

**Quick scan effecten Selectieve  
Onttrekking op koelwaterlozingen  
en Immissietoets**

11200215-000

## Titel

Quick scan effecten Selectieve Onttrekking op koelwaterlozingen en Immissietoets

<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
11200215-000	11200215-000-HYE-0011	17

## Trefwoorden

Noordzeekanaal, Selectieve Onttrekking, Koelwaterlozingen, Immissietoets

## Samenvatting

Door de ingebruikname van de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden zal de zoutlast op het Noordzeekanaal (NZK) en het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) toenemen. Om de extra zoutlast weg te nemen heeft RWS besloten om bij IJmuiden een constructie voor Selectieve Onttrekking (SO) uit te werken en vervolgens te bouwen. Bij het bepalen van de Klanteisenspecificatie (KES) voor de SO zijn twee punten geïdentificeerd die mogelijk van grote invloed kunnen zijn op het ontwerp.

- (1) Omdat de SO in beginsel alleen (zouter) water uit de diepere lagen van de Velserkom onttrekt, zouden er problemen kunnen ontstaan met de afvoer van warm oppervlaktewater afkomstig van koelwaterlozingen in de omgeving van Velsen.
- (2) Veranderingen in de stroomsnelheden van de bovenste waterlagen veroorzaakt door de SO kunnen eveneens gevolgen hebben voor de uitkomsten van de Immissietoets.

In het voorliggende rapport zijn de effecten van de SO op de koelwaterlozingen en de Immissietoets beoordeeld op basis van een Quick Scan van de beschikbare informatie: de verleende vergunningen, de gehanteerde beoordelingssystematiek en de resultaten van recente modelberekeningen voor het NZK en ARK voor de droge warme periode uit 2003. De conclusie is dat de invloed van de SO in combinatie met het Projectalternatief op beide aspecten respectievelijk enigszins gunstiger of klein is, in vergelijking met de AO.

## Referenties

RWS offerteaanvraag voor het project "Selectieve onttrekking fase 1: hydraulische eisen en verificatie", zaaknummer 31127958, 16 maart 2017;  
 Deltares offerte 11200215-000-HYE-0010 van 14 april 2017;  
 RWS opdracht met zaaknr. 31127958 van <datum>.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
0	mei 2017	Wilbert Verbruggen Frank Kleissen		Arnout Bijlsma		Klaas Jan Bos	

## Status

concept

Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.

## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2 Aanpak</b>	<b>1</b>
2.1 Koelwaterlozingen	1
2.2 Immissietoets	3
<b>3 Basis van de Quick Scan</b>	<b>3</b>
3.1 Beschikbare simulaties voor het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal	3
3.2 Koelwaterlozingen in het model en volgens huidige vergunningen	4
3.3 CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen	5
3.4 Maatgevende periode	5
<b>4 Resultaten koelwaterlozingen</b>	<b>6</b>
4.1 Algemeen	6
4.2 Criterium 1	8
4.3 Criterium 2	10
4.4 Criterium 3	11
4.5 Verdere overwegingen	12
<b>5 Implicaties voor de immissietoets</b>	<b>14</b>
<b>6 Conclusies Quick Scan</b>	<b>17</b>
<b>Referenties</b>	<b>18</b>

## 1 Inleiding

Door de ingebruikname van de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden zal de zoutlast op het Noordzeekanaal (NZK) en het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) toenemen. Om de extra zoutlast weg te nemen heeft RWS besloten om bij IJmuiden een constructie voor Selectieve Onttrekking (SO) uit te werken en vervolgens te bouwen.

Bij het bepalen van de Klanteisenspecificatie (KES) voor deze Selectieve Onttrekking kwamen bij RWS twee punten naar voren die potentieel van grote invloed kunnen zijn op het ontwerp van de Selectieve Onttrekking, zie [1]:

- 1 Omdat de SO in beginsel alleen (zouter) water uit de diepere lagen van de Velserkom onttrekt, kunnen er problemen ontstaan met de afvoer van warm oppervlaktewater.
- 2 Veranderingen in de stroomsnelheden van de bovenste waterlagen t.g.v. de SO kunnen eveneens gevolgen hebben voor de (uitkomsten van) de Immissietoets.

RWS heeft een voorstel geschreven [1] om de effecten van de Selectieve Onttrekking op de warmteafvoer en de Immissietoets te bepalen. De geformuleerde onderzoeksvragen zijn hieronder weergegeven.

Ten aanzien van de watertemperatuur is de onderzoeksvraag van RWS als volgt:

- 1 Wat is de invloed van selectie onttrekking op het temperatuurverloop in het NZK, uitgaande van een situatie met lage afvoer, zoals in 2003 is opgetreden.

Ten aanzien van immissie zijn de onderzoeksvragen van RWS als volgt:

- 2 Verandert als gevolg van de SO het stromingspatroon in het Noordzeekanaal?
- 3 Indien dit het geval is, heeft dit invloed op de stroomsnelheid/verblijftijd van de bovenste waterlagen?
- 4 Zo ja, wat is de invloed hiervan op de resultaten van de Immissietoets ten opzichte van de huidige situatie (in Velsen, ter hoogte van de Amerikahaven, de Westhaven, Voorzaan, de Jan van Riebeeckhaven en de Mercuriushaven)?

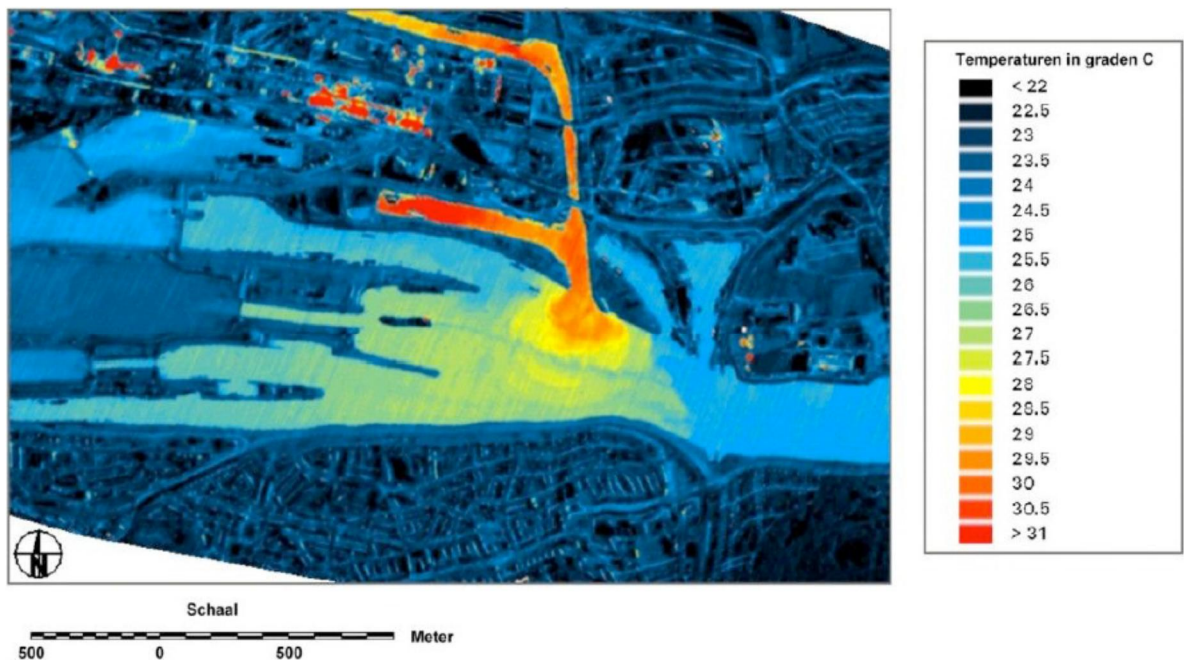
Ten aanzien van het vigerende wettelijke kader is de CIW beoordelingssystematiek voor warmtelozingen van toepassing (e-mail van Arjen Kikkert van 29 maart 2017).

In verband met de planning van RWS is het van belang dat op korte termijn (uiterlijk begin mei 2017) de eerste resultaten beschikbaar zijn. Om die reden gaat de onderstaande aanpak uit van een Quick scan.

## 2 Aanpak

### 2.1 Koelwaterlozingen

De diverse koelwaterlozing in de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven, het Binnenkanaal en de Staalhaven zie bijv. de thermisch-infrarood opname in Figuur 2.1, hebben naar verwachting het meest last van de SO. Ten gevolge van de koelwaterlozingen ontstaat er in de mond van de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven een uitwisselings-stroming, waarbij aan het oppervlak warm water uitstroomt in de Velserkom, zie Figuur 2.1. Een groot deel van de geloosde warmte wordt



Figuur 2.1 "Met een thermisch-infraroodscanner is koelwater van 31°C te zien dat in het Noordzeekanaal bij Velsen wordt geloosd, dat 25°C is. Ook het zog van een schip is in de warmwaterpluim zichtbaar. (© Rijkswaterstaat AGI en Noordzee)" uit [2].

afgegeven aan de atmosfeer. De rest zal na enige opmenging het gebied verlaten door de scheepvaartsluizen (uitwisselings-stromingen), en via het Binnenspuikanaal (BSK) door spuien en pompen. Wanneer de warmteafvoer door de sluizen (weinig schutten) of door het BSK (laag afvoerdebiet) afneemt, zal in principe de watertemperatuur in de Velserkom toenemen totdat door toegenomen warmteafgifte aan de atmosfeer een nieuw evenwicht wordt bereikt.

