

## Koelwater elektrolyzers

Interferentie met nieuwe kerncentrales in Zeeland



## **Koelwater elektrolyzers**

Interferentie met nieuwe kerncentrales in Zeeland

## Koelwater elektrolyzers

Interferentie met nieuwe kerncentrales in Zeeland

<b>Opdrachtgever</b>	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
<b>Contactpersoon</b>	
<b>Projectreferenties</b>	Referenties
<b>Trefwoorden</b>	Koelwater, nieuwe kerncentrales, electrolyzers

### Documentgegevens

<b>Versie</b>	1.0
<b>Datum</b>	23-03-2026
<b>Projectnummer</b>	11209639-001
<b>Document ID</b>	11209639-001-GEO-0008
<b>Pagina's</b>	37
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	Definitief

# Samenvatting

Met de opkomst van grootschalige waterstofproductie in Zeeland, waaronder nieuwe elektrolyserinstallaties, ontstaat een verhoogde druk op de beschikbaarheid van bestaande waterstromen. Dit roept bij het Ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) vragen op over de impact op het koelwatergebruik in de regio. Specifiek is de vraag welke interferentie wordt verwacht bij de integrale ruimtelijke inpassing van kerncentrales en elektrolyzers op het koelwatergebruik in Zeeland (Sloegebied en Terneuzen) en welke implicaties dit heeft voor de haalbaarheid van deze ontwikkelingen op het vlak van de warmtecapaciteit van de Westerschelde.

In opdracht van KGG is een expert analyse uitgevoerd om een relevante kennisleemte te vullen over welke interferentie wordt verwacht bij de integrale ruimtelijke inpassing van nieuwe kerncentrales en elektrolyzers. In de expert judgement zijn bestaande modelresultaten en analyses gebruikt uit studies die eerder voor nieuwe kerncentrales zijn uitgevoerd en die, waar relevant, zijn gebaseerd op conservatieve aannames.

De bijdrage van de elektrolyser aan de totale warmtelast in de Westerschelde is ongeveer 10% ten opzichte van de nieuwe kerncentrales. Deze beperkte toevoeging heeft naar verwachting geen significante invloed op de conclusies omtrent de toekomstige haalbaarheid van de kerncentrale binnen het geldende regelgevend kader. Desalniettemin is er bij de huidige interpretatie van het regelgevend kader bij het Sloegebied meer warmtecapaciteit (i.e., ruimte voor lozen warmte) beschikbaar dan bij Terneuzen.

Aangezien de warmtevracht van een elektrolyser circa 10% bedraagt van die van de beschouwde kerncentrales, zijn er naar verwachting geen operationele of milieutechnische belemmeringen voor de koelwaterlozing van een elektrolyser. Dit geldt zolang de koeling van de kerncentrale haalbaar is, zelfs wanneer beide installaties direct naast elkaar zijn gesitueerd. Er wordt opgemerkt dat ecologisch onderzoek zal moeten worden uitgevoerd om de effecten op ecologie nader te analyseren.

Wel blijft de minimale onderlinge afstand een aandachtspunt. Als deze installaties direct naast elkaar worden geplaatst wordt de koelwateroplossing complexer en vraagt om optimalisatie, maar dit is naar verwachting technisch haalbaar te maken. Dit dient in meer detail te worden beoordeeld.

Om binnen de grenzen van het huidige regelgevend kader te blijven neemt bij in acht name van klimaatverandering de beschikbare koelwatercapaciteit in de Westerschelde af, maar de impact op de haalbaarheid voor een elektrolyser en diens levensduur is mogelijk beperkt. Daarnaast zijn er mitigerende maatregelen mogelijk alsmede kansen voor synergie omtrent het warmtegebruik.

Kortom: op basis van koelwater en warmtevracht creëert de locatiekeuze voor kerncentrales naar verwachting geen lock-in voor een elektrolyser, en omgekeerd geldt hetzelfde.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
	<b>Inhoud</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Introductie en vraagstelling</b>	<b>6</b>
1.1	Achtergrond	6
1.2	Aanpak	6
1.3	Beschouwde locaties	7
1.4	Kenmerken koelwater kerncentrales	9
1.5	Kenmerken koelwater elektrolyzers	9
1.6	Kenmerken overige warmtelozingen	9
<b>2</b>	<b>Locatie Terneuzen</b>	<b>11</b>
2.1	Overzicht warmtelozing kerncentrales Terneuzen	11
2.1.1	Open uitlaat kerncentrale	12
2.1.2	Getunnelde uitlaat kerncentrale	15
2.2	Interferentie / recirculatie kerncentrales Terneuzen	17
2.3	Effecten toevoeging elektrolyzers Terneuzen	17
<b>3</b>	<b>Locatie Sloegebied</b>	<b>19</b>
3.1	Overzicht warmtelozing kerncentrales Borssele en Vlissingen	19
3.2	Resultaten modellering Thermphos terrein	20
3.2.1	Open uitlaat kerncentrale	20
3.3	Getunnelde uitlaat kerncentrale	22
3.4	Resultaten modellering EPZ noord terrein	24
3.4.1	Open uitlaat kerncentrale	24
3.4.2	Getunnelde uitlaat kerncentrale	26
3.5	Interferentie / recirculatie kerncentrales Sloegebied	27
3.6	Effecten toevoeging elektrolyzers Sloegebied	28
<b>4</b>	<b>Discussie</b>	<b>30</b>
4.1	Klimaatverandering	30
4.2	Mitigerende maatregelen	31
<b>5</b>	<b>Conclusies en beantwoording vraagstelling</b>	<b>32</b>
5.1	Conclusies	32
5.2	Antwoorden op de vraagstelling	32
	<b>Literatuur</b>	<b>35</b>

# 1 Introductie en vraagstelling

## 1.1 Achtergrond

Met de opkomst van grootschalige waterstofproductie in Zeeland, waaronder nieuwe elektrolyserinstallaties, ontstaat een verhoogde druk op de beschikbaarheid van bestaande waterstromen. Dit roept bij KGG vragen op over de impact op het koelwatergebruik in de regio. Specifiek is de vraag wat de potentiële interferentie van elektrolyzers op het koelwatergebruik in Zeeland is, in combinatie met het lopende onderzoek naar de mogelijke ontwikkeling van de twee nieuwe kerncentrales in dit gebied, en welke implicaties dit heeft voor de haalbaarheid van deze ontwikkelingen op het vlak van de warmtecapaciteit van de Westerschelde.

