscenario's met het verfijnde waterbalans model op 10 minuten basis voor wateroverschot en nu ook verfijnd op 10 minuten basis voor watertekort.

5.2 Beschrijving verfijnd waterbalans model op 10 minuten basis voor watertekort en wateroverschot

Introductie

In het verfijnde waterbalans model van het Kanaal Gent Terneuzen met het sluiscomplex wordt op basis van een dagelijkse waterbalans van het kanaal per moment van 10 minuten bepaald of een sluis kan schutten, kan spuien of moet worden gestremd om het schutverlies te beperken bij te weinig aanvoer van water op het Kanaal Gent Terneuzen. In de basis kunnen in het waterbalans model alle sluizen schutten en alleen bij wateroverschot of bij watertekort wordt het schutten onderbroken.

Wateroverschot

Spuien vindt in het model plaats op de momenten rondom laagwater met het hoogste verval en het grootste spuidebiet. Een sluis die aan het spuien is, kan niet gebruikt worden voor de scheepvaart. Dit wordt als stremming voor wateroverschot geregistreerd in het model. Voor stremmen bij wateroverschot wordt een bepaalde stremvolgorde aangehouden waarin eerst de capaciteit van de eerste sluis helemaal gebruikt wordt voordat een tweede sluis bij-gestremd wordt. Per sluis wordt steeds de kortste periode per dag gebruikt (bepaald op 10 minuten basis) die voldoende spuicapaciteit. Bij peiloverschrijding wordt direct gestremd om te spuien vanwege het risico op overstroming.

Watertekort

Het schutverlies in het model is afhankelijk van het waterstandsverschil tussen de Westerschelde en het Kanaal Gent Terneuzen. Dus ook bij te weinig aanvoer van water op het Kanaal Gent Terneuzen is meestal rondom hoogwater nog wel te schutten met weinig of geen schutverlies. Als een sluis niet aan het spuien is dan is hij in het model aan het schutten en treedt het schutverlies op, mits de minimale waterstand van een dag niet onder het gewenste minimum waterpeil dreigt te komen. In het laatste geval worden de sluizen gestremd (beginnend met de periodes rondom laagwater) om het schutverlies te verkleinen, ook deze stremming wordt in het model geregistreerd. Hiervoor wordt een bepaalde stremvolgorde aangehouden waarin eerst de capaciteit van de eerste sluis helemaal gebruikt wordt voordat een tweede sluis bij-gestremd wordt. Per sluis wordt steeds de kortste periode per dag gebruikt (bepaald op 10 minuten basis) die voldoende beperking van het schutverlies oplevert. Stremmen voor watertekort heeft geen risico op te veel onderschrijding omdat er altijd aanvoer van water is op het KGT en het schutverlies altijd op 0 te zetten is door alle sluizen te stremmen in het model. Daarom stremt het model voor watertekort pas bij een peil van NAP+1.89 m (1 cm boven de grens).

Modelinvoer

De randvoorwaarden, sluisvarianten en toetsingscriteria van het verfijnde waterbalans model staan beschreven in hoofdstuk 5 van deelrapport MER water. De sluisafmetingen, aantal schuttingen per sluisschutscenario en de gehanteerde klimaatscenario's zijn weergegeven in Tabel 5.1 en Tabel 5.2.

Tabel 5.1: Sluisafmetingen en aantal schuttingen per sluisschuttingsscenario

	Breedte [m]	Lengte [m]	Huidig Schuttingen per dag	AO 2030 Schuttingen per dag	GE 2030 Schuttingen per dag
Oostsluis	24	260	18.95	17.21	20.29
Middensluis	24.5	140	9.73	9.38	
Westsluis	40	290	13.84	10.78	14.25
Nieuwe Sluis	55	427			10.37

Tabel 5.2 Scenario's waterbalansmodel

Scenario	schuttingen	klimaat	verhoging waterstand [m]	debiet KGT
1	huidig	huidig	0	huidig
2	AO 2030	W+ 2030	0.19	aangepast W+2030 conform Deltares (2013)
3	AO 2030	W+ 2040	0.27	aangepast W+2040 conform Deltares (2013)
4	GE 2030	W+ 2030	0.19	aangepast W+2030 conform Deltares (2013)
5	GE 2030	W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	0.19	aangepast W+2030 conform Deltares (2013) met verhoging laagste debieten tot minimaal 13 m3/s 2 maandsgemiddeld debiet
6	GE 2030	W+ 2040	0.27	aangepast W+2040 conform Deltares (2013)
7	GE 2030	W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	0.27	aangepast W+2040 conform Deltares (2013) met verhoging laagste debieten tot minimaal 13 m3/s 2 maandsgemiddeld debiet

Beperkingen van het verfijnde waterbalansmodel

De uitkomsten van het verfijnde waterbalans model geven een minder conservatief beeld dan het daggemiddelde model uit de MER (Vlaams Nederlandse Scheldecommissie 2015). Dit komt doordat in het verfijnde model gespuid wordt op de optimale momenten van de dag rondom laagwater en doordat per 10 minuten bekeken wordt of een sluis gestremd is in plaats van per dag. Maar ook het verfijnde model heeft zijn beperkingen:

- In werkelijkheid kan er geanticipeerd worden op verwachte hoge of lage debieten, in het model gebeurt dit niet.
- In werkelijkheid kan er op basis van scheepsaanbod creatief omgegaan worden met welke sluis wel en niet ingezet wordt voor spuien, in het model ligt deze volgorde vast.
- De stremming die het model bepaalt is een tijdspercentage dat een sluis niet bruikbaar is voor schutten, dit hoeft niet te betekenen dat er in deze periode ook zoveel aanbod van schepen is dat het daadwerkelijk vertraging voor scheepvaart oplevert. Bij een stremmingsduur van slechts enkele uren per dag is het bijvoorbeeld wellicht mogelijk om via planning het scheepsaanbod over de overige momenten van de dag te verspreiden of over de overige sluizen van het complex zonder dat er wachttijden bij het sluiscomplex ontstaan.

Verder is niet alleen het totale stremmingspercentage per sluiskolk van belang, maar ook de verdeling daarvan over het jaar. De jaarrond percentages hebben hun waarde voor de onderlinge afweging van de varianten, maar zeggen weinig over de daadwerkelijke gevolgen van de stremmingen in de praktijk. Dat er altijd een zekere tijdsduur zit tussen een periode met watertekort en een periode met wateroverschot is triviaal. Maar ook binnen een natte periode en

binnen een droge periode maakt het een groot verschil hoe de momenten van overschot, respectievelijk schaarste in de tijd verdeeld zijn.

De spuicapaciteit is het grootste bij lage buitenwaterstanden. Daarom wordt in het model als eerste gespuid bij laag water. Stremmingen ten gevolge van spuien treden daarom vooral rond laag water op. Bij een lage buitenwaterstand zijn de schutverliezen het grootst en gaat meer zoet kanaalwater verloren dan bij een hoge buitenwaterstand. Ook bij watertekort wordt in het model daarom vooral rond laag water gestremd. Dus zowel stremming voor wateroverschot als voor watertekort is gefocust rondom laag water.

5.3 Resultaten waterbalans model op 10 minuten basis

Deze paragraaf beschrijft de resultaten van het model op 10 minuten basis voor de voorkeursvariant.

De belangrijkste uitgangspunten zijn:

- Schutten, spuien en stremmen voor zowel wateroverschot als watertekort worden per 10 minuten bepaald, waarin per gestremde sluis de meest optimale spuiperiode en schutperiode gebruikt wordt zodat de stremming voor wateroverschot en watertekort geminimaliseerd wordt.
- Stremvolgorde wateroverschot = West, Oost, Nieuwe Sluis (Mid, West, Oost voor huidig complex)
- Stremvolgorde watertekort = Nieuw, Oost, Westsluis (Mid, Oost, West voor huidig complex)
- Kolkafmeting nieuwe sluis: 55x427 m
- Extra stremvrij debiet van 10.9 m^3/s daggemiddeld voor VKV, zie memo VNZT-N-61-0b.
- Verhoog het streefpeil in het zomerhalfjaar met 7 cm naar NAP +2,20 m. Hiermee wordt een extra buffer gecreeerd, waardoor minder snel gestremd hoeft te worden voor watertekort. Dit is de huidige beheerpraktijk (mondelinge mededeling Rijkswaterstaat, december 2014). Het model stremt bij een peil van NAP +1,89 m (1 cm boven de grens van 0,25 m peilonderschrijding).

In Tabel 5.3 t/m Tabel 5.6 zijn de uitkomsten van de stremming als jaargemiddeld percentage van de tijd weergegeven. En in Tabel 5.7 t/m Tabel 5.9 zijn de uitkomsten van de stremming als uren per jaar weergegeven. De gepresenteerde stremming van de Middensluis is inclusief de tijd rondom laagwater dat de Middensluis toch al niet kan schutten.

Tabel 5.3: Stremming door wateroverschot als jaargemiddeld percentage van de tijd. N.B. voor individuele jaren kunnen de percentages afwijken

			Stremming door wateroverschot			
klimaat	**schutting**	**sluis variant**	**Midden**	**Oost**	**West**	**NST**
huidig	huidig	huidig	2.1%	0.0%	0.5%	-
W+ 2030	AO2030	huidig	2.4%	0.1%	0.6%	-
W+ 2040	AO2030	huidig	2.5%	0.1%	0.7%	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	0.3%	3.1%	0.0%
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.3%	3.1%	0.0%
W+ 2040	GE2030	VKV	-	0.4%	3.2%	0.0%
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.4%	3.2%	0.0%

Tabel 5.4: Stremming door watertekort als jaargemiddeld percentage van de tijd. N.B. voor individuele jaren kunnen de percentages afwijken

			Stremming door watertekort			
klimaat	**schutting**	**sluis variant**	**Midden**	**Oost**	**West**	**NST**
huidig	huidig	huidig	0.0%	0.0%	0.0%	-
W+ 2030	AO2030	huidig	0.0%	0.0%	0.0%	-
W+ 2040	AO2030	huidig	0.0%	0.0%	0.0%	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	2.3%	0.7%	4.3%
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.0%	0.0%	0.1%
W+ 2040	GE2030	VKV	-	2.6%	0.8%	4.7%
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.0%	0.0%	0.1%

Tabel 5.5: Stremming door wateroverschot en watertekort samen als jaargemiddeld percentage van de tijd. N.B. voor individuele jaren kunnen de percentages afwijken

			Stremming door wateroverschot en watertekort			
klimaat	**schutting**	**sluis variant**	**Midden**	**Oost**	**West**	**NST**
huidig	huidig	huidig	2.1%	0.0%	0.5%	-
W+ 2030	AO2030	huidig	2.4%	0.1%	0.6%	-
W+ 2040	AO2030	huidig	2.5%	0.1%	0.7%	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	2.6%	3.8%	4.3%
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.4%	3.1%	0.2%
W+ 2040	GE2030	VKV	-	3.0%	3.9%	4.8%
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0.4%	3.2%	0.1%

Tabel 5.6: Jaargemiddeld percentage tijd met peil overschrijdingen. N.B. voor individuele jaren kunnen de percentages afwijken

			Percentage tijd met peil overschrijdingen
klimaat	**schutting**	**sluis variant**	**H Kanaal Gent Terneuzen >NAP2.38m**
huidig	huidig	huidig	0.03%
W+ 2030	AO2030	huidig	0.03%
W+ 2040	AO2030	huidig	0.04%
W+ 2030	GE2030	VKV	0.04%
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	0.04%
W+ 2040	GE2030	VKV	0.04%
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	0.04%

Tabel 5.7: Stremming door wateroverschot in gemiddeld aantal uren per jaar. N.B. voor individuele jaren kan het aantal uren stremming afwijken

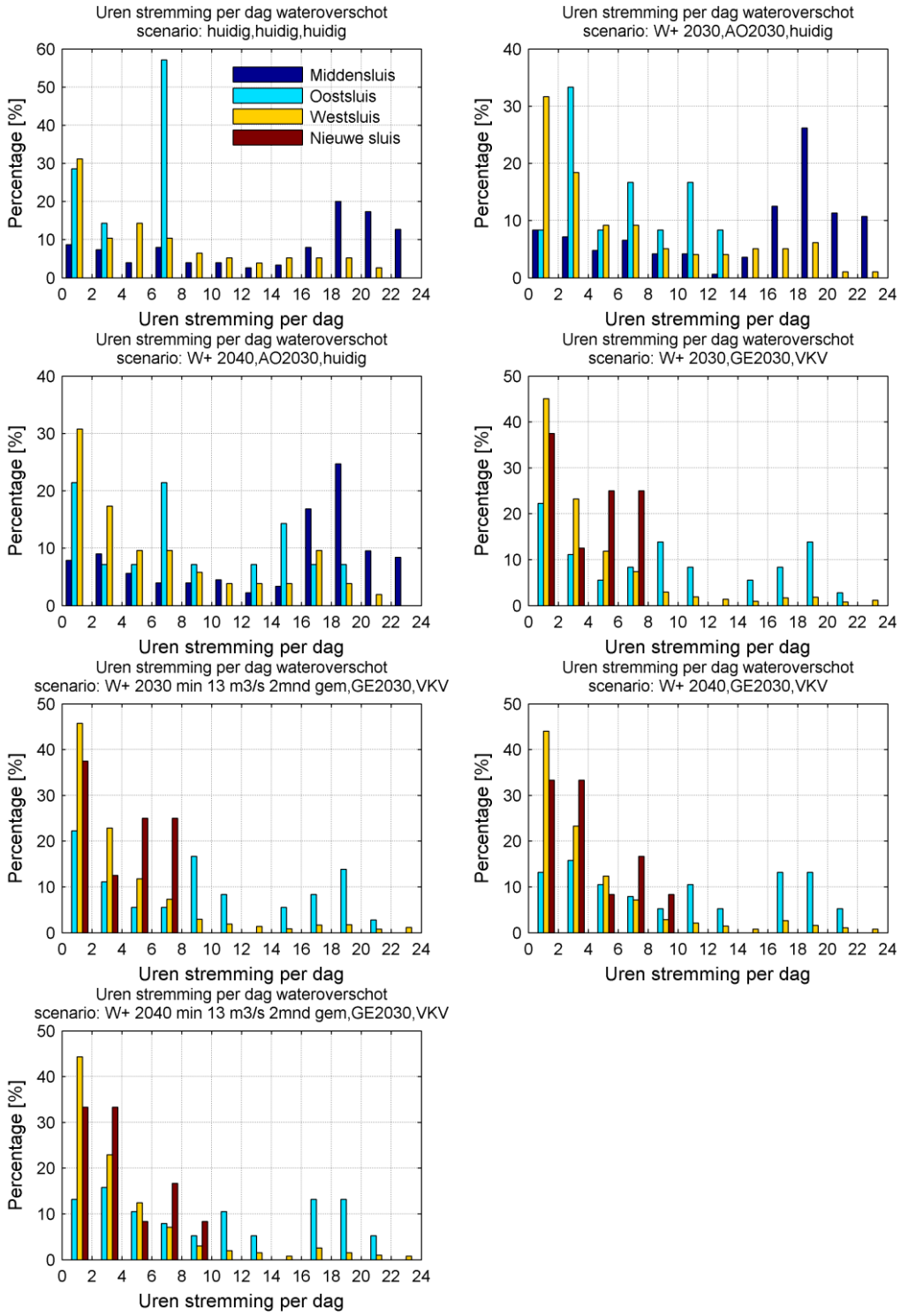
			Stremming door water overschot			
klimaat	**schutting**	**sluis variant**	**Midden**	**Oost**	**West**	**NST**
huidig	huidig	huidig	188	3	46	-
W+ 2030	AO2030	huidig	209	7	57	-
W+ 2040	AO2030	huidig	216	10	61	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	29	276	3
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	29	276	3
W+ 2040	GE2030	VKV	-	32	276	4
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	32	276	4

Tabel 5.8: Stremming door watertekort in gemiddeld aantal uren per jaar. N.B. voor individuele jaren kan het aantal uren stremming afwijken

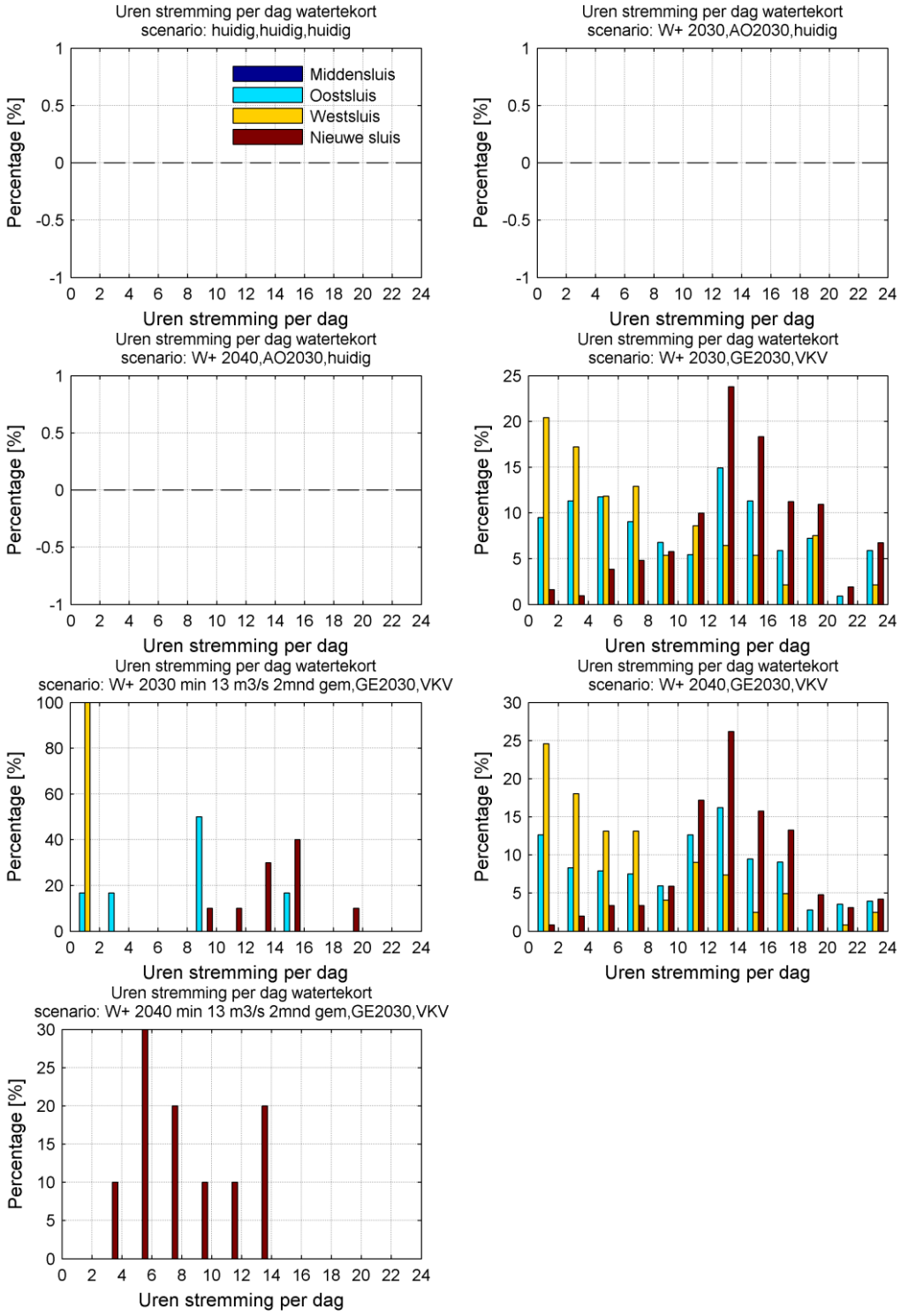
			Stremming door water tekort			
klimaat	**schutting**	**sluis variant**	**Midden**	**Oost**	**West**	**NST**
huidig	huidig	huidig	0	0	0	-
W+ 2030	AO2030	huidig	0	0	0	-
W+ 2040	AO2030	huidig	0	0	0	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	200	62	377
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	4	0	12
W+ 2040	GE2030	VKV	-	231	70	414
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	0	0	7

Tabel 5.9: Stremming door wateroverschot en watertekort samen in gemiddeld aantal uren per jaar. N.B. voor individuele jaren kan het aantal uren stremming afwijken

			Stremming door wateroverschot en watertekort			
klimaat	**schutting**	**sluis variant**	**Midden**	**Oost**	**West**	**NST**
huidig	huidig	huidig	188	3	46	-
W+ 2030	AO2030	huidig	209	7	57	-
W+ 2040	AO2030	huidig	216	10	61	-
W+ 2030	GE2030	VKV	-	228	337	379
W+ 2030 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	33	276	14
W+ 2040	GE2030	VKV	-	263	346	417
W+ 2040 min 13 m3/s 2mnd gem	GE2030	VKV	-	32	276	10



Figuur 5.1 Verdeling in aantal uren stremming per dag voor wateroverschot voor de dagen dat er stremming is



Figuur 5.2 Verdeling in aantal uren stremming per dag voor watertekort voor de dagen dat er stremming is

Observaties uitkomsten stremmingsmodel op 10 minuten basis wateroverschot en watertekort:

- Het huidig sluiscomplex (zonder aanleg nieuwe zeesluis) laat stremming zien voor wateroverschot maar niet voor watertekort omdat het schutverlies zonder nieuwe zeesluis lager is dan het langdurig gemiddelde aanbod van water op Kanaal Gent Terneuzen (ook na klimaatverandering).

- Het sluiscomplex met nieuwe zeesluis heeft na klimaatverandering stremming voor wateroverschot en voor watertekort.
- Verhoging van het 2 maandsgemiddelde debiet naar 13 m3/s is voldoende om de stremming voor watertekort nagenoeg helemaal te elimineren.
- Stremming voor wateroverschot duurt vaak maar enkele uren per dag (rondom laagwater) terwijl stremming voor watertekort vaker meer uren per dag duurt (ook geconcentreerd rondom laagwater).
- De Excel tabellen met tijdreeksen van de stremming per sluis en de stremming per sluis per event geven extra inzicht in de verdeling van de stremming over het jaar en in de maximale duur van een stremming. Afhankelijk van het klimaatscenario kan een stremming voor watertekort of wateroverschot enkele dagen aaneengesloten duren omdat de tussenliggende hoogwaters te laag zijn en/of de aanvoer van water te hoog bij wateroverschot of juist te laag bij watertekort.

6 BENODIGDE STREMMING OM BIJ KGTS AAN KRW TOETSWAARDE TE VOLDOEN

Uit de SOBEK resultaten (zie Tabel 4.5 en Tabel 4.6) blijkt dat met de VKV alle doorgerekende klimaatscenario´s voldoen aan de KRW toetswaarde van 3000 mg/l Cl bij KGTS bij het wateroppervlak.Hierdoor hoeft voor de VKV bij deze klimaatscenario's niet gestremd te worden om aan de KRW toetswaarde te voldoen.

Referenties

Deltares, 2013

Deltascenario's 2012 NHI modelinvoer, Technische achtergrondrapportage, 1207053-000-BGS-0003

Royal Haskoning en Svašek Hydraulics 2010

Verkenning maritieme toegankelijkheid Kanaal Gent-Terneuzen, aanvullend oppervlaktewateronderzoek, eindrapport juni 2010,

RIZA 2007

Memo WRR/2007-006 Klimaatverandering en de afvoer Rijn en Maas

Svašek Hydraulics 2015

Memo: Invloed nieuwe Voorkeursvariant op chloride concentratie in KGT, 1724/U15001/B/LdW, 8 Januari 2015

Vlaams Nederlandse Scheldecommissie 2015

Deelrapport MER water, Planuitwerkingsfase Grote Zeesluis Kanaal Gent-Terneuzen. VNZT-R-127-4, 20 januari 2015