Relevant is vervolgens welke toestanden ten aanzien van sluisconfiguratie en ladingstroom worden vergeleken. We nemen aan dat de vergelijking van het Projectalternatief (Nieuwe zeesluis, ladingstroom 125 MTPA) uitgebreid met de Selectieve Onttrekking (PA+SO) met de Autonome Ontwikkeling (Noordersluis, 95 MTPA) zonder SO (AO) maatgevend is. De vergelijking van PA+SO met PA is hier niet relevant.

Bijlage I in [3] geeft een schatting de uitwisselingsdebieten door de scheepvaartsluizen voor de Autonome Ontwikkeling en het Projectalternatief van resp. 63 m<sup>3</sup>/s en 103 m<sup>3</sup>/s (jaargemiddeld, alle sluizen opgeteld). De toename van de uitwisseling in het Projectalternatief is geschat op ongeveer 40 m<sup>3</sup>/s, terwijl de jaargemiddelde afvoer via het BSK in deze berekeningen 68 m<sup>3</sup>/s was. In het PA wordt er dus via de scheepvaartsluizen meer (warm) oppervlakte water afgevoerd, en meer (potentieel koeler) zeewater ingelaten. Indien we veronderstellen dat ten gevolge van het selectief onttrekken van water uit de onderlaag in de Velserkom er in het geheel geen extra warmte via de spuisluizen en pompen meer wordt afgevoerd, dan zou de toename van het uitwisselingsdebiet (ongeveer 40 m<sup>3</sup>/s) dit tenminste voor een deel kunnen compenseren. De mate waarin is afhankelijk van de precieze temperatuurverhoging die in beide situaties gerealiseerd wordt.

In de recent uitgevoerde berekeningen voor de periode juli - oktober 2003 zijn in de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven en het Binnenkanaal warmtelozingen meegenomen, zie [3]. In hoeverre de gemodelleerde warmtelozingen voldoende representatief zijn voor de verleende vergunningen en ev. ontheffingen in de zomer van 2003, moet worden nagegaan. In ieder

geval geeft de vergelijking van de resultaten voor de watertemperaturen tussen de berekeningen voor PA+SO en AO een eerste indruk van het effect van SO op de temperatuurverdeling in het gebied, zowel voor normale als voor extreme condities (droog & warm).

In de hier beschreven Quick scan wordt de invloed van SO op het temperatuurverloop in het NZK tijdens een situatie met lage afvoer ingeschat op basis van expert interpretatie van beschikbare simulatieresultaten. Daarbij wordt het oordeel gebaseerd op de CIW beoordelingssystematiek. Voor karakteristieke momenten en plaatsen worden de verschillen in berekende watertemperatuur tussen PA+SO en AO geïnterpreteerd. Daarbij wordt zoveel mogelijk rekening gehouden met eventuele verschillen in warmtelozingen tussen model en vergunningen, en ook met de eventuele gevolgen van een sterkere zoutstratificatie in de Velserskom dan gemodelleerd, zoals waargenomen in metingen.

## 2.2 Immissietoets

Voor de beoordeling van de invloed van Selectieve Onttrekking op de Immissietoets is de verandering van de stroomsnelheden in het NZK ten gevolge van de SO van belang. Ook hier wordt de verandering beschouwd voor de toestand Projectalternatief met Selectieve Onttrekking (PA+SO) ten opzichte van de Autonome Ontwikkeling (AO), aannemende dat dit verschil representatief is (onderzoeksvraag 4 spreekt namelijk van de 'huidige situatie', maar daarvan zijn geen corresponderende berekeningen beschikbaar). De veranderingen in stroomsnelheden worden afgeleid uit de beschikbare berekeningen voor de betreffende toestanden. De doorwerking van de geconstateerde verschillen in stroomsnelheden naar de Immissietoets wordt bepaald op basis van expert judgement. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar locatie: Velsen, ter hoogte van de Amerikahaven, de Westhaven, Voorzaan, de Jan van Riebeeckhaven en de Mercuriushaven.

## 3 Basis van de Quick Scan

### 3.1 Beschikbare simulaties voor het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal

Zoals aangegeven is de quick scan gebaseerd op de simulaties die in eerder zijn uitgevoerd voor 2003 om de effectiviteit van de selectieve onttrekking m.b.t. het afvoeren van zout voor een droge (en warme) periode te analyseren [3]. In deze studie worden de resultaten van het Projectalternatief (Nieuwe zeesluis, ladingstroom 125 MTPA) inclusief Selectieve Onttrekking (PA+SO) vergeleken met de Autonome Ontwikkeling (Noordersluis, 95 MTPA) zonder Selectieve Onttrekking (AO). De Autonome Ontwikkeling wordt gezien als de referentiesituatie. Voor een gedetailleerde beschrijving van de randvoorwaarden van de simulaties wordt verwezen naar [3].

In aanvulling daarop dient vermeld te worden dat in de gekoppelde Delft3D-WANDA-Locks simulaties de keuze is gemaakt om de temperatuur van het inkomende water vanuit de scheepvaartsluizen aan te laten sluiten bij de temperatuur in de Velserskom. Het inkomende water is in deze simulaties daarom gelijk gehouden aan de dieptegemiddelde temperatuur in de voorhavens van de scheepvaartsluizen. Aangezien de watertemperatuur bij de voorhavens beïnvloed wordt door de koelwaterlozingen bij Velsen en verder bovenstreams is de gemiddelde watertemperatuur vermoedelijk hoger dan de werkelijke temperatuur van het inkomende kolkwater (dat deels uit zeewater bestaat). Het eventuele effect van deze modelkeuze wordt verder besproken in Paragraaf 4.5.

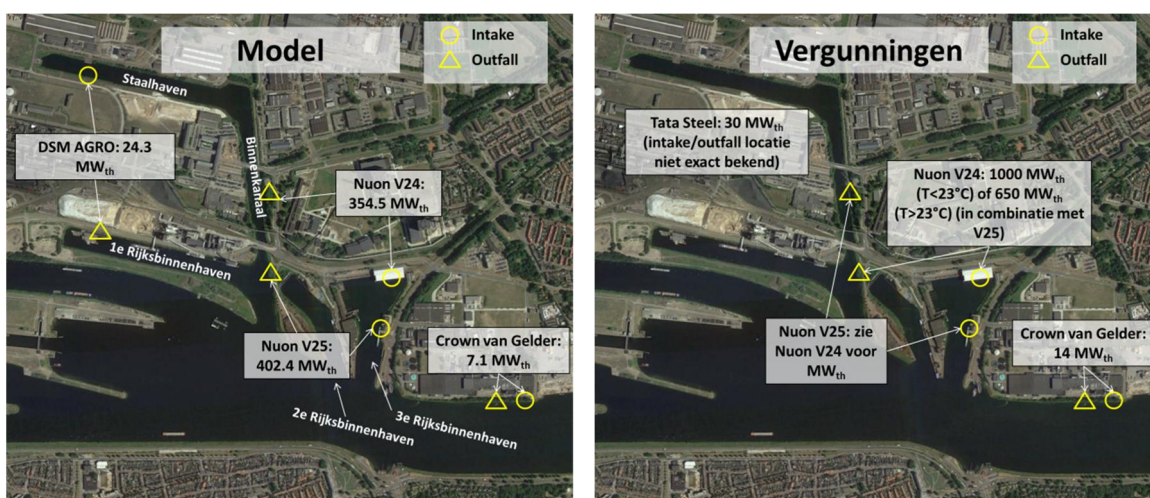
### 3.2 Koelwaterlozingen in het model en volgens huidige vergunningen

Om de invloed van de selectieve onttrekking op de koelwaterlozingen te kunnen analyseren is het van belang dat de gemodelleerde koelwaterlozingen in voldoende mate overeenkomen met de actuele vergunde lozingen. Aangezien de selectieve onttrekking vooral invloed heeft op het gebied direct ten oosten van het sluisencomplex wordt in deze paragraaf vooral ingegaan op de koelwaterlozingen bij Velsen.

Figuur 3.1 toont een overzicht van de koelwaterlozingen bij Velsen zoals opgenomen in het model en volgens de huidige vergunningen (status april 2017). Het grootste deel van de warmtelast wordt veroorzaakt door de lozingen door Nuon Eenheid V24 en V25. In het model is de gecombineerde warmtelast vanuit Nuon 757 MW<sub>th</sub> gedurende de gehele simulatie. De vergunning specificeert een maximale warmtelast van 1000 MW<sub>th</sub> tijdens lage achtergrondtemperaturen ( $T < 23^{\circ}\text{C}$ ) en maximaal 650 MW<sub>th</sub> bij hoge achtergrondtemperaturen ( $T > 23^{\circ}\text{C}$ ). In deze quick scan is de focus op de meest maatgevende periode wat betreft de criteria (zie paragraaf 3.4), wanneer hoge achtergrondtemperaturen optreden (2<sup>e</sup> week augustus 2003). In deze periode sluit de gemodelleerde warmtelast redelijk aan bij de vergunde warmtelast (15% hoger dan vergund). Opgemerkt wordt dat de lozingspunten in het Binnenkanaal en de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven van Nuon V24 en V25 in het model omgewisseld zijn. Het effect van deze omwisseling op de huidige Quick Scan is gering, aangezien beide lozingen in het model van vergelijkbare grootte zijn.

In het model is ook een koelwaterlozing voor DSM AGRO aanwezig van 24,3 MW<sub>th</sub> met het inname punt in de Staalhaven en de lozing in de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven. Inmiddels is deze fabriek afgebroken en de lozingsvergunning vervallen. Wat betreft warmtevracht is de DSM AGRO lozing in het model een orde kleiner dan de Nuon lozingen. Wel dient opgemerkt te worden dat de temperatuurverhoging bij de outfall relatief hoog is (+11,6°C tegenover +5,1°C en +6,2°C voor Nuon V24 respectievelijk Nuon V25), waardoor deze koelwaterlozing in de berekende oppervlaktetemperaturen (en in Figuur 2.1) juist erg opvalt.

Op dit moment heeft Tata Steel vergunning om maximaal 30 MW<sub>th</sub> te lozen in de Staalhaven (opgave RWS). De exacte locatie van de intake en outfall zijn op het moment van schrijven van deze rapportage niet bekend. In het model is de Tata Steel lozing niet aanwezig.



Figuur 3.1 Vergelijking gemodelleerde en vergunde koelwaterlozingen rondom Velsen

Crown van Gelder heeft een vergunning om koelwater te lozen op het Noordzeekanaal, zie Figuur 3.1. In het model is een lozing van 7,1 MW<sub>th</sub> aanwezig. De huidige vergunning is 14 MW<sub>th</sub> jaargemiddeld, en 23 MW<sub>th</sub> piek bij trippen van de WKK (Opgave RWS).

Gedurende de periode van interesse voor deze studie (zie paragraaf 3.4) is de totale warmtevracht rond Velsen in het model 788 MW<sub>th</sub> en op basis van de vergunningen 694 MW<sub>th</sub>. De gemodelleerde totale warmtelast komt daarmee voldoende overeen met de vergunningen voor een relatieve beschouwing van het effect van de selectieve onttrekking. Het model kan als conservatief gezien worden qua warmtelast bij Velsen.

Ten oosten van Velsen zijn meerdere koelwaterlozingen aanwezig op het Noordzeekanaal. De grootste hiervan is de Hemwegcentrale in de haven van Amsterdam. In het model is een koelwaterlozing van 743 MW<sub>th</sub> aanwezig voor deze centrale. In het beoordelingsdocument voor de vergunning van Nuon Velsen worden verschillende warmtelasten voor de Hemwegcentrale beschouwd, namelijk 661-1600 MW<sub>th</sub> [4]. Momenteel is voor Nuon Hemweg HW8 en HW9 maximaal 1150 MW<sub>th</sub> vergund, gemiddeld over 24 uur [5]. Aangezien de warmte lozing van de Hemwegcentrale resulteert in een voorbelasting van warmte voor Velsen, leidt de relatief lage warmtelast in het model mogelijk tot een lichte onderschatting van de watertemperaturen bij Velsen. In de relatieve beschouwing speelt dit geen rol.

### 3.3 CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen

Op de koelwaterlozingen is de CIW beoordelingssystematiek van toepassing. De volgende criteria gelden voor koelwaterlozingen in het Noordzeekanaal [6]:

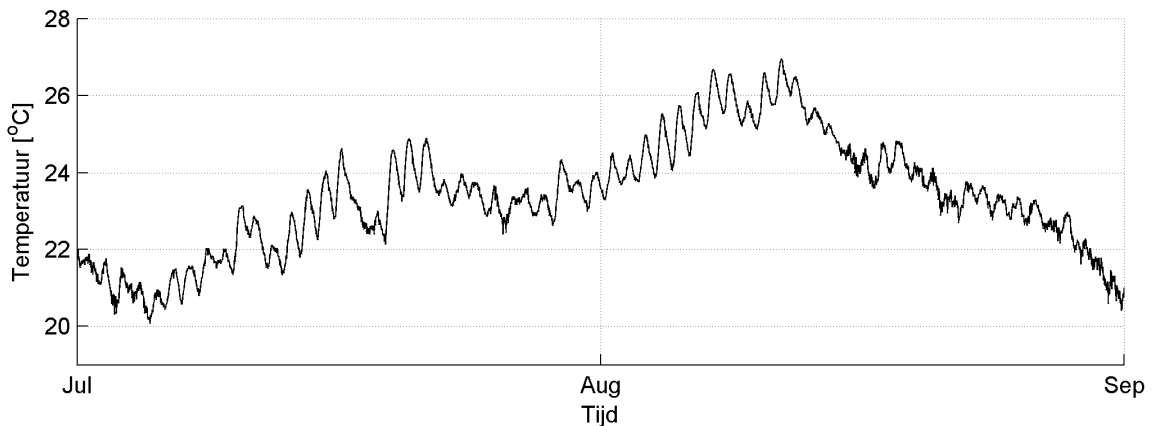
1. De *mengzone* ( $T > 30^{\circ}\text{C}$ ) mag maximaal 25% van de natte dwarsdoorsnede beslaan.
2. De maximale *opwarming* over een dwarsprofiel als gevolg van de lozingen is  $3^{\circ}\text{C}$  t.o.v. de achtergrondtemperatuur tot een maximum van  $28^{\circ}\text{C}$ .
3. De grootte van het gebied waarbinnen meer dan  $3^{\circ}\text{C}$  opwarming optreedt wordt begrensd tot 20% van het betreffende kanaaloppervlak in dier voege dat het genoemde gebied zodanig wordt verdeeld dat per bestaande locatie (2 centrales langs elk der 2 kanalen) maximaal 10% van het betreffende kanaaloppervlak met meer dan  $3^{\circ}\text{C}$  mag worden opgewarmd.

Het derde criterium lijkt geen deel meer uit te maken van de nieuwe CIW criteria [6], maar werd in het beoordelingsdocument voor Nuon bij Velsen [4] wel als maatgevend criterium gebruikt. Op basis van dit beoordelingsdocument is ervoor gekozen om dit criterium in de huidige quick scan mee te nemen. Bij alle criteria wordt in deze quick scan gekeken naar daggemiddelde waarden. Consistent met het beoordelingsdocument voor Nuon bij Velsen [4] is ervoor gekozen om de watertemperatuur bij Schellingwoude als achtergrondtemperatuur te gebruiken. Gebruikelijker is het om de watertemperatuur bij Wijk bij Duurstede als achtergrondtemperatuur voor het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal te hanteren (A. Kikkert, persoonlijke communicatie). Dit heeft echter geen invloed op de relatieve beschouwing in deze quick scan.

### 3.4 Maatgevende periode

Figuur 3.2 toont het verloop van de gemodelleerde watertemperatuur aan het oppervlak ter plaatse van de Velsertunnel voor de maanden juli en augustus 2003. De hoogste watertemperatuur wordt bereikt tijdens de 2<sup>e</sup> week van augustus (rond 12 augustus 2003). Aangezien de criteria (zie paragraaf 3.3) naast de achtergrondtemperatuur ook van de absolute temperatuur afhangen is de periode rond 12 augustus 2003 geselecteerd als maatgevende periode.





Figuur 3.2 Gemodelleerde watertemperatuur aan het wateroppervlak ter hoogte van de Velsertunnel

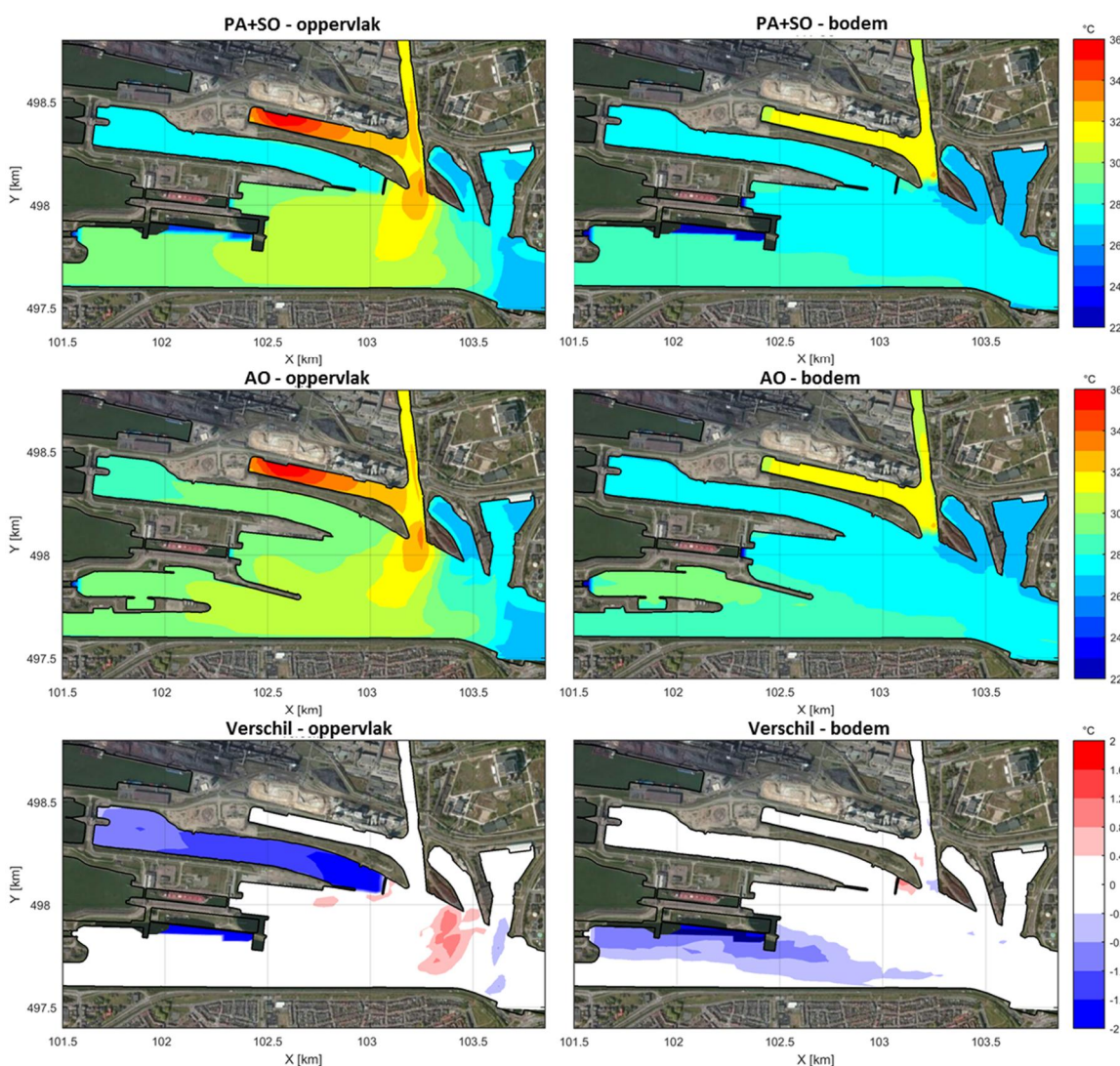
## 4 Resultaten koelwaterlozingen

In paragraaf 4.1 wordt een algemeen overzicht gegeven van de watertemperatuurverdeling rondom de Velserkom voor zowel de Autonome Ontwikkeling als het Projectalternatief inclusief Selectieve Onttrekking. Vervolgens wordt voor beide toestanden gekeken naar de resultaten met betrekking tot de drie beschouwde criteria (zie paragraaf 3.3 voor een overzicht van de criteria).

### 4.1 Algemeen

Figuur 4.1 toont de maximale temperatuur aan het wateroppervlak en aan de bodem voor het Projectalternatief inclusief Selectieve Onttrekking en de Autonome Ontwikkeling. Aan het oppervlak is duidelijk te zien dat de hoogste temperaturen in het model optreden in de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven en het Binnenkanaal. De hoge temperatuur in de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven wordt vooral veroorzaakt door de lozing van DSM die nog wel in het model meegenomen werd, maar in werkelijkheid niet meer aanwezig is (zie paragraaf 3.2). Hoewel deze lozing duidelijk zichtbaar is in de figuren, is de invloed van deze lozing op de totale warmtelast bij Velsen gering, aangezien de gecombineerde Nuon lozingen qua warmtevracht ongeveer een factor 10 groter zijn. De onderste figuren tonen het verschil tussen de twee beschouwde simulaties aan het oppervlak en de bodem.

Aan het oppervlak is duidelijk te zien dat de maximum temperatuur in het Binnenspuikanaal voor het PA+SO ongeveer 1 – 2°C lager is dan voor het AO. Daarnaast zijn nog geringe verschillen te zien in het oostelijke gedeelte van de Velserkom. In het Noordzeekanaal ter hoogte van de 2<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven is de maximale temperatuur voor het PA+SO lokaal ongeveer 0,5 – 1°C hoger dan voor de AO. Ter hoogte van de 3<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven is de maximale temperatuur voor het PA+SO in een kleine strook echter iets lager dan voor de AO. Deze geringe verschillen worden veroorzaakt door een verschuiving van de koelwaterpluim. Door de 'blokkade' van de oppervlaktelagen bij de selectieve onttrekking wordt de warmte minder snel richting de zee afgevoerd, waardoor een de pluim enkele honderden meters verder naar het oosten reikt. Deze verschuiving heeft echter geen grote invloed op de beoordeling volgens de CIW criteria, aangezien de verschillen zich niet in de maatgevende doorsnede bevinden, zie verder paragraaf 4.2.



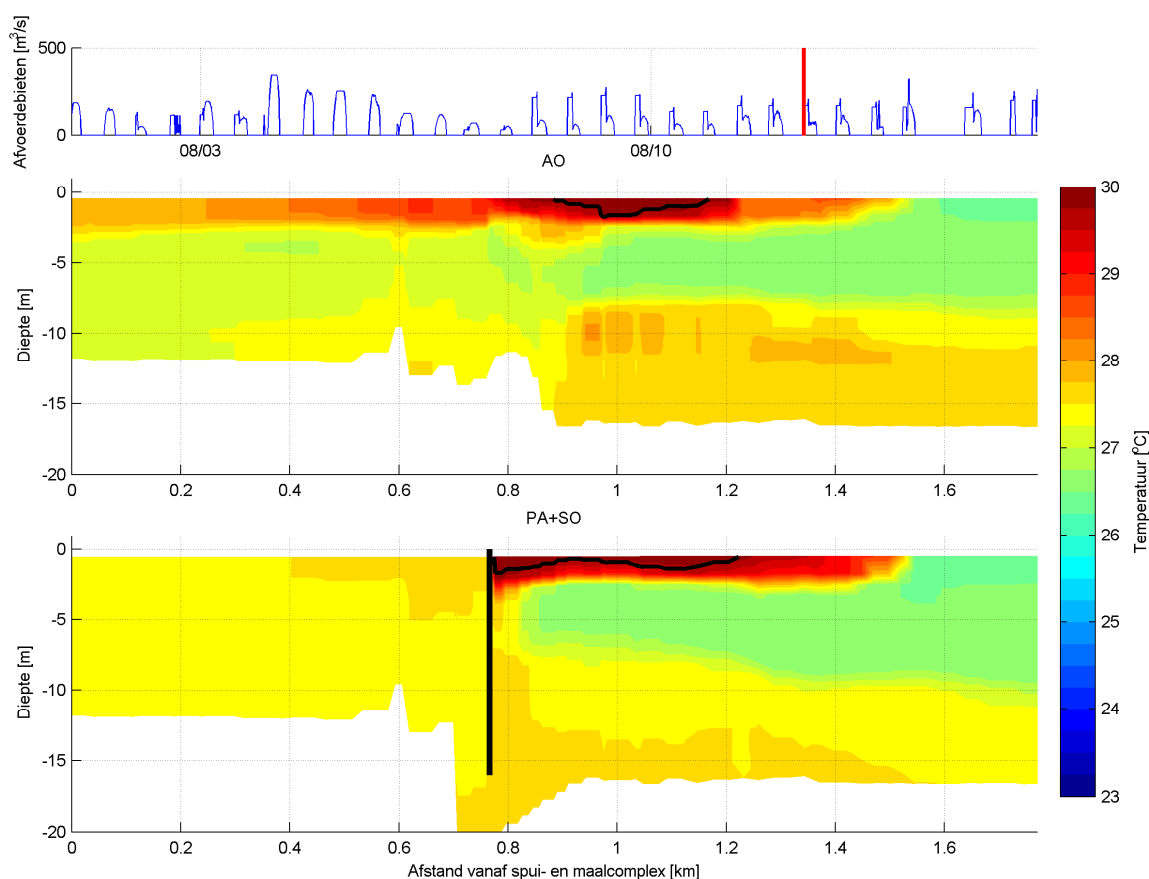
Figuur 4.1 Maximum temperatuur tijdens de simulatie aan het oppervlak en bodem voor PA+SO (boven), AO (midden) en het verschil tussen PA+SO en AO (onder)

Aan de bodem zijn alleen verschillen te zien in het verlengde van de Middensluis. Deze verschillen worden vooral veroorzaakt door de verschillen in bodemligging. Bij het Projectalternatief is de bodem in dit gebied namelijk verdiept waardoor kouder water wordt aangetroffen.

Samengevat laat Figuur 4.1 zien dat de verschillen in maximale temperaturen in de Velserskom tussen PA+SO en AO tamelijk klein zijn en lokaal.

Dat de verschillen in temperaturen tussen PA+SO en AO zo klein zijn kan voornamelijk verklaard worden door twee processen die elkaar compenseren:

- Door de selectieve onttrekking zal in het PA+SO een kleiner gedeelte van de warmtepluim door het spui-maalcomplex afgevoerd worden.
- Door de toegenomen uitwisselingsstromen bij de scheepvaartsluizen (in de berekening voor PA+SO gemiddeld ongeveer  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  groter dan bij AO) wordt door de scheepvaartsluizen een groter gedeelte van de warmtepluim afgevoerd tijdens het PA+SO.



Figuur 4.2 Temperatuur langsdoorsnede van het Binnenspuikanaal (links) naar de Velserkom (rechts) op 12 augustus 2003 09:00:00, AO (boven) en PA+SO (onder)

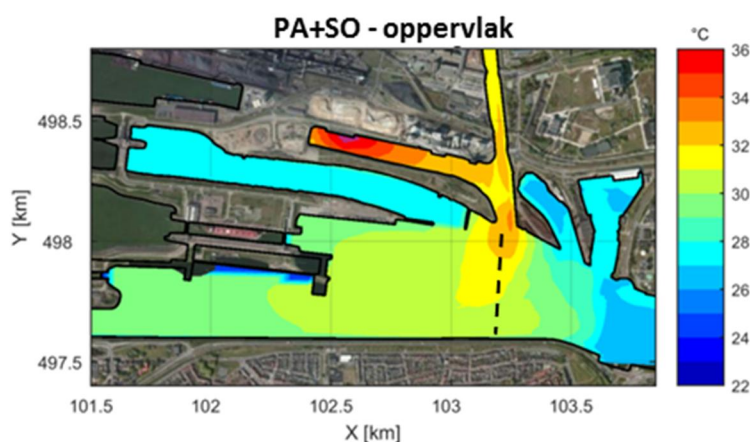
Daarnaast speelt mee dat door de toegenomen uitwisselingsstromen bij het PA+SO meer relatief koud zeewater de Velserkom in zal stromen. Opgemerkt wordt dat dit effect niet meegenomen is in de gebruikte 2003 simulaties (zie paragraaf 3.1). In paragraaf 4.5 wordt het effect van de instroom van koud zeewater besproken aan de hand van gevoeligheidssimulaties.

Figuur 4.2 toont de temperatuur over een langsdoorsnede van het Binnenspuikanaal richting het midden van de Velserkom voor zowel de AO als het PA+SO. De figuur laat duidelijk zien dat het zoutscherm de warmtepluim die zich aan het oppervlak bevindt grotendeels tegenhoudt bij de lage afvoeren kenmerkend voor deze droge periode in 2003. De figuur toont daarnaast dat bij de bodem relatief warm water aanwezig is dat vanuit de scheepvaartsluizen het model is ingestroomd (zie paragraaf 3.1). Ondanks de hogere temperatuur is dit water significant zwaarder dan het water hoger in de waterkolom vanwege het hoge zoutgehalte. Daarom vindt er relatief weinig menging of afkoeling plaats van deze bodemlaag en gedraagt deze bodemlaag zich onafhankelijk van de warmtepluim aan het oppervlak. In paragraaf 4.5 wordt hier dieper op ingegaan.

#### 4.2 Criterium 1

*De mengzone ( $T > 30^{\circ}\text{C}$ ) mag maximaal 25% van de natte dwarsdoorsnede beslaan.*

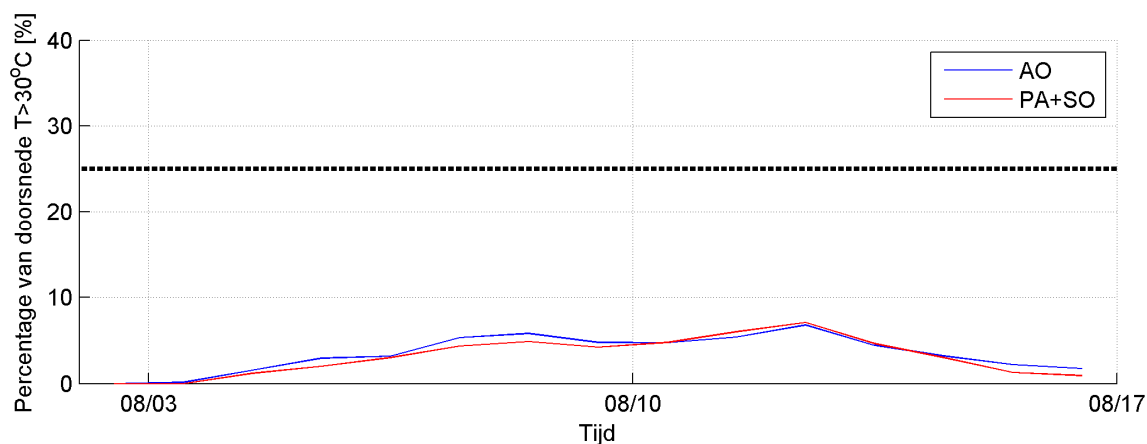
Voor dit criterium is het van belang dat de meest maatgevende dwarsdoorsnede van het Noordzeekanaal bij Velsen beschouwd wordt. Uitgangspunt van deze analyse is dat de



Figuur 4.3 Beschouwde dwarsdoorsnede voor Criterium 1 en 2

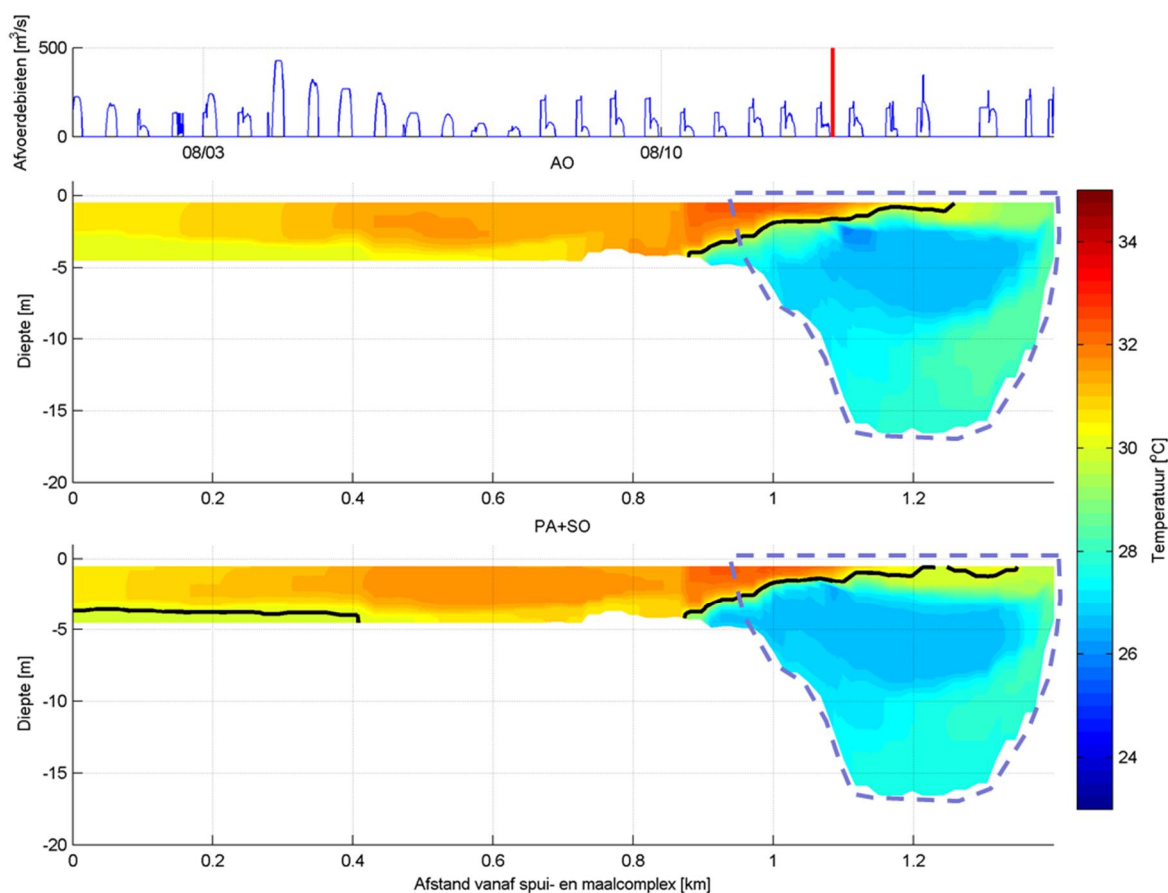
Rijksbinnenhavens, het Binnenkanaal en de Staalhaven niet meegenomen hoeven te worden in de te beschouwen dwarsdoorsnede. Aangezien alle koelwaterlozingen de Velserkom instromen vanuit de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven is de dwarsdoorsnede in het verlengde hiervan als maatgevende dwarsdoorsnede beschouwd in deze analyse, zie Figuur 4.3.

Figuur 4.4 toont voor de Autonome Ontwikkeling en het Projectalternatief inclusief Selectieve Onttrekking het daggemiddelde percentage van de dwarsdoorsnede waarin een temperatuur van 30°C overschreden wordt. De AO en het PA+SO geven met betrekking tot Criterium 1 vrijwel identieke resultaten. Voor zowel de AO als het PA+SO wordt Criterium 1 gehaald: de mengzone beslaat maximaal 8% van de dwarsdoorsnede.



Figuur 4.4 Daggemiddelde percentage van de dwarsdoorsnede warmer dan 30°C, Autonome Ontwikkeling (blauw), Projectalternatief inclusief Selectieve Onttrekking (rood).

Figuur 4.5 toont de temperatuurverdeling over de maatgevende dwarsdoorsnede voor zowel de AO als het PA+SO. Voor de interpretatie is ook een stukje van de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven en het Binnenkanaal meegenomen in het verlengde van de dwarsdoorsnede, hoewel dit gedeelte niet meegenomen is in bovenstaande analyse voor Criterium 1. In de 1<sup>e</sup> Rijksbinnenhaven en het Binnenkanaal zijn de warmtelozingen gemengd over de volledige diepte van de haven en het kanaal. Bij de uitstroming in de Velserkom treedt re-stratificatie op. Deze processen komen kwalitatief overeen met waarnemingen, zie bijv Figuur 2.1.

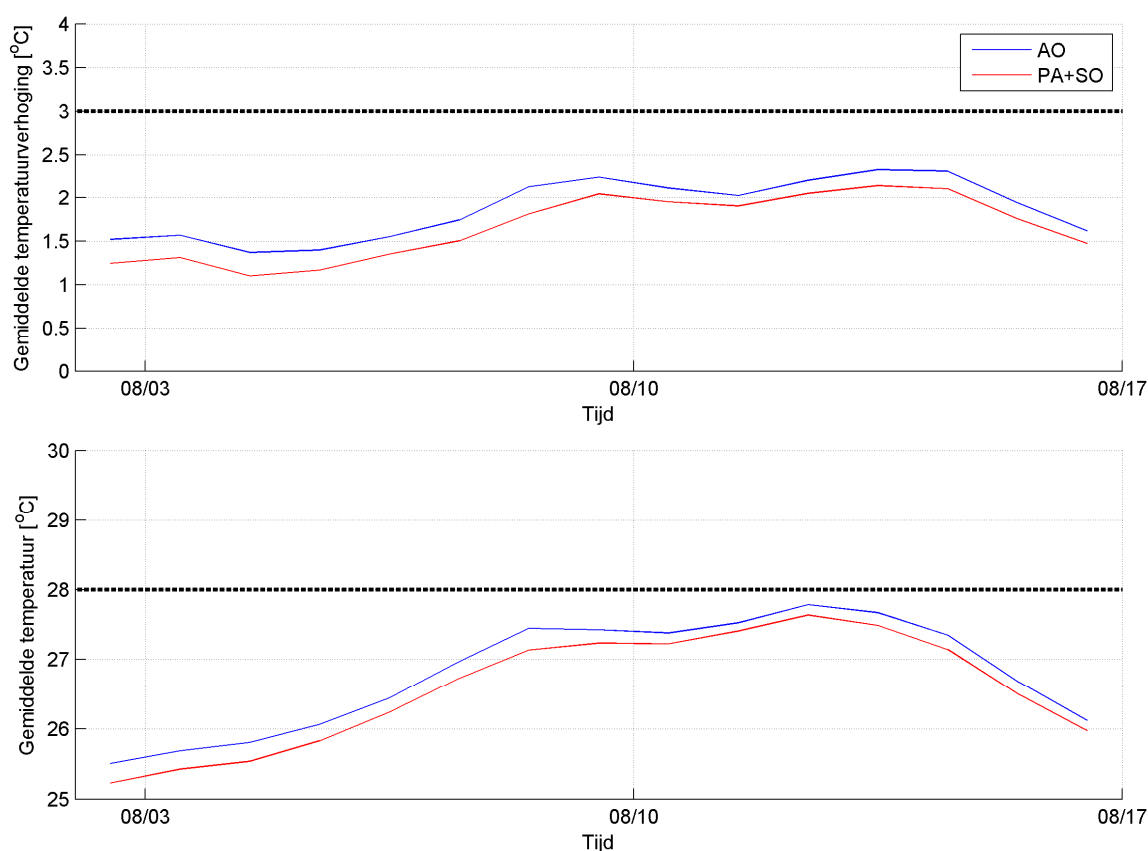


Figuur 4.5 Temperatuur langsdoorsnede door maatgevende doorsnede op 12 augustus 2003 15:00:00, AO (boven) en PA+SO (onder). In de figuur is ook een gedeelte van de 1<sup>e</sup> Rijkswaterkering en het Binnenkanaal meegenomen, hoewel dit niet beschouwd is voor Criterium 1.

### 4.3 Criterium 2

*De maximale opwarming over een dwarsprofiel als gevolg van de lozingen is 3°C t.o.v. de achtergrondtemperatuur tot een maximum van 28°C.*

Voor Criterium 2 is dezelfde dwarsdoorsnede beschouwd als voor Criterium 1, zie Figuur 4.3. Figuur 4.6 toont voor de Autonome Ontwikkeling en het Projectalternatief inclusief Selectieve Onttrekking de dag- en dieptegemiddelde temperatuur(verhoging) in de periode 2 – 16 augustus 2003. De resultaten voor het PA+SO zijn gedurende de gehele periode iets gunstiger dan voor de AO. Op 12 augustus wordt het absolute temperatuurcriterium (gemiddelde temperatuur lager dan 28°C) net gehaald. Opgemerkt wordt dat de temperatuurverhoging sterk afhangt van de exacte definitie van de achtergrondtemperatuur. Aangezien het in deze quick scan vooral gaat om de relatieve beschouwing van het PA+SO ten opzichte van de AO, zal een andere definitie (Wijk bij Duurstede in plaats van Schellingwoude) geen impact hebben op de conclusies van deze studie (zie Par. 3.3).



Figuur 4.6 Dag- en dieptegemiddelde temperatuurverhoging (ten opzichte van Schellingwoude) en absolute temperatuur langs de maatgevende dwarsdoorsnede, Autonome Ontwikkeling (blauw) en Projectalternatief inclusief Selectieve Onttrekking (rood). De criteria zijn aangegeven met de gestippelde zwarte lijnen.

#### 4.4 Criterium 3

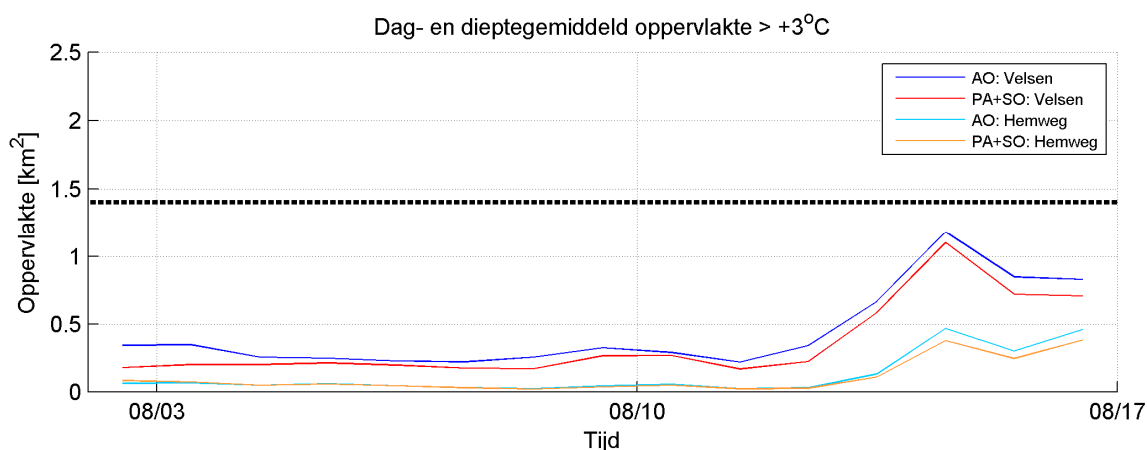
*De grootte van het gebied waarbinnen meer dan 3°C opwarming optreedt wordt begrensd tot 20% van het betreffende kanaaloppervlak in dier voege dat het genoemde gebied zodanig wordt verdeeld dat per bestaande locatie (2 centrales langs elk der 2 kanalen) maximaal 10% van het betreffende kanaaloppervlak met meer dan 3°C mag worden opgewarmd.*

Criterium 3 is geïnterpreteerd op basis van het beoordelingsdocument voor de warmtelozing van Nuon Velsen [4]. Hierin is gespecificeerd dat de totale dag- en dieptegemiddelde mengzone ( $\Delta T > +3^{\circ}\text{C}$ ) in het Noordzeekanaal niet groter mag zijn dan 20% van het totale oppervlakte van het Noordzeekanaal (inclusief havenbekkens). Daarnaast geldt de eis dat de mengzone ten gevolge van de koelwaterlozingen bij Velsen niet groter mag zijn dan 10% van het totale oppervlakte van het Noordzeekanaal. Afhankelijk van de voorbelasting door andere koelwaterlozingen in het NZK kan het toegestane oppervlakte van de mengzone voor Velsen verder beperkt worden. Het totale oppervlak van het NZK (inclusief havenbekkens) is geschat op 14,2 km<sup>2</sup> [4]. Aangezien het in deze quick scan vooral gaat om de relatieve beschouwing van het PA+SO ten opzichte van de AO, volstaat het hier om uit te gaan van een toegestane oppervlakte van 10% van het NZK (1,4 km<sup>2</sup>).

In Figuur 4.7 is het diepte- en daggemiddelde oppervlakte van de temperatuurpluim ter hoogte van Velsen en de Hemwegcentrale uitgezet voor de periode 2 – 16 augustus 2003.

De maximale oppervlakte van de mengzone is voor het PA+SO (1,1 km<sup>2</sup>) iets kleiner dan voor de AO (1,2 km<sup>2</sup>). Voor beide gevallen is de maximale mengzone kleiner dan 10% van de oppervlakte van het NZK.

De mengzone rondom de Hemwegcentrale in het model (warmtelast 740 MW<sub>th</sub>) is kleiner dan rondom Velsen, maximaal rond de 0,4 – 0,5 km<sup>2</sup>. Het is nog niet duidelijk of dit consistent is met het beoordelingsdocument voor Nuon Velsen.



Figuur 4.7 Diepte- en daggemiddeld oppervlak van de temperatuurpluim >+3°C ten opzichte van de achtergrondtemperatuur. Autonome Ontwikkeling en Projectalternatief inclusief Selectieve Onttrekking. De totale temperatuurpluim is opgesplitst in een pluim rondom Velsen en een pluim ter hoogte van de Hemwegcentrale.

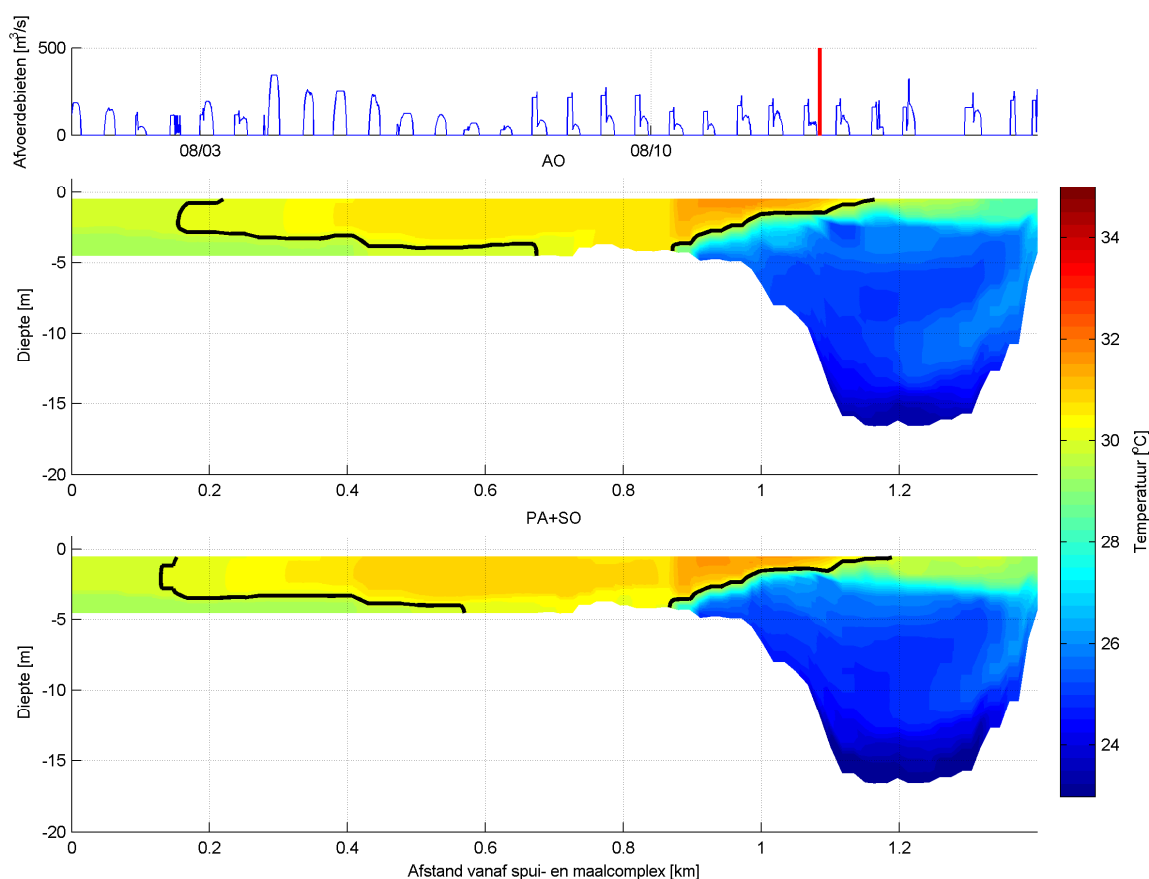
#### 4.5 Verdere overwegingen

In het voorgaande is op enkele speciale aspecten gewezen. Deze worden hieronder besproken.

##### *Invloed watertemperatuur vanuit scheepvaartsluizen*

Figuur 4.8 toont de temperatuur over de maatgevende dwarsdoorsnede voor Criterium 1 en 2 voor zowel AO als PA+SO indien de gemeten oppervlakte temperatuur van het zeewater bij station IJmuiden Buitenhaven (-1,95 m NAP) wordt aangehouden voor het inkomende water vanuit de scheepvaartsluizen. Deze temperatuur is in de beschouwde periode ca. 3 – 5 graden lager dan de eerder opgelegde watertemperatuur. NB. De temperatuur van de onderste waterlaag in de buitenhaven is naar verwachting nog 1 – 2 graden lager, maar dit verschil is buitenbeschouwing gelaten.

Een vergelijking van Figuur 4.8 met Figuur 4.5 toont dat de eerder gedane veronderstelling met betrekking tot de temperatuur bij de scheepvaartsluizen een grote invloed heeft op de absolute temperatuur in het model. In tegenstelling tot Figuur 4.5 neemt de temperatuur in Figuur 4.8 af als een functie van de diepte. Hoewel de absolute temperatuur sterk afhangt van de gekozen temperatuur bij de scheepvaartsluizen, leidt een relatieve beschouwing van PA+SO ten opzichte van AO tot dezelfde resultaten.



Figuur 4.8 Temperatuur langsdoorsnede door maatgevende doorsnede op 12 augustus 2003 15:00:00, AO (boven) en PA+SO (onder). Voor het inkomende water vanuit de scheepvaartsluizen is de gemeten zeevatertemperatuur aangenomen.

#### Gemeten stratificatie versus gemodelleerde stratificatie

Zoals geïdentificeerd in eerdere studies is in het Delft3D model voor het Noordzeekanaal sprake van een vrijwel lineaire zoutstratificatie, terwijl metingen in de Velserkom een sterkere zoutgelaagdheid laten zien. De warmtestratificatie beperkt zich zowel in metingen als in het model tot een relatief dunne oppervlaktelaag. Het dichtheidsverschil door de thermische gelaagdheid is echter relatief klein vergeleken met de dichtheidsverschillen ten gevolge van de zoutstratificatie. Dit houdt in dat bij grote afvoeren in de huidige simulaties er mogelijk meer warmte vanuit de oppervlaktelaag onder het zoutscherf door wordt gezogen dan in werkelijkheid zal gebeuren, waardoor de resultaten een iets te positief beeld kunnen laten zien. Verwacht wordt echter dat deze overschatting van warmteafvoer door het spui-maalcomplex bij de lage afvoeren in de beschouwde periode zeer gering is en dat het de conclusies van deze Quick scan niet zal beïnvloeden.

#### Warmtebalans

Voor een preciezere analyse van de warmtebalans is nodig tenminste een deel van de 2003 berekeningen voor PA+SO en AO over te doen om de noodzakelijke extra uitvoergegevens over het warmtetransport te verkrijgen. Daarmee kunnen alle bijdragen aan de warmtebalans gekwantificeerd worden, zoals:

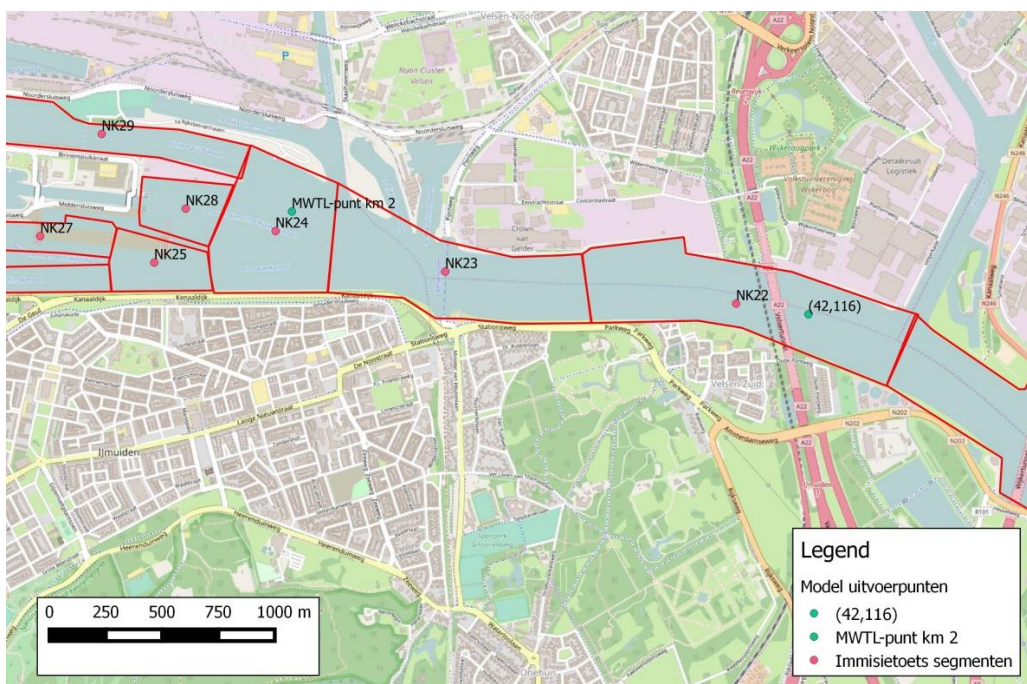
- Geloosde warmte
- Warmteafgifte aan de atmosfeer
- Warmteafvoer door de scheepvaartsluizen
- Warmteafvoer door het Binnenspuikanaal



- Eventueel warmtetransport naar het Noordzeekanaal (bijv. bij zoutbuffering)  
Deze aanpak valt echter buiten het kader van de Quick scan.

## 5 Implicaties voor de immissietoets

De immissietoets zoals beschreven in het Handboek Immissietoets [7] wordt toegepast bij beoordelingen van lozings. Veranderingen in het watersysteem ten gevolge van een selectieve onttrekking zouden mogelijk consequenties kunnen hebben voor een dergelijke beoordeling van puntlozings op het Noordzeekanaal. Een beoordeling kijkt in eerste instantie naar de dimensies van de mengzone waarbinnen niet aan waterkwaliteitscriteria hoeft te worden voldaan. Deze mengzone heeft maximaal toegestane dimensies die afhankelijk zijn van de dimensies van het ontvangende water, en die zijn gelimiteerd op 1000 m. Op deze maximale afstand van het lozingspunt wordt geanalyseerd of de lozing aan de gestelde waterkwaliteitscriteria voldoet. De eerste stap die genomen wordt is een inschatting van de concentraties op de toetsafstand. Hiertoe is een webapplicatie ontwikkeld ([www.immissietoets.nl](http://www.immissietoets.nl)) die door middel van vrij eenvoudige berekeningen en op basis van informatie en data van het watersysteem concentratieverhogingen uitrekent. Veranderingen in het watersysteem kunnen mogelijk gevolgen hebben voor de uitkomsten van deze berekeningen wanneer de karakteristieke parameters, waar de webapplicatie gebruik van maakt, veranderen. Wel moet daarbij worden aangetekend dat de data in de database van de applicatie gebaseerd is op worst-case condities om conservatieve schattingen van de concentratieverhogingen ten gevolge van puntlozings te genereren. De huidige gegevens van webapplicatie versie 4.4.0 zijn gebaseerd op het Noordzeekanaal model, nog zonder de nieuwe zeesluis.



Figuur 5.1 Overzicht segmenten in het Noordzeekanaal voor de webapplicatie van de immissietoets en vergeleken waarnemingspunten van het hydrodynamisch model

De resultaten van het model van de Autonome Ontwikkeling (d.w.z. zonder nieuwe zeesluis) en het Projectalternatief voor de nieuwe zeesluis inclusief de Selectieve Onttrekking laten in samenvatting het volgende zien. De belangrijkste parameters die de verdunning van effluent in het kanaal bepalen zijn stroomsnelheden, zoutconcentraties en de mate van stratificatie. Dit zijn dan ook de globale parameters waar de analyse op is uitgevoerd.

Voor de webapplicatie van de immissietoets is het westelijk deel van het Noordzeekanaal, waar mogelijk effecten te verwachten zijn, onderverdeeld in segmenten waarbinnen wordt aangenomen dat de condities gemiddeld gelijk zijn, zie Figuur 5.1. Deze Figuur laat ook de ligging zien van de uitvoerpunten van het hydrodynamisch model waarmee de vergelijking is uitgevoerd. Het punt (42, 154), dat niet in de figuur zichtbaar is, maar dat wel is gebruikt in de vergelijking, ligt ongeveer 6 km ten oosten van NK22.

In de database van de immissietoets zijn de volgende kengetallen van de belangrijkste karakteristieken weergegeven (Tabel 5.1).

Segment	Opp. Saliniteit	Bodem saliniteit	Gem. Snelheid	Verversingstijd
Naam	ppt	ppt	m/s	d
NK21	10.7	11.3	0.05	2.4
NK22	11.6	13.2	0.05	2.1
NK23	13.1	15.7	0.05	1.8
NK24	14.6	17.0	0.06	1.7
NK25	15.2	17.4	0.04	1.3
NK26	15.8	17.9	0.03	1.3
NK27	16.1	18.3	0.04	1.3

Tabel 5.1 Algemene kengetallen van het Noordzeekanaal zoals deze in de database van de webapplicatie zijn opgenomen

De resultaten van de model simulaties voor de AO (run P100) en het PA+SO (run P102) zijn in onderstaande Tabel 5.2 en Tabel 5.3 samengevat.

De snelheden die op dit moment in de immissietoets worden gehanteerd komen globaal overeen met die van zowel de AO als de PA+SO berekening. De geringe verschillen kunnen verklaard worden door de identieke afvoerdebieten, de identieke warmtelozingen en het vergelijkbare resulterende cumulatieve zouttransport bij de mond van het Noordzeekanaal (zie [3]). Lokaal zal de stroomsnelheid van de bovenste waterlagen richting Binnenspuikanaal afnemen, waardoor de verblijftijd zou kunnen toenemen. Dit effect wordt echter voor een groot deel gecompenseerd door een toename van de uitwisseling door de scheepvaartsluizen (ca. 30 m<sup>3</sup>/s). De snelheden worden door de immissietoets gebruikt voor het berekenen van de verdunning van de effluent pluim. Het toepassen van een gemiddelde snelheid in het

Uitvoerpunt	(42,116)			(42,154)			MWTL		
	P100	P102	verandering	P100	P102	verandering	P100	P102	verandering
Gem. Snelheid	0.022	0.022	2.1%	0.024	0.024	-0.5%	0.023	0.023	2.5%
10%-iel	0.002	0.003	14.7%	0.003	0.003	4.4%	0.005	0.004	-25.2%
90%-iel	0.058	0.059	0.5%	0.064	0.064	-0.9%	0.062	0.069	10.9%

Tabel 5.2 Gemiddelde, 10%-iel en 90%-iel snelheden (verticaal gemiddeld) voor de drie uitvoerpunten voor de berekeningen AO (P100) en PA+SO (P102)

	Oppervlak			Bodem		
	P100	P102	verandering	P100	P102	verandering
<b>Punt (42,154)</b>						
Gemiddeld	7.3	6.9	-5.4%	14.7	14.3	-2.4%
10%-iel	6.0	5.3	-11.8%	13.8	12.8	-7.0%
90%- iel	8.4	8.4	-0.4%	15.4	15.6	0.9%
<b>Punt (42,116)</b>						
Gemiddeld	7.9	7.5	-5.0%	17.4	17.2	-1.6%
10%- iel	6.5	5.8	-10.7%	16.5	15.6	-5.8%
90%- iel	9.1	9.1	-0.1%	18.2	18.5	1.4%
<b>Punt MWTL</b>						
Gemiddeld	9.1	8.8	-4.0%	19.9	20.2	1.5%
10%- iel	7.8	7.1	-8.9%	18.0	18.4	2.4%
90%- iel	10.3	10.2	-0.7%	21.6	21.7	0.5%

Tabel 5.3 Gemiddelde, 10%-iel en 90%-iel saliniteit aan het oppervlak en nabij de bodem voor de drie uitvoerpunten voor de berekeningen AO (P100) en PA+SO (P102)

Noordzeekanaal is slechts een globale weergave van de condities in het kanaal, omdat de snelheden erg variabel zijn vanwege de invloed van de sluizen. Binnen dit kader wordt dan ook aangenomen dat, gezien de geringe relatieve verschillen in Tabel 5.2, het verschil in snelheden van het PA+SO ten opzichte van de AO slechts een kleine invloed heeft op de immissietoets.

Stratificatie heeft een significante invloed op de verspreiding van een lozingspluim en op verversingstijden. Wanneer de resultaten van het model worden vergeleken met de gegevens in de database van de immissietoets dan is te zien dat voor beide toestanden AO en PA+SO (Tabel 5.3) de saliniteit aan het oppervlak lager is en nabij de bodem hoger is in de buurt van de sluizen (punt MWTL vergeleken met NK24). Dit betekent dat de zoutstratificatie voor de AO en het PA+SO aanzienlijk groter dan in de immissietoets. De onderlinge verschillen tussen de twee toestanden AO en PA+SO hebben echter relatief weinig invloed op de kengetallen die voor de immissietoets relevant zijn. Daaruit kan worden afgeleid dat er geen significant effect optreedt voor de immissietoets. Voor het meest westelijke deel neemt de stratificatie weliswaar toe maar gezien de grootte van die stratificatie van ongeveer 10 ppt is deze toename van enkele tienden ppt niet significant.

Zoals gezegd valt op dat de resultaten voor de AO en het PA+SO een aanzienlijke grotere stratificatie laten zien dan de berekeningen die zijn gehanteerd voor de immissietoets. In de immissietoets is het verschil in zoutgehalte over de waterkolom ongeveer 2-3 ppt terwijl het in de berekeningen voor AO en PA+SO in de buurt ligt van 8-10 ppt. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verschillen in model definitie. Voor de immissietoets is bijvoorbeeld een zeer laag (constant) debiet in het Amsterdam-Rijnkanaal gehanteerd, en is een geschematiseerd spuiregiem bij de sluizen toegepast. Ook de naverwerking van resultaten (verticale en horizontale middeling) zal verschillen. Een en ander zou aanleiding kunnen zijn om de condities zoals die in de database van de immissietoets zijn opgenomen aan een nadere analyse te onderwerpen, zodat kan worden vastgesteld of de database aan een update toe is. Dit valt buiten het kader van deze Quick scan.

## 6 Conclusies Quick Scan

De Quick Scan van de koelwaterlozingen en de Immissietoets voor het Noordzeekanaal leidt tot de volgende conclusies.

- 1 De invloed van Selectieve Onttrekking gecombineerd met het Projectalternatief op het temperatuurverloop ten gevolge van koelwaterlozingen in het Noordzeekanaal is enigszins gunstiger. De watertemperatuur in het Projectalternatief met Selectieve Onttrekking (PA+SO) is zeer vergelijkbaar met de temperatuur bij de Autonome Ontwikkeling (AO), uitgaande van de Delft3D berekeningen voor de periode met lage afvoeren van 2003. De verminderde afvoer van warmte door het Binnenspuikanaal bij selectieve onttrekking wordt gecompenseerd door de toename van het uitwisselingsdebiet bij de scheepvaartsluizen in het Projectalternatief.
- 2 De invloed van Selectieve Onttrekking gecombineerd met het Projectalternatief op de Immissietoets is klein, tegen de achtergrond van alle (conservatieve) aannamen die voor de toets zijn gedaan.
  - Het stromingspatroon in het NZK oostelijk van Velsen verandert niet of nauwelijks door voor het PA+SO ten opzichte van de AO. Reden is dat het gemiddelde debiet gelijk is, en dat het cumulatieve zouttransport bij mond van het NZK maar weinig verschilt. Ter hoogte van de Amerikahaven, de Westhaven, Voorzaan, de Jan van Riebeeckhaven en de Mercuriushaven is het effect van de SO dus gering.
  - Het stromingspatroon in het NZK westelijk van Velsen verandert door de SO. Lokaal zal de stroomsnelheid van de bovenste waterlagen richting Binnenspuikanaal afnemen, c.q. de verblijftijd toenemen. Echter dit wordt voor een groot deel gecompenseerd door een toename van de uitwisseling door de scheepvaartsluizen (ca. 30 m<sup>3</sup>/s). De invloed op de resultaten van de immissietoets voor het PA+SO ten opzichte van de huidige situatie (~AO) in Velsen is waarschijnlijk gering.
  - Er zijn wel verschillen geconstateerd tussen het model en de immissietoets en het is aan te bevelen om te onderzoeken of de data in de database moet worden geactualiseerd. Dit valt echter buiten de scope van de Quick scan.

## Referenties

- [1] Rijkswaterstaat (2017). Voorstel bepaling effecten SO op warmte- en emissieafvoer. Memo v 1.0, 27 maart 2017. Auteurs: Wouter Bulthuis, Daniel Voortman
- [2] Swart, L.M.Th. (2007). *Remote sensing voor inspectie van waterkeringen*. Rapport 602-29, v4.3.1. In opdracht van RWS.
- [3] Bijlsma, A.C. Samenvatting Delft3D berekeningen voor droge periode 2003 voor het NZK en ARK. Deltares, memo 11200215-000-0006, concept, 31 januari 2017.
- [4] RWS (2010). *Beoordeling van warmtelozingen afkomstig van Nuon Velsen* (beoordeling nuon velsen 2010-3.doc)
- [5] Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Besluit 2009-6217. Wijziging van de Wvo-vergunning van Nuon Power Generation B.V. van 30 december 2008 (nummer WSV 2008/6474) voor het lozen van afvalwater op de Adenhaven, de Ashaven, de Jan van Riebeeckhaven, het koelwaterkanaal en het kortsluitkanaal, 1 oktober 2009.
- [6] Ministerie van Verkeer en Waterstaat. CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen. 25 november 2004
- [7] Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Handboek Immissietoets 2016, 16 maart 2016.