Deze vraag is onderverdeeld in de onderstaande deelvragen:

1. Hoe groot zijn de afzonderlijke warmtelozingen (warm koelwater) van de elektrolyzers en kerncentrales ten opzichte van elkaar?
2. Wat betekent de toevoeging van de warmtelozing van de elektrolyser voor de naleving van milieunormen door een kerncentrale in Terneuzen en in het Sloegebied?
3. Wat betekent de warmtelozing van een kerncentrale voor de warmtelozing van de elektrolyser?
4. Wat betekent het als deze installaties direct naast elkaar staan? Ervan uitgaande dat iedere installatie loost met het in-/uitlaatpunt meest gunstig/zo kort mogelijk naar de Westerschelde (dus geen langere pijpleiding om het in-/uitlaatpunt aanzienlijk verder stroomop-/afwaarts te kunnen realiseren). Wat als ze verder uit elkaar liggen? En op welke afstand?<sup>3</sup>
5. Zijn er andere opties om interferentie te beperken (bijvoorbeeld extra koeling)?
6. Hoe verschilt de interferentie tussen de locaties Paulinapolder, Thermphos en EPZ-noord?
7. Hoeveel stijgt de inlaattemperatuur bij de kerncentrale en elektrolyser als de installaties naast elkaar staan of juist gescheiden zijn?
8. Hoe veranderen deze conclusies naar verwachting in de toekomst door klimaatverandering (kerncentrale levensduur 60–80 jaar, elektrolyser 40 jaar)?

In deze analyse wordt gekeken naar effecten op de temperatuurmilieucriteria en naar verhoging van de inlaattemperatuur (recirculatie). Er wordt niet naar ecologische impact gekeken.

De antwoorden op deze vragen staan per vraag geformuleerd in de conclusies.

## 1.2 Aanpak

Om de genoemde vragen te beantwoorden is de onderstaande aanpak gevolgd:

- Bekijken van de warmtelast (gemiddeld en maximaal) voor verschillende layouts van de inlaat en uitlaat van de kerncentrale en de mate waarin deze voldoen aan milieunormen op basis van de huidige, beschikbare studies [1, 2]. De gepresenteerde figuren zijn afkomstig uit deze studies zonder modificatie.
- Inschatten van het effect van de extra warmtelozing door de elektrolyser bij co-locatie op milieunormen.
- Inschatten van het effect van een aparte lozing van de elektrolyser buiten de invloed van koelwater van een kerncentrale, rekening houdend met verhoogde achtergrondtemperatuur.

- Inschatting van de temperatuurstijging bij verschillende inlaatlocaties voor de elektrolyser.
- Dezelfde analyse voor het Thermphos terrein (Vlissingen) en EPZ noord (Borssele).
- Beschouwing op hoog niveau van gevoeligheid voor klimaatverandering door beschikbare klimaatprojecties te vergelijken met de warmteruimte in de toekomst.

Dit is gedaan op basis van expertinschatting op een hoog abstractieniveau van beschikbare studies (zonder detailberekeningen of modelsimulaties) om input te leveren voor de brugnotitie waarin aandachtspunten worden beschreven. Detailanalyses en modelberekeningen om haalbaarheid te toetsen kunnen in een vervolgfase worden uitgevoerd.

### 1.3 Beschouwde locaties

Er zijn drie locaties in overweging genomen: één in Terneuzen en twee in het Sloegebied. Deze locaties zijn in onderstaande figuren aangegeven.



Figuur 1.1 Terneuzen Paulinapolder/Mosselbanken.



Figuur 1.2 Vlissingen locatie met Thermphos terrein in geel.



Figuur 1.3 Borssele locatie met EPZ Noord in rood.

## 1.4 Kenmerken koelwater kerncentrales

De elektrische capaciteit van de twee geplande kerncentrales is afhankelijk van het gekozen ontwerp geschat op maximaal 2x1600 MWe op basis van een geschatte efficiëntie van 35%. De voorgestelde energiecentrale (2x1600 MW elektrische capaciteit) beschikt over een totale thermische capaciteit van 2x4600 MWth. Dit resulteert in  $2 \times (4600 - 1600) = 6000$  MWth aan warmteafvoer bij een doorstroomkoelsysteem.

Aangezien het momenteel onbekend is bij welke temperatuurverhoging het koelwater wordt geloosd, zijn drie verschillende combinaties van afvoerdebiet en temperatuurverhoging tussen inname en lozing gemodelleerd:

- Optie 1: Een afvoer van 205 m<sup>3</sup>/s en een temperatuurverhoging van +7°C.
- Optie 2: Een afvoer van 159,5 m<sup>3</sup>/s en een temperatuurverhoging van +9°C.
- Optie 3: Een afvoer van 119,5 m<sup>3</sup>/s en een temperatuurverhoging van +12 °C.

De verschillende lozingsopties hebben dezelfde warmtelast en Optie 2 is aangenomen als meest aangename. De verschillen in koelwaterverspreiding tussen deze opties is waarschijnlijk niet bepalend voor deze expert judgement.

Naast de beoordeling van een thermische afvoer van 6000 MWth is ook een thermische afvoer van 4000 MWth beoordeeld, wat het lagere uiteinde van het verwachte bereik vertegenwoordigt en is geassocieerd met een mogelijk ander type reactor.

## 1.5 Kenmerken koelwater elektrolyzers

In het Programma VAWOZ zijn kansrijke locaties voor grootschalige elektrolyzers beschouwd. De besluitvorming over elektrolyzers vindt plaats in het Programma Energie Hoofdstructuur 2. De grootschalige elektrolyzers in het kader van programmat VAWOZ project<sup>1</sup> en die onderdeel zijn van deze expert judgement hebben een capaciteit van 1 GW. Op basis van het Haskoning rapport "Water voor Waterstof" is een efficiëntie van 60-70% gebruikt om de koelwater warmtelast van een dergelijke installatie in te schatten:

- 1000 MW productie met een efficiëntie van 60% levert ongeveer 650 MWth aan warmte.
- 1000 MW productie met een efficiëntie van 70% levert ongeveer 450 MWth aan warmte.

Op basis hiervan wordt in deze expert judgement wordt gewerkt met een warmtelast 450–650 MWth.

Daarmee is de warmtelast van de elektrolyser maximaal ongeveer 10% van de warmtelast van kerncentrales.

## 1.6 Kenmerken overige warmtelozingen

De onderstaande figuur en tabel geven een overzicht van de overige koelwatergebruikers in het Sloegebied/kanaalzone Terneuzen. Dit overzicht is opgesteld op basis van de beschikbare data. Het toont per locatie welke installaties koelwater gebruiken en in welke mate. Dit geeft inzicht in de spreiding en omvang van het bestaande koelwatergebruik in de regio Zeeland.

---

<sup>1</sup> Het VAWOZ project staat voor het "Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee" en is een initiatief van het ministerie van Klimaat en Groene Groei in samenwerking met onder andere TenneT en Gasunie. Het programma onderzoekt hoe en waar de elektriciteit en waterstof die door toekomstige windparken op zee wordt opgewekt, het beste via kabels en leidingen aan land gebracht kan worden en aangesloten kan worden op het hoogspanningsnet en het (toekomstige) waterstofnetwerk.



Figuur 1.4 Overzicht bestaande relevante lozingen in de Westerschelde.

Tabel 1.1 Overzicht bestaande relevante lozingen in Zeeland.

Naam bedrijf	Once-trough cooling <sup>2</sup>		
	Max. debiet	Max. warmte	ΔT
<b>N.V. Elektriciteits Productiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ) (bestaande kerncentrales te Borssele)</b>	23,2 m <sup>3</sup> /s	980 MWth	10,1 °C
<b>Sloe Centrale BV</b>	19 m <sup>3</sup> /s	480 MWth	6,0 °C
<b>Zalco B.V.</b>	0,08 m <sup>3</sup> /s	12,5 MWth	36 °C
<b>Dow Benelux B.V.</b>	14,9 m <sup>3</sup> /s	698 MWth	11,2 °C
<b>Totalen</b>	<b>57,18 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>2170.5 MWth</b>	

<sup>2</sup> Koelsysteem waarbij het koelwater eenmalig langs de warmtewisselaar van de installatie gaat alvorens het weer wordt geloofd op het oppervlaktewater (ook wel doorstroomkoeling genoemd).

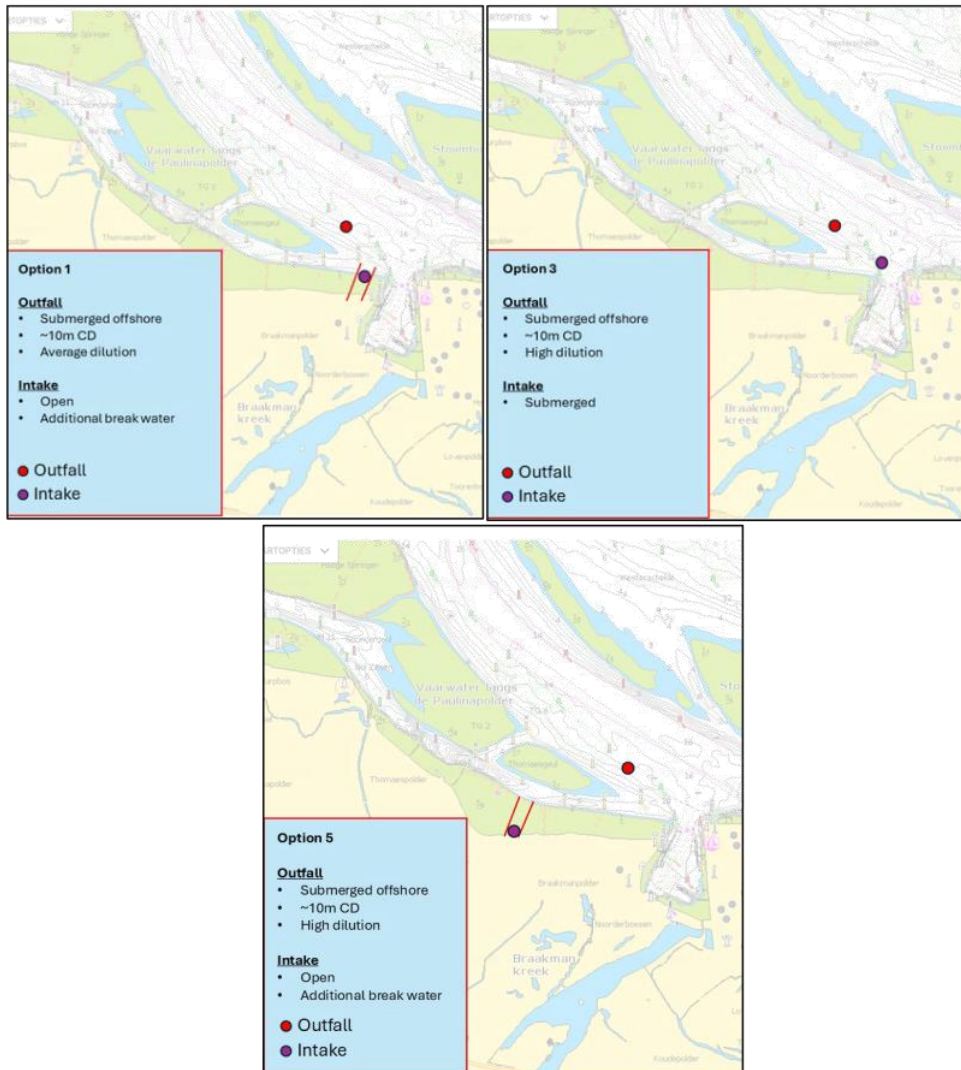
## 2 Locatie Terneuzen

### 2.1 Overzicht warmtelozing kerncentrales Terneuzen

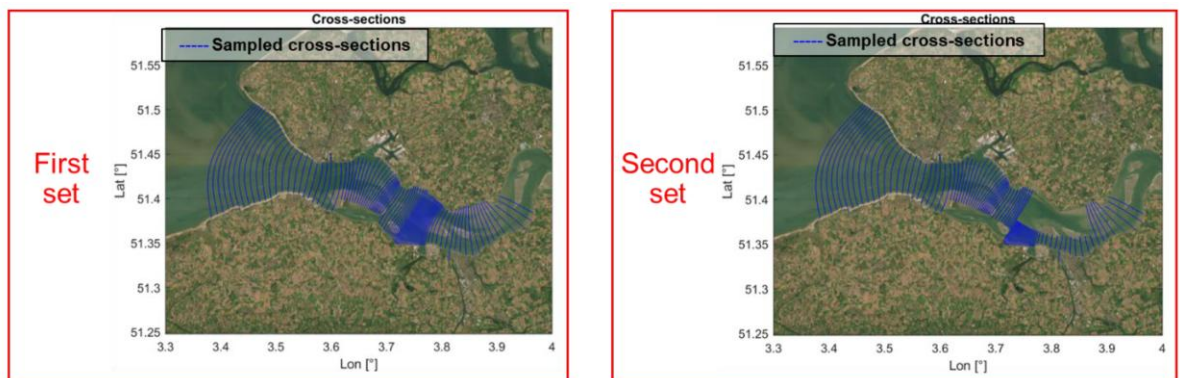
In de eerdere studies [2] zijn meerdere layout opties doorgerekend, zie ook Figuur 2.1. Daarin zijn de resultaten gepresenteerd in de vorm van de totale temperatuurpluimomvang, evenals als percentage van de dwarsdoorsnede waar de temperatuur boven de 25°C uitkomt. Een overzicht van de resultaten van twee opties zijn in de volgende paragraaf gepresenteerd.

Bij de bepaling van deze percentages zijn twee verschillende definities van de doorsnede gehanteerd: een conservatieve benadering (waarbij slechts een deel van de doorsnede wordt beschouwd) en een totale doorsnede (waarbij de volledige breedte wordt meegenomen), zie ook Figuur 2.2. Op dit moment is nog niet vastgesteld welke definitie door het bevoegd gezag als leidend zal worden aangewezen.

Voor de achtergrondtemperatuur is in de berekeningen uitgegaan van een conservatieve waarde. In werkelijkheid kan de temperatuur ter plaatse tot 1°C lager liggen dan gehanteerd in deze analyse, wat betekent dat er mogelijk meer ruimte is voor warmtelozing dan nu wordt aangenomen. Deze 1°C is gebaseerd op het verschil in temperatuur tussen de gebruikte (warmere en daardoor conservatievere) temperatuurdata verder in de Westerschelde en de temperatuurdata op zee.



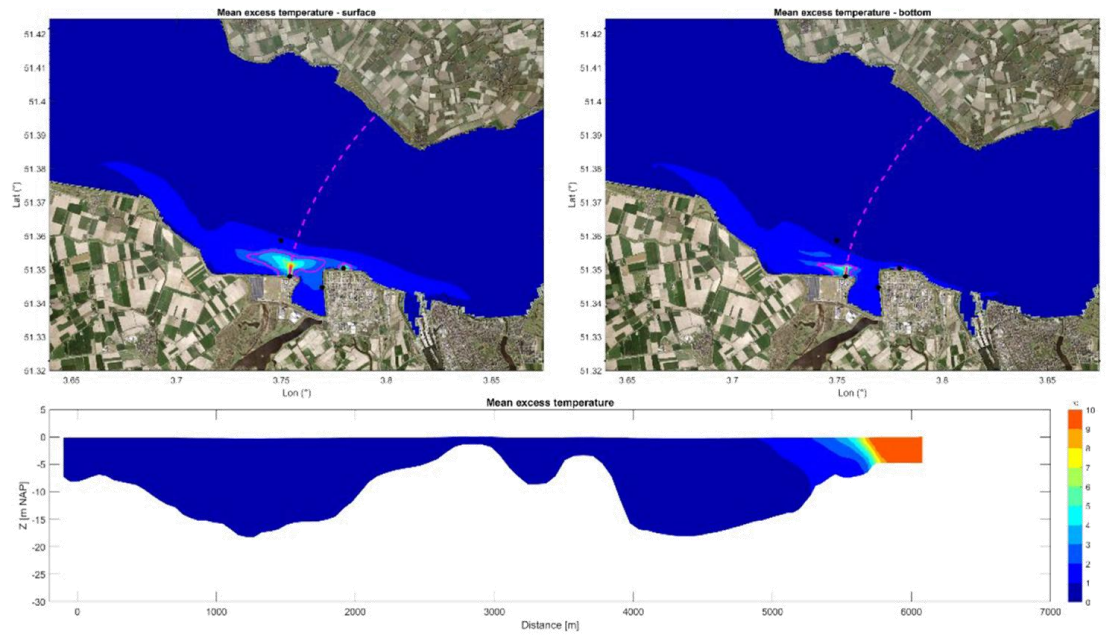
Figuur 2.1 Overzicht gemodelleerde layout opties.



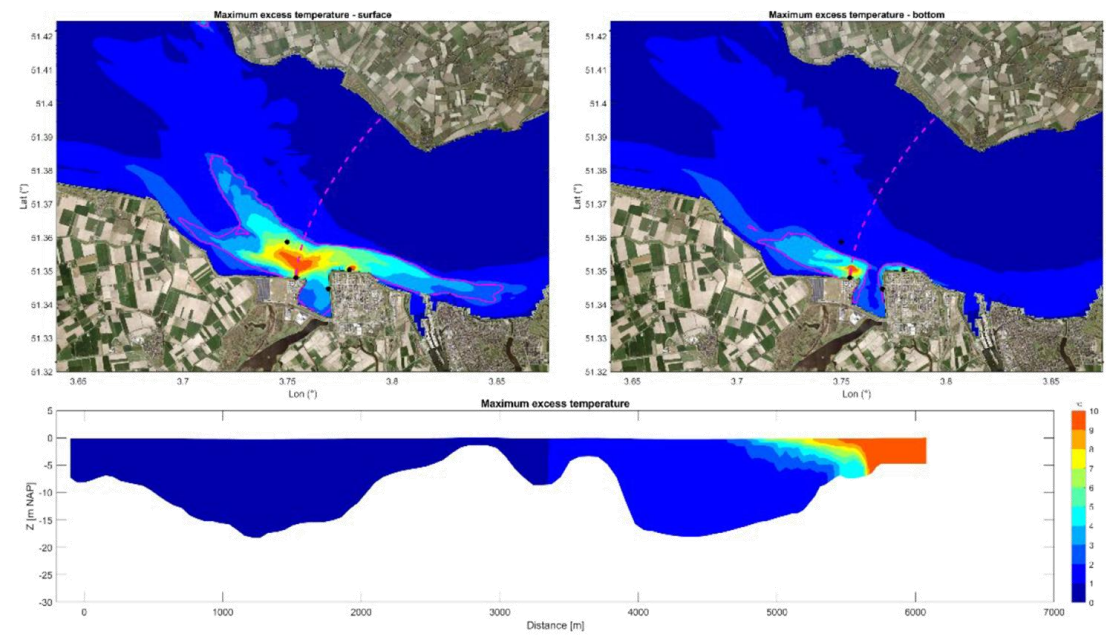
Figuur 2.2 Overzicht van de dwarsdoorsnedes die gebruikt zijn in de evaluatie van temperatuurcriteria.

### 2.1.1 Open uitlaat kerncentrale

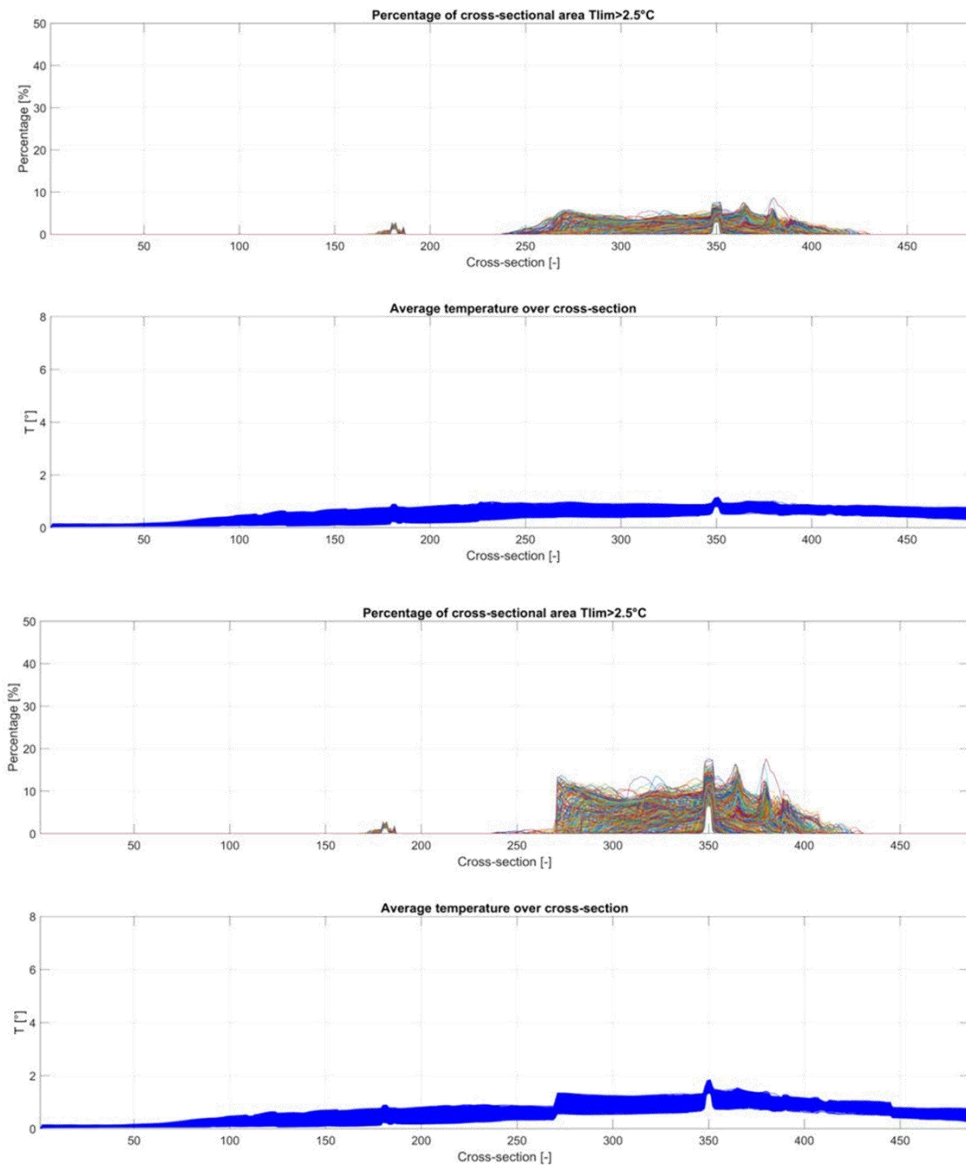
Voor de open uitlaat layout wordt Optie 2 beschouwd met een uitlaat aan de oever, inname met tunnel (omgekeerde van Optie 1, zie Figuur 2.1). In deze variant wordt het koelwater via een tunnel ingenomen en aan de oever geloosd. Dit scenario is gemodelleerd om het gedrag van de warmtepluim uit een open uitlaat en langs de oever te kunnen analyseren. Daarnaast kon worden vastgesteld in hoeverre aan de gestelde temperatuurcriteria wordt voldaan.



Figur 2.3 Berekende gemiddelde temperatuursverhoging.



Figur 2.4 Berekende maximale temperatuursverhoging.



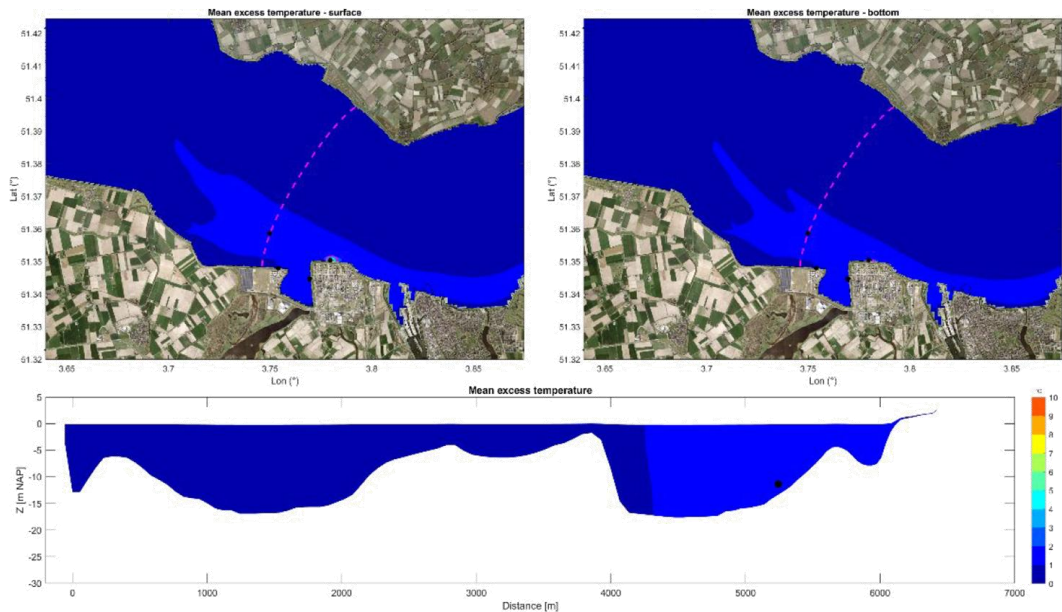
*Figuur 2.5 Maximaal percentage van de dwarsdoorsnede met temperaturen boven 25°C. Boven voor de totale dwarsdoorsnede en onder voor de gedeeltelijke (conservatieve) dwarsdoorsnede van enkel het eerste kanaal. Deze moeten minder dan 25% zijn.*

De resultaten tonen aan dat de gemiddelde temperatuurstijging van het oppervlaktewater in het gebied rondom de uitlaat meer dan 5°C bedraagt. Wanneer wordt gekeken naar de totale dwarsdoorsnede van het waterlichaam, is minder dan 10% van het oppervlak warmer dan +2,5°C (overeenkomstig met >25°C). Hiermee wordt voldaan aan de norm dat maximaal 25% van de doorsnede deze temperatuur mag overschrijden.

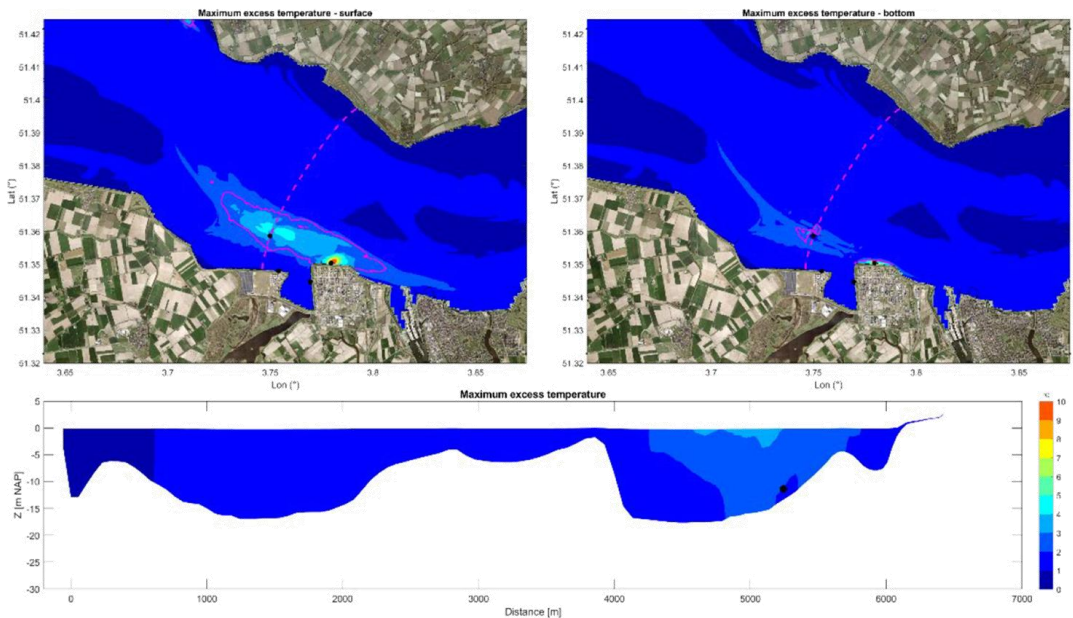
Voor de conservatieve benadering, waarbij alleen de eerste geul in beschouwing wordt genomen, blijkt circa 20% van de dwarsdoorsnede warmer te zijn dan +2,5°C. Ook in dit geval blijft het aandeel onder het gestelde criterium van 25%. Het aandeel dat boven deze temperatuurgrens uitkomt, is echter groter dan bij Optie 1, wat wordt veroorzaakt door een meer geconcentreerde warmteverspreiding nabij de kust. Vanuit ecologisch oogpunt is deze geconcentreerde opwarming waarschijnlijk minder wenselijk.

### 2.1.2 Getunnelde uitlaat kerncentrale

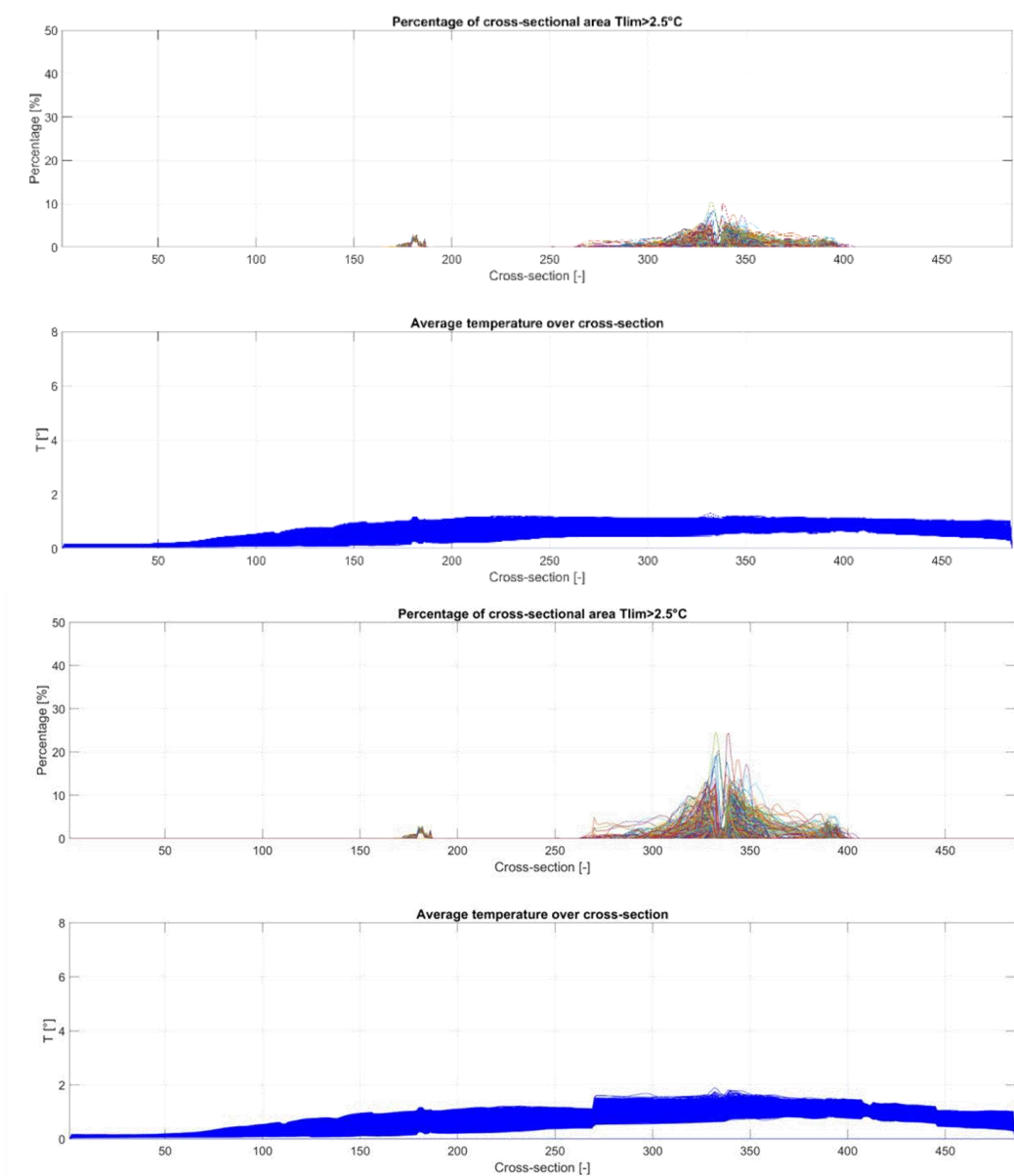
Voor de getunnelde uitlaat layout is Case 1 (waarschijnlijk scenario) gebruikt, met een inlaat aan de oever, tunnel uitlaat met diffuser op -10m diepte, zie Figuur 2.1. In dit scenario wordt het koelwater direct aan de kust ingenomen en vervolgens via een tunnel op een diepte van -10 meter geloosd. Deze configuratie is representatief voor de meest waarschijnlijke uitvoeringsvariant in de huidige fase van het project. De keuze voor een tunneluitlaat op diepte met een diffuser zorgt ervoor dat de thermische belasting op het oppervlaktewater wordt geminimaliseerd, doordat de warmte zich dieper in de waterkolom verspreidt. Optie 5 (zie Figuur 2.1) is vergelijkbaar, maar hierbij ligt de inlaat verder naar het westen. Ook voor deze scenario's is geëvalueerd in hoeverre aan de geldende temperatuurcriteria wordt voldaan.



Figuur 2.6 Berekende gemiddelde temperatuursverhoging.



Figuur 2.7 Berekende maximale temperatuursverhoging.



Figuur 2.8 Maximaal percentage van de dwarsdoorsnede met temperaturen boven  $25^\circ\text{C}$ . Boven voor de totale dwarsdoorsnede en onder voor de gedeeltelijke (conservatieve) dwarsdoorsnede van enkel het eerste kanaal. Deze moeten minder dan 25% zijn.

Uit de uitgevoerde modelleringen blijkt dat de gemiddelde opwarming van het water circa  $1^\circ\text{C}$  bedraagt en nergens hoger uitvalt dan  $2^\circ\text{C}$ . Binnen de totale dwarsdoorsnede van de Westerschelde blijft het percentage water met temperaturen boven  $+2,5^\circ\text{C}$  (gelijk aan meer dan  $25^\circ\text{C}$ ) ruim onder de gestelde norm van 25%; namelijk minder dan 10%. Dit betekent dat aan het temperatuurcriterium wordt voldaan. Voor de conservatieve dwarsdoorsnede, waarin alleen de eerste geul wordt beschouwd, ligt het aandeel warmer dan  $+2,5^\circ\text{C}$  rond de 25%. Dit benadert het gestelde criterium, maar betreft voornamelijk kortstondige maximale waarden.

## 2.2 Interferentie / recirculatie kerncentrales Terneuzen

Voor de scenario's met een getunnelde uitlaat (Optie 1 en 5) is onderzocht in hoeverre er sprake is van recirculatie van opgewarmd koelwater naar nabijgelegen inlaten. Hierbij is specifiek gekeken naar de Dow inlaat, die op enige afstand (ongeveer 2 km) van de lozingslocatie van de kerncentrale ligt en als representatief kan worden beschouwd voor de afstand tot een mogelijke elektrolyser-inlaat. Uit de modelresultaten blijkt dat de gemiddelde temperatuurverhoging door recirculatie naar de Dow inlaat circa 1°C bedraagt. Voor de recirculatie naar de eigen inlaat van de kerncentrale komt de gemiddelde temperatuurverhoging uit op 1,2 tot 1,5°C.

Table A-1 Simulated excess temperature at each intake.

	DowBenelux BV		EPZ		SloeCentrale BV		Zalco BV		Terneuzen	
	mean	max	mean	max	mean	Max	mean	max	mean	max
Case 0	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.6	0.4	0.6	-	-
Case 1	1.1	1.5	0.6	1.1	0.5	0.9	0.5	0.9	1.2	1.4
Case 2	1.8	2.3	0.5	0.9	0.4	0.8	0.5	0.8	0.9	1.8
Case 3	1.1	1.5	0.6	1.1	0.5	0.9	0.5	0.9	1.2	1.6
Case 4	2.4	3.4	0.5	1.0	0.5	0.8	0.5	0.9	1.0	2.1
Case 5	1.1	1.5	0.6	1.1	0.5	0.9	0.5	0.9	1.2	1.5
Case 6	1.1	1.8	0.6	1.1	0.5	0.8	0.5	0.9	1.2	1.6
Case 7	0.9	1.2	0.5	0.9	0.4	0.8	0.5	0.8	0.9	1.1
Case 8	1.1	1.4	0.6	1.1	0.5	0.9	0.5	0.9	1.2	1.5
Case 9	1.1	1.5	0.6	1.1	0.5	0.8	0.5	0.9	1.1	1.5



Figuur 2.9 Berekende temperatuursverhogingen bij verschillende inlaten in het projectgebied.

## 2.3 Effecten toevoeging elektrolyzers Terneuzen

De koelwatercapaciteit van de elektrolyser is vergelijkbaar met die van EPZ, Dow Benelux en de Sloe-centrale. Dit betekent dat de verspreiding van het koelwater uit deze bestaande industriële installaties een goede eerste indicatie biedt voor de mogelijke verspreiding van de warmtepluim afkomstig van een elektrolyser.

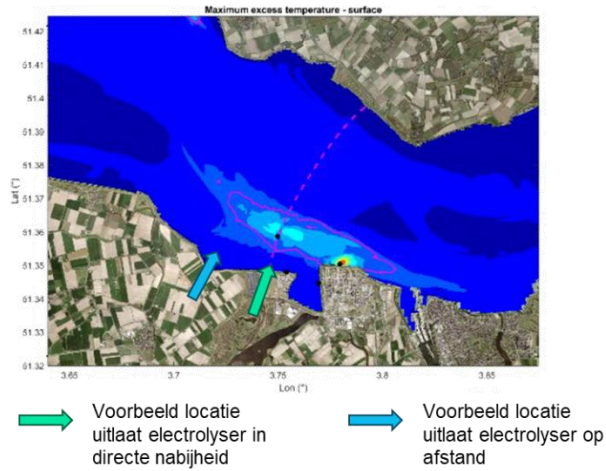
Wanneer de uitlaat van de elektrolyser op dezelfde locatie of in directe nabijheid van de kerncentrale wordt geplaatst, zullen de warmtepluimen zich combineren. Dit geldt zowel voor een tunneluitlaat als voor een oeveruitlaat van de elektrolyser. Bij een conservatieve benadering zal de gecombineerde warmtepluim met circa 10% toenemen in vergelijking met de warmtepluim van alleen kerncentrales. Naar verwachting leidt dit niet tot een wezenlijke verandering in de conclusies met betrekking tot het voldoen aan de geldende temperatuurcriteria.

Indien de uitlaat van de elektrolyser op een afstand van tenminste 2 kilometer van de uitlaat van de kerncentrale wordt gesitueerd, om buiten het warmste deel van de warmtepluim van de kerncentrale te blijven, is er minder interactie tussen de verschillende warmtepluimen. Hierdoor neemt de impact op het naleven van de temperatuurcriteria door de kerncentrale af en wordt er naar verwachting ruimer aan de gestelde temperatuurcriteria voldaan.

Bij een kustuitlaat van de elektrolyser dient rekening te worden gehouden met een lokale temperatuursverhoging nabij de bodem, wat ecologische effecten kan veroorzaken. Dit is vergelijkbaar met de situatie bij de kerncentrale (Case 2) en kan mogelijk leiden tot een verminderde verspreiding van de warmte.

Wat betreft de inname temperatuur en mogelijke recirculatie: afhankelijk van de locatie van de inlaat van de elektrolyser moet rekening worden gehouden met een opwarming van het ingenomen water van circa 1 tot 1,5°C als gevolg van de lozing door de kerncentrale. Het

verdient aanbeveling om de uitlaat van de elektrolyser op voldoende afstand van de inlaat van de kerncentrale te plaatsen, bijvoorbeeld enkele kilometers, om directe recirculatie te voorkomen. Hierdoor blijft de impact op de inname temperatuur van de kerncentrale naar verwachting beperkt tot enkele tienden van een graad. Ook is het raadzaam om de inlaat van de elektrolyser voldoende ver van de uitlaat van de kerncentrale te positioneren. De precieze effecten kunnen uitsluitend door middel van modellering kwantitatief worden vastgesteld.

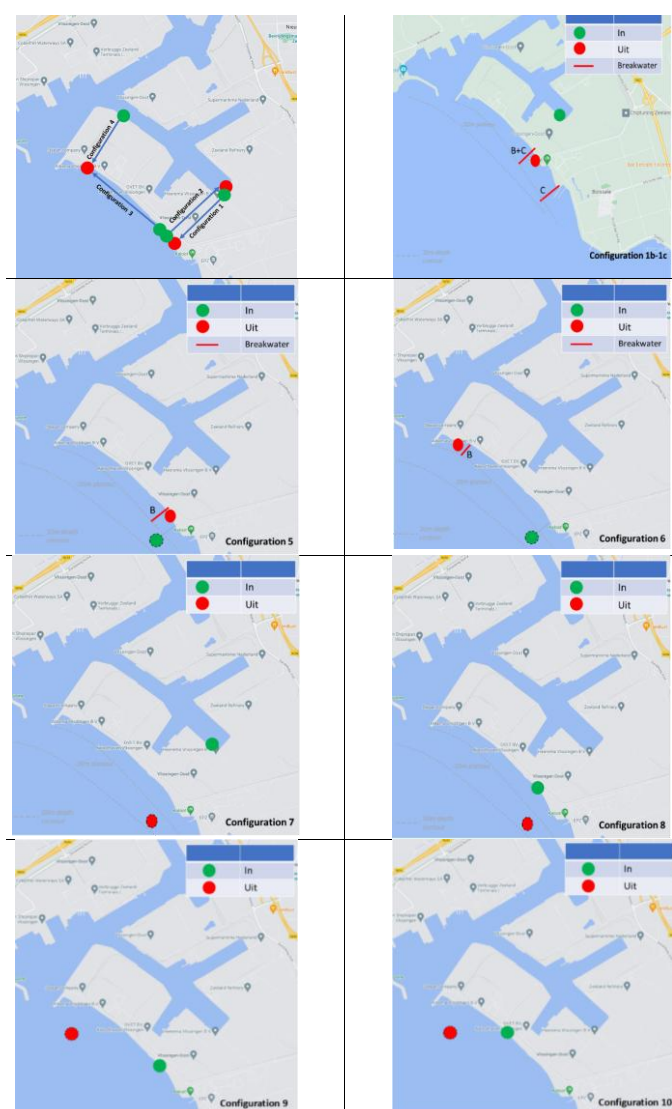


Figuur 2.10 Indicatie van locaties uitlaat elektrolyser in directe nabijheid en op afstand.

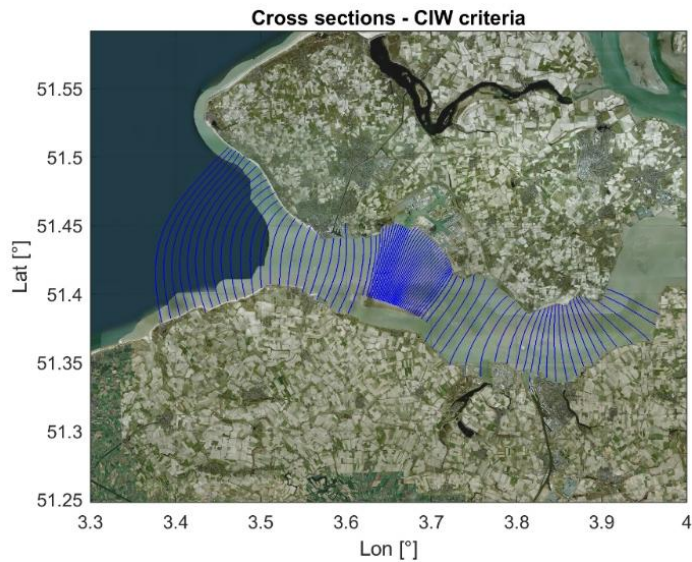
### 3 Locatie Sloegebied

#### 3.1 Overzicht warmtelozing kerncentrales Borssele en Vlissingen

Voor de locatie Borssele zijn in totaal 21 verschillende layoutscenario's doorgerekend (een deel is weergegeven in Figuur 3.1). De resultaten van deze simulaties zijn weergegeven in de vorm van de totale temperatuurpluimomvang en als percentage van de dwarsdoorsnede waarin de temperatuur boven de 25°C uitkomt (zie Figuur 3.2). Hierbij is een conservatieve aanname gedaan voor de dwarsdoorsnedes, waarbij ter hoogte van de uitlaten slechts een deel van de Westerschelde als doorsnede is beschouwd (tot aan de zandbank). