

**Gevolgen van een zout Volkerak-
Zoommeer voor het Antwerps
Kanaalpand en het Schelde Estuarium**

Planstudie Waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer

Datum september 2008 (update maart 2009)
Status eind-concept

Gevolgen van een zout Volkerak- Zoommeer voor het Antwerps Kanaalpand en het Schelde Estuarium

Planstudie Waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer

Datum september 2008 (update maart 2009)
Status eind-concept

Rijkswaterstaat-Waterdienst

opgesteld door:

Hans van Pagee RWS- Waterdienst
Leen Dekker RWS-Zeeland
Piet Lievense RWS-Zeeland

Inhoud

- 1 Inleiding 5**
- 2 Gevolgen voor het Schelde estuarium 7**
- 3 Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand 10**
 - 3.1 Huidige situatie 10
 - 3.2 Doorwerking van een zout Volkerak-Zoommeer 13
- 4 Samenvatting en conclusies 17**
- 5 Referenties 20**

Bijlagen:

- A.1 Modelberekeningen met het Scaldis400 model (ref. 3) 21
- A.2 Indicatie effecten op de stroming in de Westerschelde bij Bath i.g.v. de zoute planstudie-variant Volkerak-Zoommeer (VZM) 23

1 Inleiding

Uit studies in het kader van de planstudie waterkwaliteit Volkerak–Zoommeer is gebleken dat het bestrijden van de blauwalg en het verbeteren van de waterkwaliteit alleen effectief mogelijk is door het opnieuw toelaten van zout water. Dit kan worden bereikt door via een nieuw te bouwen doorlaatmiddel in de Philipsdam de uitwisseling van water tussen het Volkerak en de Oosterschelde te herstellen. Door (extra) water te lozen via de Bathse spuisluis naar de Westerschelde kan tevens een doorstroming worden gerealiseerd, waardoor ook het Zoommeer zal veranderen in een zoutwatersysteem. De uitwisseling en doorstroming komt tot stand door de getijdewerking van zowel de Oosterschelde als door het spuien tijdens laagwater op de Westerschelde. Afhankelijk van de grootte van het doorlaatmiddel zal in het Volkerak-Zoommeer een gedempt getij ontstaan van ca. 30-50 cm. In de beschouwde alternatieven is het te verwachten chloride gehalte van het Volkerak–Zoommeer berekend op ca. 13.500 mg/l.

Deze veranderingen zullen invloed hebben op de waterbalans en het zoutgehalte van het Antwerps kanaalpand.

In dit rapport wordt een samenvattend overzicht gegeven van de studies naar de te verwachten veranderingen in het Antwerps Kanaalpand en de Westerschelde die het gevolg zijn van de veranderde randvoorwaarde bij de Kreekraksluizen (de scheepvaartverbinding met het Zoommeer) en de lozing van zout water via de Bathse spuisluis.

In figuur 1.1 is het beschouwde studiegebied weergegeven met daarin vermeld de belangrijkste scheepvaartsluizen.

De te verwachten veranderingen in de Westerschelde zijn berekend met het 2D model Scaldis400 model dat operationeel beschikbaar is bij Rijkswaterstaat-Zeeland. Met dit model is berekend welke veranderingen in het zoutgehalte kunnen worden verwacht in het Schelde estuarium als gevolg van de veranderingen in de afwatering van het Zoommeer via de Bathse spuisluis. Vanwege de mogelijke invloed op de scheepvaart is tevens geanalyseerd welke veranderingen in stroomsnelheden kunnen worden verwacht op de Westerschelde in de nabijheid van deze afwatering. Het resultaat van deze analyses is beschreven in lit. 3 en lit. 4. In hoofdstuk 2 worden de belangrijkste bevindingen vermeld.

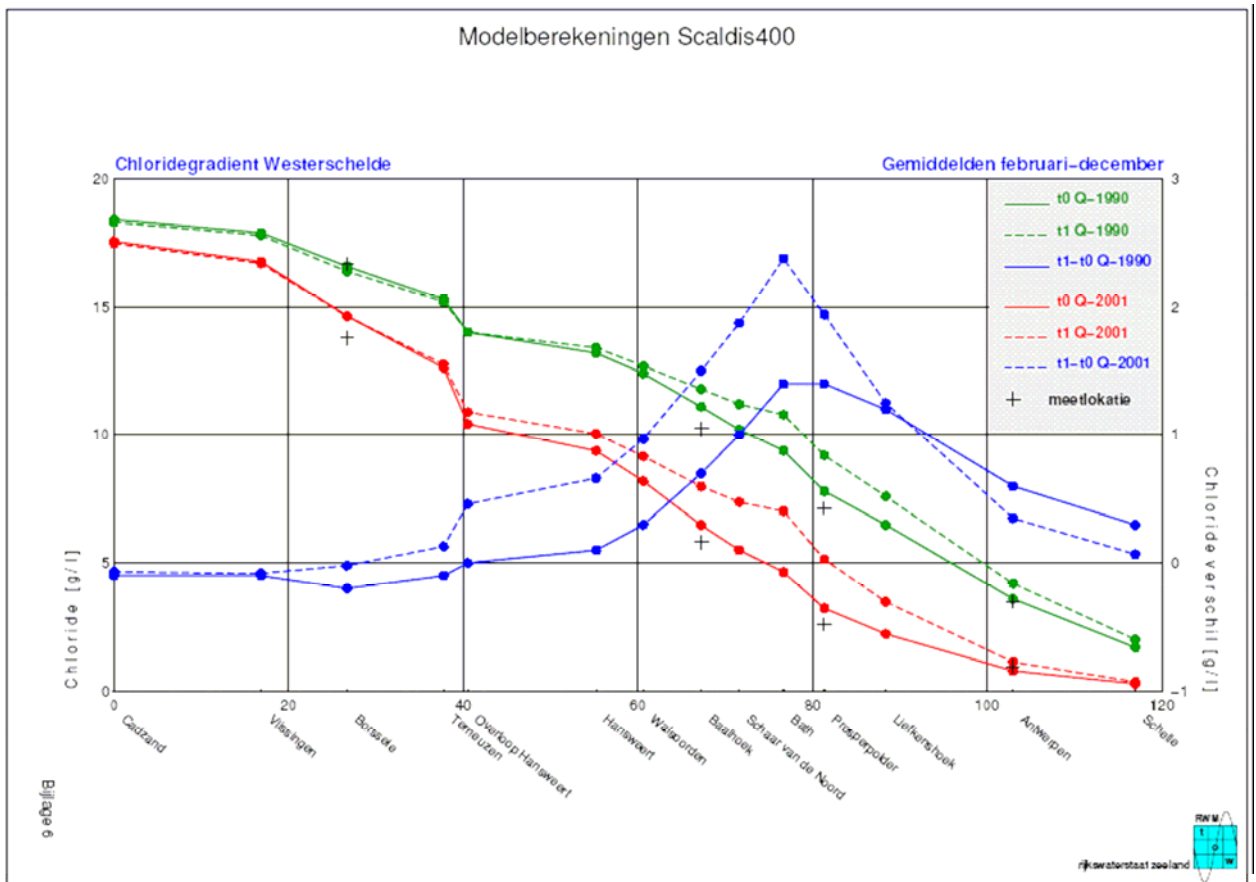
De berekende veranderingen van het zoutgehalte in de Zeeschelde ter hoogte van de Zandvlietsluis en Berendrechtlsuis zijn samen met de voorspelde veranderingen nabij de Kreekraksluizen gebruikt voor een nadere beschouwing van de te verwachten gevolgen van een zout Volkerak-Zoommeer voor het Antwerps kanaalpand. Hiervoor is gebruik gemaakt van gegevens over de waterbalans en de beschikbare metingen van het zoutgehalte.

2 Gevolgen voor het Schelde estuarium

In de huidige situatie wordt er jaarlijks van uit het Volkerak-Zoommeer een geringe hoeveelheid zoet water via de Bathse Spuisluis op de Westerschelde geloosd. Zowel de hoeveelheid als de kwaliteit van deze afwatering zal veranderen indien het het Volkerak-Zoommeer wordt doorgespoeld met water uit de Oosterschelde. Met het Scaldis400 model (ref. 3) is berekend welke concentratieveranderingen kunnen worden verwacht (zie bijlage A1). Tevens is berekend wat de invloed zal zijn van de grotere afvoer op het stroombeeld in de omgeving van de Bathse Spuisluis (zie bijlage A2).

De concentratie veranderingen zijn berekend voor een relatief lage afvoer (1990) en hoge (2001) afvoer van de Schelde. In figuur 2.1 is voor beide jaren de berekende chloridegradiënt voor het gehele estuarium weergegeven van Cadzand tot Schelle, voor zowel de historische situatie (t1) als de toekomstige situatie waarin ca. 90-100 m³/s met een chloride gehalte van 13-14 g/l wordt geloosd (t0).

Uit de figuur blijkt dat de toename van het chloride gehalte het grootst is ter hoogte van Bath. (ca. 1,4-2,4 g/l). Ter hoogte van de Berendrechtsluis en Zandvlietsluis (tussen Prosperpolder en Liefkenshoek) is de verhoging ca. 1,0 g/l. Ter hoogte van Antwerpen bedraagt de chloride toename ca. 0,5 g/l.



figuur 2.1 Met Scaldis400 berekende veranderingen van de gemiddelde chloride gehalten in het Schelde estuarium (ref. 3)

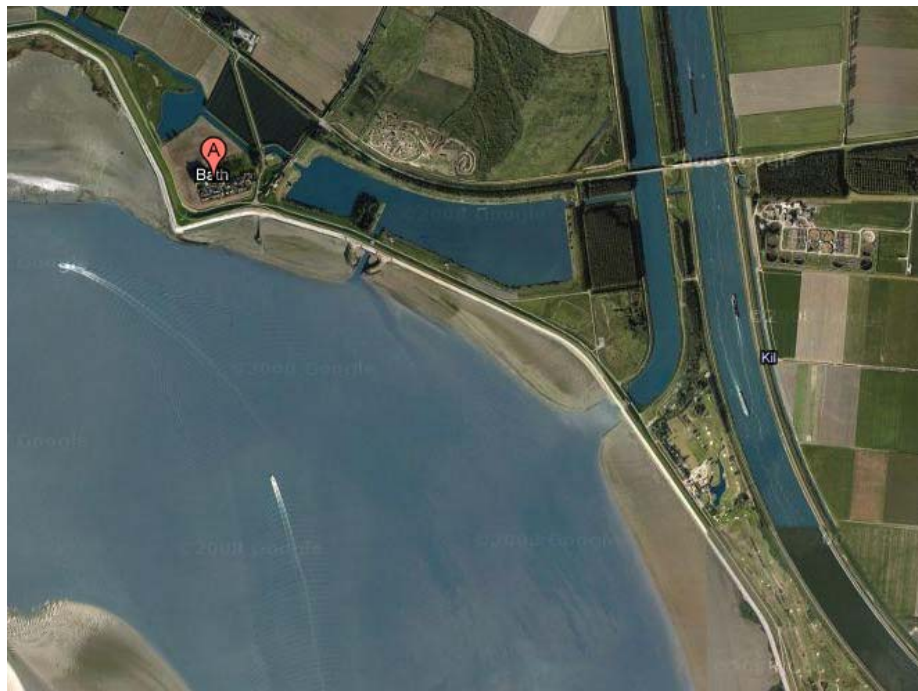
De lozing van daggemiddeld 90 tot 100 m³/s zout water (13.5 g/l) op de Westerschelde, zal alleen tijdens de laagwaterperiode kunnen plaatsvinden. Tijdens lozing kan het werkelijke debiet oplopen tot orde 250 m³/s op het moment van laagwater als het verval tussen Zoommeer en Westerschelde maximaal is.

In bijlage 2 is nagegaan wat het (lokale) effect van dit spuidebiet is op de stroming in de Westerschelde, met bijzondere aandacht voor de scheepvaartgeul bij Bath. De uitstroomzijde van de Bathse spuisluis is ca. 110 m breed zodat de gemiddelde stroomsnelheid van de pluim maximaal ca. 1,0-1,5 m/s zal zijn. Aangezien de uitstroomopening ca. 1400 m verwijderd is van de van de scheepvaartgeul, mag worden verwacht dat de stroompluim voldoende wordt afgeremd en zal worden overheerst door de getijstromen ter plaatse, zodat geen hinderlijke stromen ontstaan voor de scheepvaart.

Sinds de ingebruikname van de spuisluis zijn er geen meldingen van hinderlijke stromingen, dit ondanks het lozen van zoet water dat eerder tot verstoring van het oppervlakte stroming zal leiden dan de lozing van zout water. Hoewel de lozing van zout water in een relatief zoete omgeving vanwege dichtheidsverschillen zou kunnen leiden tot versterkte onderstromen, mag worden verwacht dat de sterke getijdestromen er voor zorgen dat de menging ter plaatse voldoende groot is om eventuele hinder voor de scheepvaart te voorkomen.

In figuur 2.2 is lokale situatie weergegeven. Figuur 2.3 toont enkele foto's die de uitstroming van de spuisluis nader illustreren.

Samenvattend wordt de kans op hinderlijke effecten op de stroming in de scheepvaartgeul van de Westerschelde als gevolg van het zoute spuidebiet klein geacht.



figuur 2.2 Situering Bathse spuisluis



figuur 2.3 Uitstroming van de Bathse spuisluis

3 Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand

3.1 Huidige situatie

Het peil van het Antwerps kanaalpand (+ 1,85m NAP) is beduidend hoger dan het peil van het Zoommeer (0,0m NAP). Dit heeft als resultaat dat door het schutten van de scheepvaart door de Kreekraksluizen, er sprake is van een fors schutverlies (gemiddeld ca. 9,0 m³/s) vanuit het kanaalpand naar het Zoommeer. Dit verlies wordt via een pompgemaal in overmaat (ca. 12,5 m³/s) teruggepompt. Netto betekent dit dus dat ondanks het peilverschil, vanuit het Zoommeer gemiddeld ca. 3,5 m³/s water wordt toegevoerd naar het kanaalpand.

Uit de waterbalans van 2005 (zie bijlage 3) kan worden afgeleid dat het Albertkanaal (11,5 m³/s), de Berendrechtsluis en Zandvlietsluis (resp. 3,5 en 0,1 m³/s) en diverse lozingen (2,2 m³/s) de belangrijkste bronnen van watertoevoer naar het kanaalpand zijn.

In deze balans is de toevoer uit het Zoommeer overigens geraamd op 1,4 m³/s. Via diverse scheepvaartsluizen wordt water afgevoerd door vooral het schutproces, alsmede door het lozen van water ten behoeve van peilbeheersing.

Het meeste water wordt afgevoerd via de Berendrechtsluis (ca. 5,4 m³/s) en de Zandvlietsluis (ca. 6,2 m³/s). De afvoeren via de Bouwdewijnsluis (ca. 2,9 m³/s), de van Cauwelaertsluis (ca. 1,9 m³/s) en de Royersluis (ca. 1,0 m³/s) zijn weliswaar kleiner, maar niet verwaarloosbaar.

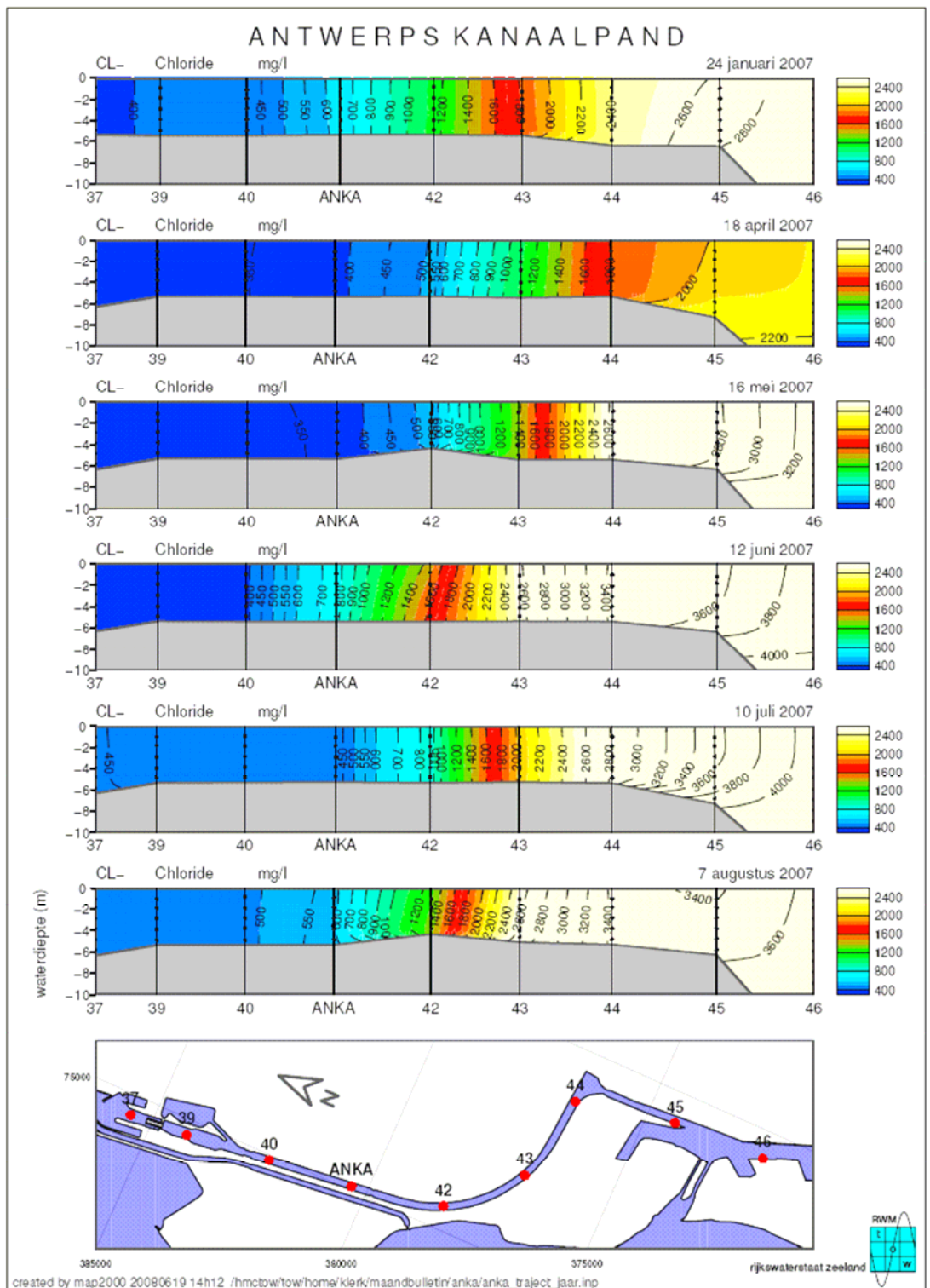
Uit de balans blijkt dat er nog sprake is van een extra verlies van water 1,6 m³/s, die als sluitpost wordt beschouwd. Deze sluitpost is groter (ca. 3,7 m³/s) als de netto toevoer uit het Zoommeer niet 1,4 maar 3,5 m³/s bedraagt.

Door Rijkswaterstaat-Zeeland worden maandelijks de zoutgehalten in het kanaalpand gemeten op 9 locaties en verschillende diepte. Een karakteristiek beeld van de waargenomen zoutgradient is opgenomen in figuur 3.1

Uit de beschikbare zoutmetingen blijkt dat het chloride-gehalte vanaf de Kreekraksluizen richting Antwerpen dichtbij de sluizen vergelijkbaar is met het niveau van het Zoommeer (ca. 400 mg/l). Op een afstand van ca. 5-10 km van de sluizen neemt het Cl-gehalte sterk toe tot ca. 3500 mg/l ter hoogte van de Berendrechtsluis en Zandvlietsluis. Ter hoogte van deze locatie is de diepte van het pand beduidend groter en ontstaat er gelaagdheid met hogere zoutgehalten in de onderlaag.

Op basis van de waterbalans en de zoutgehalten van het toegevoerde water is een indicatieve zout balans opgesteld (tabel 2.1). Rekeninghoudend met de Cl-gehalten van de Zeeschelde tijdens hoogwater (ca. 5.000 mg/l), wordt een gemiddeld zoutgehalte berekend van ca. 1.000 mg/l. Dit gehalte is beduidend lager dan de ca. 3.500 mg/l die de waarnemingen laten zien. Het verschil is te verklaren door de extra zoutlast die tijdens het schutten vanuit de Zeeschelde op het kanaalpand doordringt. Effectief betekent dit dat vanwege het schutten ca. 30 m³/s Schelde water met een zoutgehalte van 5.000 mg/l op het kanaalpand doordringt. Omdat deze hoeveelheid water ook weer wordt afgevoerd heeft dit geen invloed op de waterbalans. Qua orde grootte kan deze hoeveelheid water goed worden verklaard door de afmetingen van de sluizen en het aantal schuttingen.

Samengevat kan op basis van tabel 2.2 een globaal inzicht worden verkregen in de huidige (2005) water- als zoutbalans van het Antwerps kanaalpand.



figuur 3.1 Gemeten chloride-concentraties (mg/l) in het Antwerps kanaalpand (januari-augustus 2007)

Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand (2005)						
bron	<i>water-in</i> (Mm3/jr)	<i>water-in</i> (m3/s)	<i>CL-in</i> (mg/l)	<i>CL-in</i> (g/s)	<i>water-uit</i> (m3/jr)	<i>water-uit</i> (m3/s)
Kreekraksluis	45,6	1,4	400	578		
Berendrechtsluis	109,8	3,5	5000	17409	-169,2	-5,4
Zandvlietsluis	3,2	0,1	5000	507	-194,1	-6,2
Bouwdewijnsluis	1,5	0,0	5000	238	-90,0	-2,9
v Cauwelaertsluis	0	0,0	5000	0	-59,5	-1,9
Royersluis	0	0,0	5000	0	-30,3	-1,0
lozingen	70,8	2,2	100	225		
Albertkanaal	363,2	11,5	100	1152		
<i>sluitpost waterbalans</i>						-1,6
totaal		18,8		20108		-18,8
berekend Cl-gehalte Kanaalpand			1067			

tabel 2.1 Huidige water- en zoutbalans Antwerps Kanaalpand zonder beschouwing van de uitwisseling met de Zeeschelde via de scheepvaartsluizen (gegevens 2005)

Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand (2005 na correctie)						
bron	<i>water-in</i> (Mm3/jr)	<i>water-in</i> (m3/s)	<i>CL-in</i> (mg/l)	<i>CL-in</i> (g/s)	<i>water-uit</i> (m3/jr)	<i>water-uit</i> (m3/s)
Kreekraksluis		3,5	400	1400		0,0
Berendrechtsluis	109,8	3,5	5000	17409	-169,2	-5,4
Zandvlietsluis	3,2	0,1	5000	507	-194,1	-6,2
Bouwdewijnsluis	1,5	0,0	5000	238	-90,0	-2,9
v Cauwelaertsluis	0	0,0	5000	0	-59,5	-1,9
Royersluis	0	0,0	5000	0	-30,3	-1,0
lozingen	70,8	2,2	100	225		
Albertkanaal	363,2	11,5	100	1150		
<i>extra in- /uitlaat</i>						-3,7
<i>uitwiss. via schutten Bschelde</i>		30,0	5000	150000		-30,0
totaal		50,9		170928		-50,9
berekend Cl-gehalte Kanaalpand			3360			

tabel 2.2 Huidige water- en zoutbalans Antwerps Kanaalpand na correctie voor het grotere terugpompdebiet via de Kreekraksluis en de extra uitwisseling met de (Beneden) Zeeschelde via de scheepvaartsluizen (gegevens 2005)

3.2 Doorwerking van een zout Volkerak-Zoommeer

In het alternatief van een zout Volkerak-Zoommeer is berekend dat het Cl-gehalte in het Zoommeer zal toenemen van ca. 400 naar ca. 13.500 mg/l (ref. 1).

De gevolgen van deze verandering voor het Antwerps kanaalpand zal hieronder voor enkele varianten nader worden geanalyseerd op basis van hetzelfde principe als de in 3 opgestelde water- en zoutbalans voor de huidige situatie.

variant 1: zout VZM en ongewijzigd (terug)pompdebiet Kreekraksluis.

In deze variant wordt verondersteld dat evenals in de huidige situatie via het pompgemaal van de Kreekraksluizen 12,5 m³/s uit het Zoommeer naar het kanaalpand wordt (terug)gepompt. Aangezien het schutverlies 9 m³/s bedraagt zal er netto vanaf de Kreekraksluizen 3,5 m³/s zoutwater met een zoutgehalte van 13.500 mg Cl/l richting Antwerpen stromen.

Uit een analyse voor de te verwachte veranderingen van het zoutgehalte in de Westerschelde en Benedenschelde (ref. 2, notitie Lieveense, 2008), blijkt dat het Cl-gehalte tijdens hoogwater bij de Berendrechtsluis en Zandvlietsluis toeneemt van ca. 5.000 tot 6.000 mg/l.

Rekeninghoudend met deze verandering, volgt uit de zoutbalans dat het gehalte in het kanaalpand ter hoogte van de Berendrechtsluis en Zandvlietsluis bij deze variant zal toenemen tot van ca. 3.360 mg Cl/l (huidige situatie) tot ca. 4.922 mg Cl/l (zie tabel 3.1).

Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand				
variant 1 : zout VZM, waterbalans ongewijzigd				
bron	<i>water-in (m³/s)</i>	<i>zout-in (mg Cl/l)</i>	<i>zout-in (kg Cl/s)</i>	<i>water-uit (m³/s)</i>
Kreekraksluis	-9,0	13500	-121,5	
Zoommeer (pomp)	12,5	13500	168,8	
Berendrechtsluis	3,5	6000	20,9	-5,4
Zandvlietsluis	0,1	6000	0,6	-6,2
Bouwdewijnsluis	0,0	6000	0,3	-2,9
v Cauwelaertsluis	0,0	6000	0,0	-1,9
Royersluis	0,0	6000	0,0	-1,0
lozingen	2,2	100	0,2	
Albertkanaal	11,5	100	1,2	
<i>extra in- /uitlaat</i>		6000		-3,7
<i>uitwiss. via schutten Bschelde</i>	30,0	6000	180,0	-30,0
totaal	50,9		250,4	-50,9
berekend Cl-gehalte Kanaalpand		4922		

Tabel 3.1 Water- en zoutbalans voor variant 1 (zout VZM en ongewijzigd terugpompdebiet Kreekraksluis)

variant 2: zout VZM, (terug)pompdebiet Kreekraksluis gelijk aan schutverlies.

In deze variant wordt verondersteld dat het terugpompen van water uit het Zoommeer niet meer in overmaat zal worden teruggepompt. Dit betekent dat er geen zout water vanaf de Kreekraksluizen richting Antwerpen zal stromen. Vanwege de lengte (ca. 10 km) van het kanaalpand mag worden verwacht dat een eventuele dispersieve verspreiding van zout richting Antwerpen gering zal zijn.

In deze variant is verondersteld dat voor het peilbeheer het geringere (terug)pompdebiet van de Kreekraksluizen niet kan worden gecompenseerd door minder water te lozen naar de Benedenschelde (-0,2 m³/s in plaats van -3,7 m³/s).

Rekeninghoudend met deze veranderingen, volgt uit de zoutbalans dat het gehalte in het kanaalpand ter hoogte van de Berendrechtse en Zandvlietsluis bij deze variant zal toenemen tot van ca. 3.360 mg Cl/l (huidige situatie) tot ca. 4288 mg/l. Indien voor het peilbeheer het geringere (terug)pompdebiet van de Kreekraksluizen wordt gecompenseerd door extra toevoer uit het Albert kanaal kan de toename van het zoutgehalte enigszins worden beperkt tot 4.080 mg Cl/l (zie variant 2a).

Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand				
variant 2 : zout VZM, alleen schutverlies terugpompen, 3,5 m ³ /s minder uitlaat				
bron	water-in (m ³ /s)	zout-in (mg Cl/l)	zout-in (kg Cl/s)	water-uit (m ³ /s)
Kreekraksluis	-9,0	13500	-121,5	
Zoommeer (pomp)	9,0	13500	121,5	
Berendrechtsluis	3,5	6000	20,9	-5,4
Zandvlietsluis	0,1	6000	0,6	-6,2
Bouwdewijnsluis	0,0	6000	0,3	-2,9
v Cauwelaertsluis	0,0	6000	0,0	-1,9
Royersluis	0,0	6000	0,0	-1,0
lozingen	2,2	100	0,2	
Albertkanaal	11,5	100	1,2	
extra in- /uitlaat		6000		-0,2
uitwiss. via schutten Bschelde	30,0	6000	180,0	-30,0
totaal	47,4		203,2	-47,4
berekend Cl-gehalte Kanaalpand		4288		

Tabel 3.2 Water- en zoutbalans voor variant 2 (zout VZM en terugpompdebiet Kreekraksluis gelijk aan schutverlies)

Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand				
variant 2a : zout VZM, alleen schutverlies terugpompen, 3,5 m ³ /s extra inlaat Albertkanaal				
bron	water-in (m ³ /s)	zout-in (mg Cl/l)	zout-in (kg Cl/s)	water-uit (m ³ /s)
Kreekraksluis	-9,0	13500	-121,5	
Zoommeer (pomp)	9,0	13500	121,5	
Berendrechtsluis	3,5	6000	20,9	-5,4
Zandvlietluis	0,1	6000	0,6	-6,2
Bouwdewijnsluis	0,0	6000	0,3	-2,9
v Cauwelaertsluis	0,0	6000	0,0	-1,9
Royersluis	0,0	6000	0,0	-1,0
lozingen	2,2	100	0,2	
Albertkanaal	15,0	100	1,5	
extra in- /uitlaat		6000		-3,7
uitwiss. via schutten Bschelde	30,0	6000	180,0	-30,0
totaal	50,9		203,5	-50,9
berekend Cl-gehalte Kanaalpand		4000		

Tabel 3.3 Water- en zoutbalans voor variant 2a (zout VZM en terugpompdebiet Kreekraksluis gelijk aan schutverlies, extra zoetwater aanvoer via Albertkanaal)

variant 3: zout VZM geen terugpompdebiet Kreekraksluis.

In deze variant wordt verondersteld dat het terugpompen van water uit het Zoommeer komt te vervallen. Dit betekent dat er een watertoevoer van 9 m³/s vanuit Antwerpen richting Kreekraksluis stroomt. Uitgaande van een vergelijkbare waterbalans als voor de huidige situatie, zal in deze variant een extra toevoer van ca. 8,8 m³/s uit de Beneden Schelde moeten worden ingelaten.

Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand				
variant 3 : zout VZM, geen terugpompen, 3,7 m ³ /s minder uitlaat, 8,8 m ³ /s extra inlaat Bschelde				
bron	water-in (m ³ /s)	zout-in (mg Cl/l)	zout-in (kg Cl/s)	water-uit (m ³ /s)
Kreekraksluis	0,0		0,0	-9,0
Zoommeer (pomp)	0,0		0,0	
Berendrechtsluis	3,5	6000	20,9	-5,4
Zandvlietluis	0,1	6000	0,6	-6,2
Bouwdewijnsluis	0,0	6000	0,3	-2,9
v Cauwelaertsluis	0,0	6000	0,0	-1,9
Royersluis	0,0	6000	0,0	-1,0
lozingen	2,2	100	0,2	
Albertkanaal	11,5	100	1,2	
extra in- /uitlaat	8,8	6000	52,8	0,0
uitwiss. via schutten Bschelde	30,0	6000	180,0	-30,0
totaal	56,2		256,0	-56,2
berekend Cl-gehalte Kanaalpand		4556		

Tabel 3.4 Water- en zoutbalans voor variant 3 (zout VZM, geen terugpompdebiet Kreekraksluis)

Deze verandering heeft tot gevolg dat het zoutgehalte op het kanaalpand zal toenemen van ca. 3.360 mg Cl/l (huidige situatie) tot ca. 4.556 mg Cl/l. Dit gehalte zal ook ter hoogte van de Kreekraksluizen optreden.

Water- en zoutbalans Antwerps kanaalpand				
variant 3a : zout VZM, geen terugpompen, 3,7 m ³ /s minder uitlaat, 8,8 m ³ /s extra inlaat Bschelde, geen zoutwater via Bathse spuisluis				
bron	water-in (m ³ /s)	zout-in (mg Cl/l)	zout-in (kg Cl/s)	water-uit (m ³ /s)
Kreekraksluis	0,0		0,0	-9,0
Zoommeer (pomp)	0,0		0,0	
Berendrechtsluis	3,5	5000	17,4	-5,4
Zandvlietluis	0,1	5000	0,5	-6,2
Bouwdewijnsluis	0,0	5000	0,2	-2,9
v Cauwelaertsluis	0,0	5000	0,0	-1,9
Royersluis	0,0	5000	0,0	-1,0
lozingen	2,2	100	0,2	
Albertkanaal	11,5	100	1,2	
extra in- /uitlaat	8,8	5000	44,0	0,0
uitwiss. via schutten Bschelde	30,0	5000	150,0	-30,0
totaal	56,2		213,5	-56,2
berekend Cl-gehalte Kanaalpand		3801		

Tabel 3.4 Water- en zoutbalans voor variant 3a (zout VZM, geen terugpompdebiet Kreekraksluis, geen (zout)waterspui via Bathsespuisluis)

variant 3a

Indien het niet meer terugpompen uit het Zoommeer wordt gecombineerd met een alternatieve spui van het zout water, terug naar de Oosterschelde, dan zal het zoutgehalte in de Beneden Schelde vrijwel ongewijzigd blijven. Dit heeft tot gevolg dat het zoutgehalte op het kanaalpand slechts in geringe mate zal toenemen van ca. 3.360 mg Cl/l (huidige situatie) tot ca. 3.801 mg Cl/l (zie variant 3a). Dit gehalte zal ook ter hoogte van de Kreekraksluizen optreden.

4 Samenvatting en conclusies

Gevolgen voor het Schelde estuarium

Uit berekeningen met het Scaldis400 model kan worden afgeleid dat de afwatering zoutwater uit het Volkerak-Zoommeer zal resulteren in een verhoging van de chloride gehalten in het Schelde estuarium. Deze verhoging is het grootst nabij de Bathse spuisluis (jaargemiddelde 1,4-2,4 g/l). Ter plaatse van de Berendrechtsluis en de Zandvlietsluis dient rekening te worden gehouden met een verhoging van ca. 1,0 g Cl/l.

Het hogere spuidebiet (tot ca. 250 m³/s) leidt niet tot een zodanige verandering van het stroombeeld dat de scheepvaart hier hinder van ondervindt. Dit komt zowel door grote afstand van de spuislus tot de scheepvaartgeul, als het relatief kleine spuidebiet t.o.v. de getijdebieten tijdens de laagwater (=afwaterings) fase.

Gevolgen voor het Antwerps kanaal pand

Uit de voorgaande analyses kan worden afgeleid dat een zout Volkerak-Zoommeer zal resulteren in een verhoging van het zoutgehalte van het Antwerps kanaalpand. Deze verhoging heeft een aantal oorzaken. Zo zal als gevolg van het spuien van zoutwater in plaats van zoetwater via de Bathse spuisluis, het chloride gehalte in het Schelde estuarium en daardoor ook in de Zeeschelde, enigszins worden verhoogd. Deze verhoging werkt door op het Antwerpskanaalpand vanwege de wateruitwisseling met de Zeeschelde die het gevolg is de scheepvaartschuttingen door met name de Berendrechtsluis en de Zandvlietsluis.

Doordat in de huidige situatie, bovenop het schutverlies van de Kreekraksluizen (9 m³/s), ca. 3,5 m³/s extra zoetwater uit het Zoommeer naar het Kanaalpand wordt gepompt, wordt hierdoor het zoutgehalte in het noordelijk deel van het Kanaalpand relatief zoet gehouden. Bij een zout Volkerak-Zoommeer vervalt deze zoetwaterbron, waardoor het noordelijk deel eenzelfde zoutgehalte zal bereiken als de gehalten ter plaatse van de uitwisseling met de Zeeschelde. Indien ook in de toekomstige situatie bij de Kreekraksluizen meer water wordt teruggepompt dan het schutverlies, zal het Noordelijk deel van het kanaalpand eenzelfde zoutconcentratie krijgen als het Zoommeer.

In onderstaand overzicht (tabel 5.1) zijn voor een aantal varianten de gemiddelde gehalten gepresenteerd zoals die op basis van een water- en zoutbalans zijn berekend. Een schatting van de maximaal te verwachten gehalten is berekend voor de situatie dat er geen aanvoer van zoetwater uit het Albertkanaal komt. Een dergelijke situatie zou kunnen optreden in droge perioden. De aldus berekende maximale gehalten zijn opgenomen in de rechter kolom van tabel 5.1.

Uit het overzicht blijkt dat de concentratie veranderingen het grootst zijn voor het noordelijk deel van het Kanaalpand. Bij het in overmaat terugpompen van de het schutverlies van de kreekraksluizen zal dit noordelijk deel een vergelijkbaar chloride gehalte krijgen dan het Zoommeer dus ca. 13.500 mgCl/l. Vanwege de forse wateruitwisseling door de scheepvaartsluizen) zijn de veranderingen ter hoogte van de Berendrechtsluis en Zandvlietsluis beperkt en zijn deze direct gerelateerd aan de veranderingen in de Zeeschelde (ca. 6.000 in plaats van oorspronkelijk 5.000 mg Cl/l). Mede door deze grote invloed van de Zeeschelde zullen de veranderingen in het noordelijk deel nauwelijks doorwerken naar de havendokken en de zuidelijke vertakking naar het Albertkanaal.

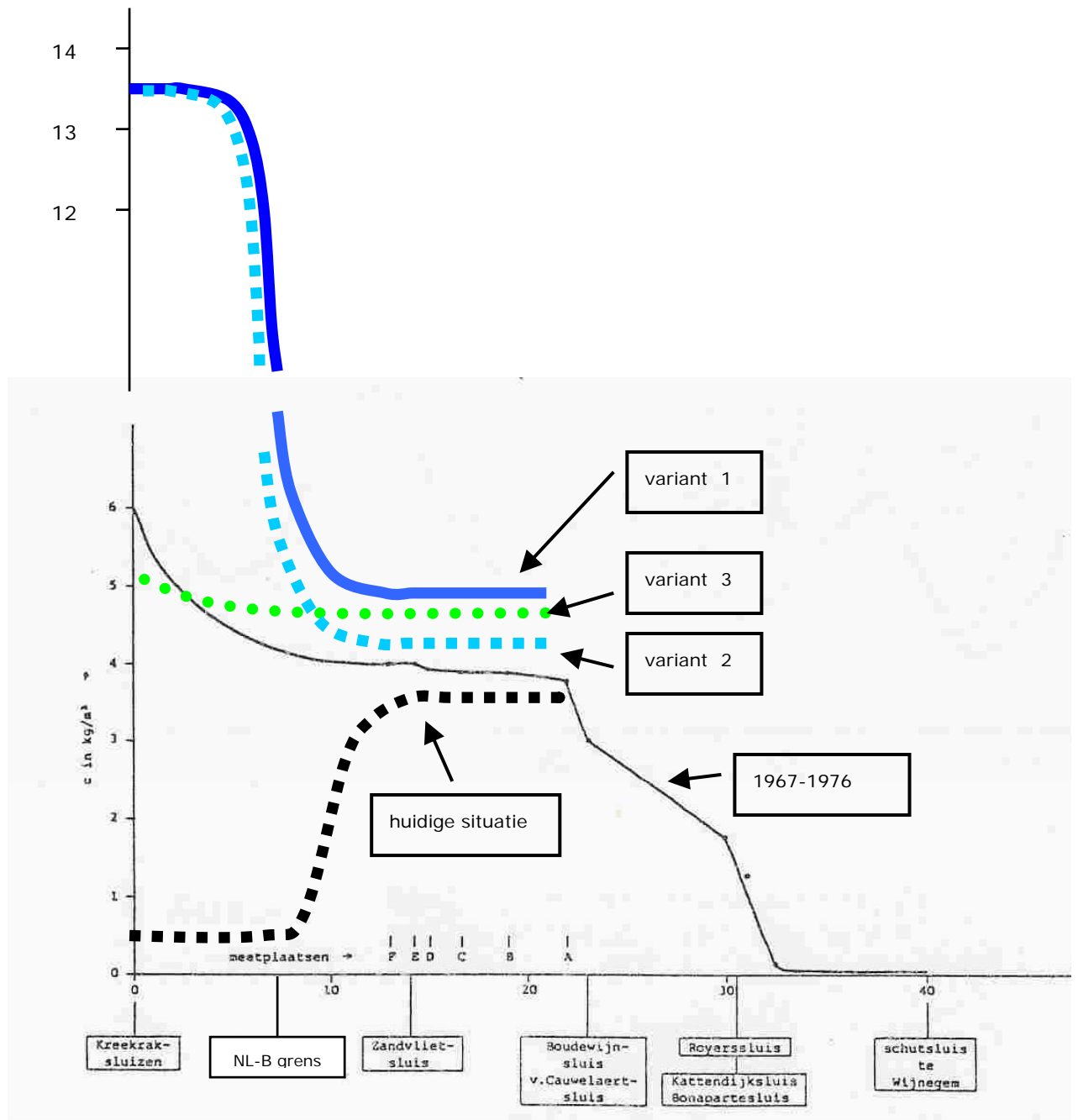
Dit wordt bevestigd door het concentratie verloop zoals dat in periode 1967-1976 is waarnomen en waarin het Zoommeer nog in open verbinding stond met de Oosterschelde (zie figuur 5.1). In deze figuur zijn in aanvulling op het historisch

verloop tevens de gehalten weergegeven voor de varianten 0 (huidig), 1 (zout VZM met ongewijzigde waterbalans), variant 2 (zout VZM, terugpompen gelijk aan het schutverlies van de Kreekraksluizen) en variant 3 (zout VZM, geen terugpompdebiet, maar extra waterinlaat uit de Zeeschelde).

Het chloride verloop zuidelijk van de Boudewijnsluis en Couwelaertsluis zal in grote lijnen vergelijkbaar zijn met het verloop van 1967-1976. Zoals uit de figuur 5.1 kan worden afgeleid worden de gehalten in dit deel van het pand vooral bepaald door de uitwisseling met de Zeeschelde ter hoogte van de Royersluis en de inlaat van zoet water uit het Albertkanaal.

variant	Cl-conc. (mg/l) Zoommeer	Cl-conc. (mg/l) Beneden Zeeschelde	Cl-conc. (mg/l) Kanaalpand nabij Kreekrak S	Cl-conc. (mg/l) Kanaalpand nabij Zandvliet S (gem.afvoer Albertkan.)	max Cl-conc. (mg/l) Kanaalpand nabij Zandvliet S (geen afvoer Albertkan.)
0. huidige situatie	400	5000	400	3360	4312
1. zout VZM, waterbalans ongewijzigd	13500	6000	13500	4922	6330
2. zout VZM, terugpomp=schutverlies, 3,5 m ³ /s minder uitlaat naar Zeeschelde	13500	6000	13500	4288	5631
2a. zout VZM, terugpomp=schutverlies, extra 3,5 m ³ /s inlaat uit Albertkanaal	13500	6000	13500	4000	5631
3. zout VZM, terugpomp=0, extra 8,8 m ³ /s inlaat uit Zeeschelde	< 13500	6000	4556	4556	5704
3a. zout VZM, terugpomp=0, extra 8,8 m ³ /s inlaat uit Zeeschelde, geen zout waterspui via de Bathse spuisluis	< 13500	5000	3801	3801	4757

tabel 5.1 Overzicht van berekende Cl-gehalten (mg/l) voor de beschouwde varianten

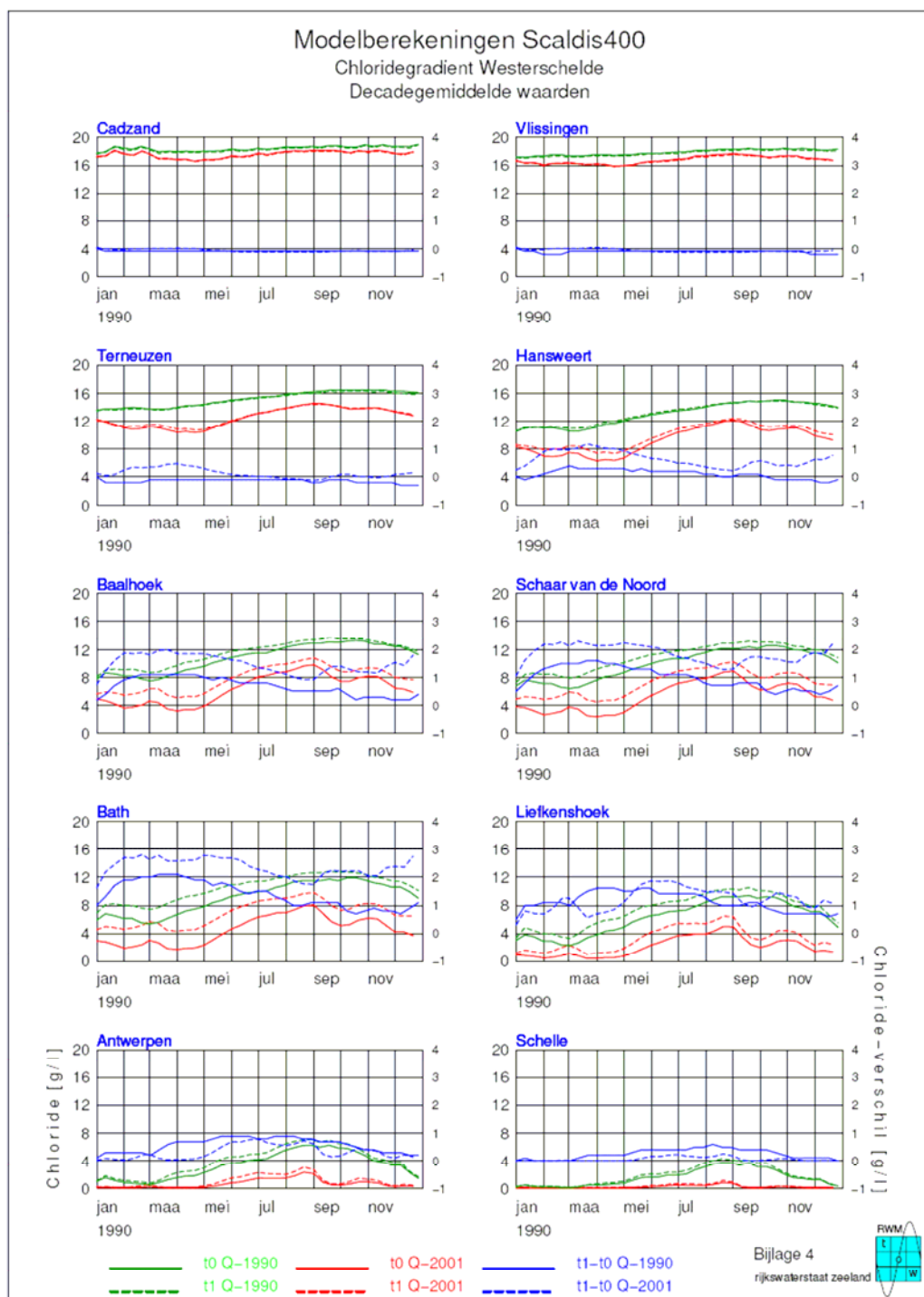


figuur 5.1 Overzicht van berekende Cl-gehalten (mg/l) in het Antwerps kanaalpand en de havendokken voor de beschouwde varianten t.o.v. de historische situatie van 1967-1976 (ref. 2)

5 Referenties

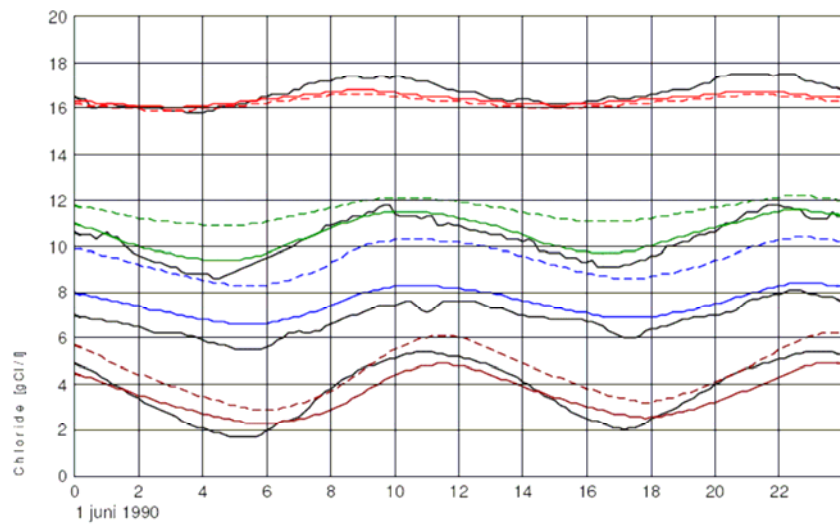
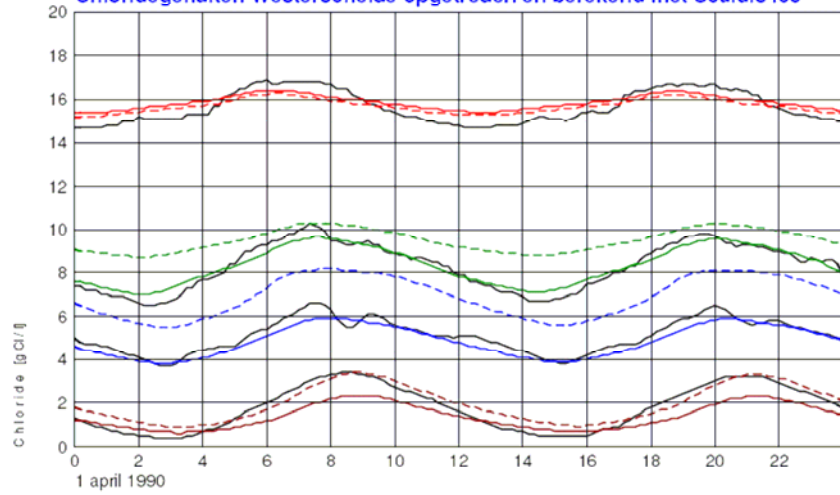
1. Deltares, Waterkwaliteit en ecotopen in een zout Volkerak-Zoommeer, Planstudie Volkerak-Zoommeer, juni 2008
2. Rijkswaterstaat-DBW/RIZA, Onderzoek naar de zoutindringing op de Antwerpse havendokken en het Albertkanaal bij lage debieten, nota 86.27, september 1986
3. Rijkswaterstaat Waterdienst, Effecten van een zout Volkerak-Zoommeer op de Ooster- en Westerschelde, juli 2008 (zie bijlage Lievense, P , Verkenning naar het effect van spuien vanuit een zout Volkerak-Zoommeer op de zoutgradiënt in de Westerschelde, Memo 25 februari 2008, RWS-ZL)

A.1 Modelberekeningen met het Scaldis400 model (ref. 3)



Chloride Westerschelde

Chloridegehalten Westerschelde opgetreden en berekend met Scaldis400



- | | |
|---------------------|---------------------|
| — HFPL opgetreden | — PROS opgetreden |
| — HFPL waqua t0 | — PROS waqua t0 |
| - - - HFPL waqua t1 | - - - PROS waqua t1 |
| — BAAL opgetreden | — ANTW opgetreden |
| — BAAL waqua t0 | — ANTW waqua t0 |
| - - - BAAL waqua t1 | - - - ANTW waqua t1 |

Bijlage 5

rijkswaterstaat zeeland



A.2 **Indicatie effecten op de stroming in de Westerschelde bij Bath i.g.v. de zoute planstudie-variant Volkerak-Zoommeer (VZM)**

memo: Leen Dekker (RWS-Zeeland, 21 augustus 2008)

In geval van de zoute planstudievariant VZM wordt via de Bathse spuisluis daggemiddeld 90 tot 100 m³/s zout water (13.5 g/l) gespuid op de Westerschelde, waar ter plaatse het zoutgehalte varieert van 1 tot 10 g/l. Aangezien er alleen gespuid wordt in de laagwaterperiode kan het werkelijke debiet oplopen tot orde 250 m³/s op het moment van laagwater als het verval tussen Zoommeer en Westerschelde maximaal is.

Eén van de vragen, die hierbij van Vlaamse zijde naar voren kwam, was: wat is het (lokale) effect van dit spuidebiet op de stroming in de Westerschelde, met name ter plaatse van de scheepvaartgeul?

Aangezien de uitstroomzijde van de Bathse spuisluis ca. 1400 m van de scheepvaartgeul verwijderd is, wordt geen 'directe' invloed van de spuistroom op de stroming in de scheepvaartgeul verwacht.

Daarnaast zou een 'indirecte' invloed op de stroming in de scheepvaartgeul kunnen optreden als er als gevolg van dichtheidsverschillen stroomnaden optreden, die kunnen ontstaan door onvoldoende menging. Aangezien het debiet door de scheepvaartgeul maar gedurende een beperkte tijd tijdens de spuiperiode kleiner is dan 2500 m³/s (doodtjissituatie in de raai t.h.v. de spuisluis, afgeleid uit figuur 1) en de mengverhouding getijdebiet/spuidebiet derhalve bijna continue minimaal 10 bedraagt, wordt de kans op hinderlijke (dwars)stroming in de scheepvaartgeul door stroomnaden klein geacht.

Aanvullend wordt opgemerkt:

1. In de huidige situatie, waarbij zoet water (0.5 g/l) wordt geloosd, zijn het minder frequent met dergelijke grote debieten, zijn geen problematische effecten op de stroming in de scheepvaartgeul bekend.
2. Uit de Scaldis400-stroombeelden dd 19 januari 1990 bij doodtij en een hoge Schelde-afvoer (zoutgehalte Westerschelde orde 1 g/l) uit de simulatie met spuidebiet VZM (lit 1) blijkt geen hinderlijke (dwars)stroming. In figuur 2 is ter illustratie van deze datum het stroombeeld tijdens het maximum spuidebiet gegeven.

Samenvattend wordt de kans op hinderlijke effecten op de stroming in de scheepvaartgeul van de Westerschelde als gevolg van het zoute spuidebiet in geval van de zoute planstudievariant VZM klein geacht.

Lit. 1 Verkenning naar het effect van spuien vanuit een zout VKZM op de zoutgradiënt in de Westerschelde, Rijkswaterstaat Zeeland, memo dd 25 februari 2008.

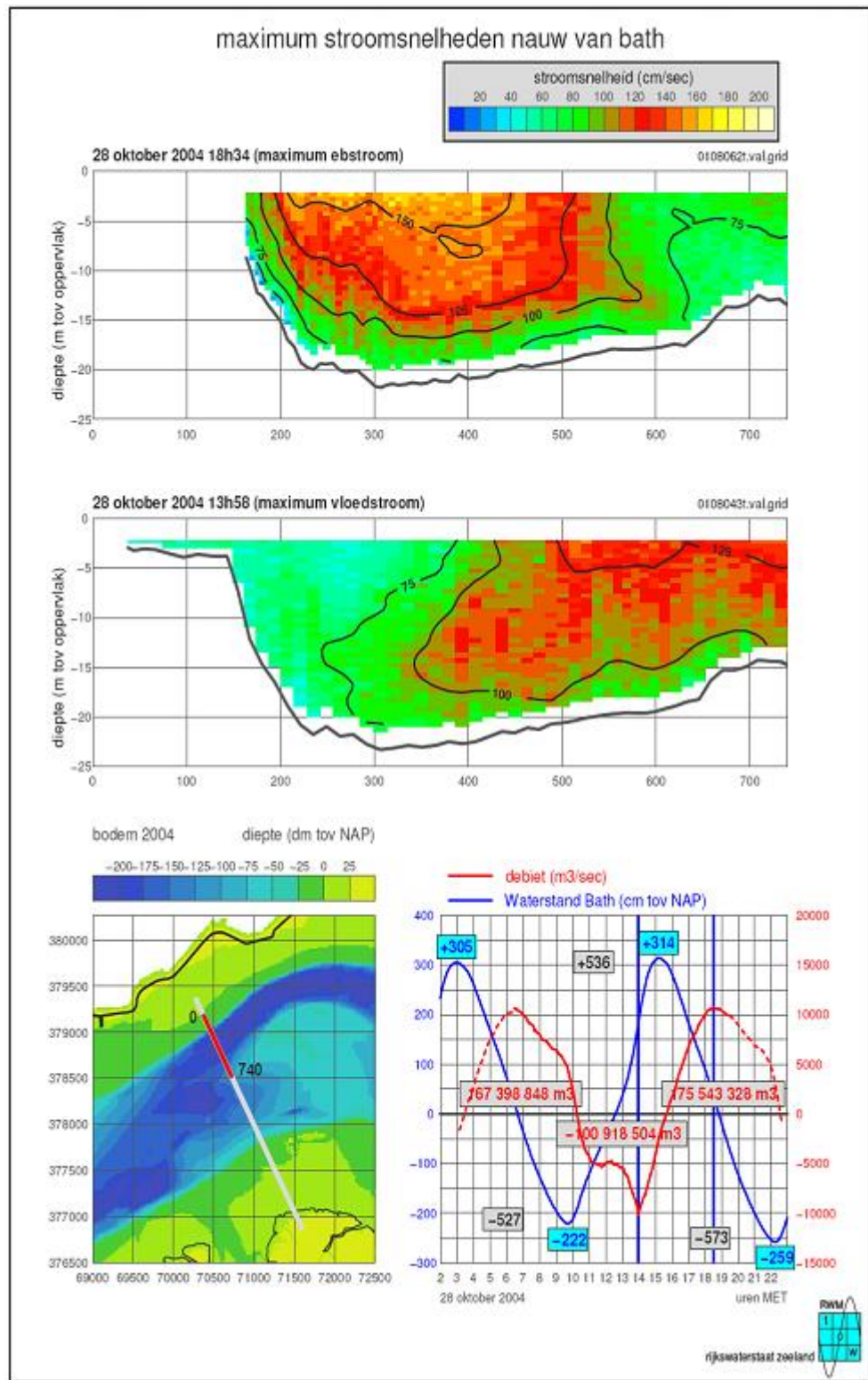


FIG 1: Debiet Nauw van Bath dd 28 oktober 2004

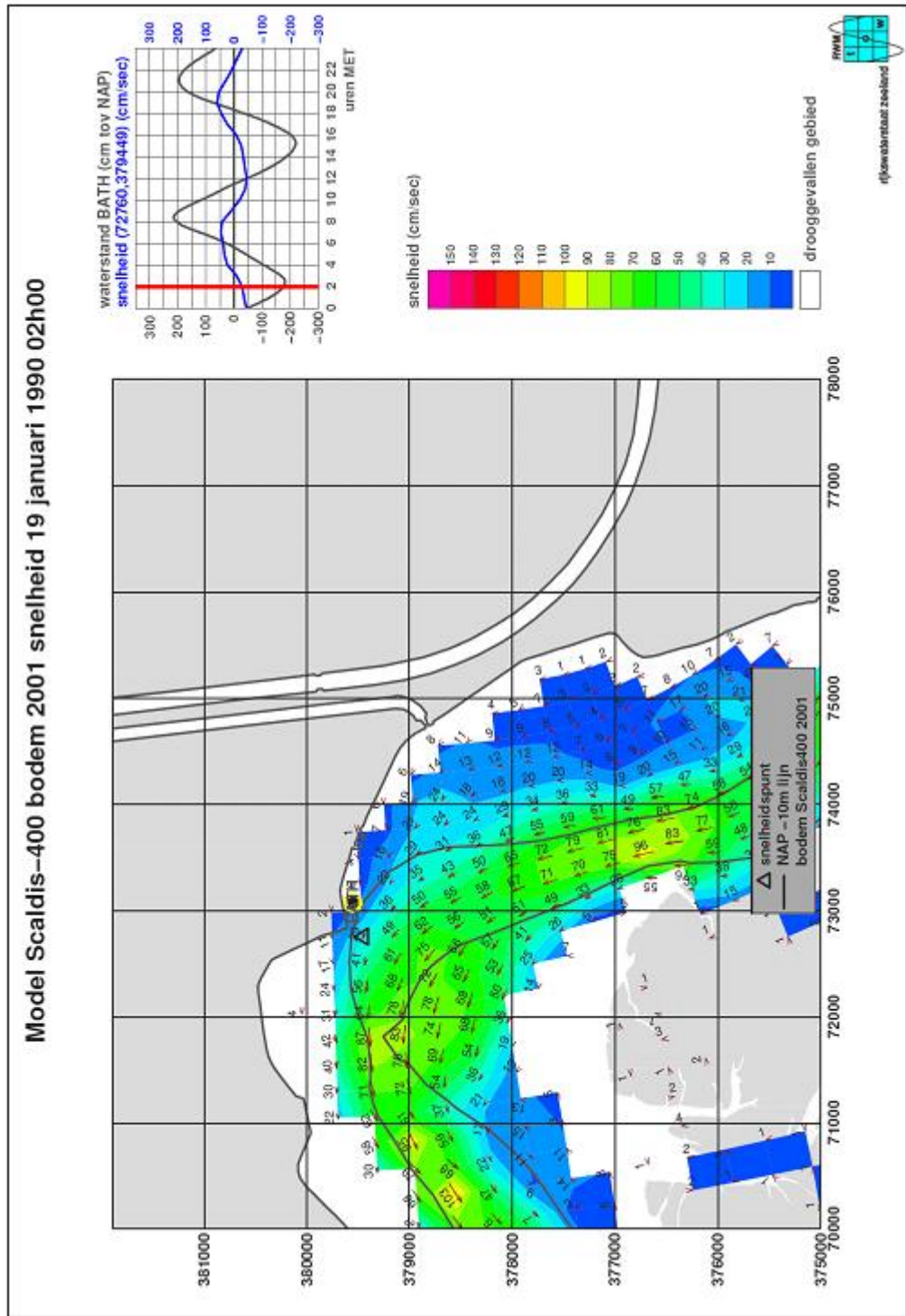


FIG 2: Stroombeeld Bath dd 19 januari 1990 om 2h00 (maximum spuidebiet VZM)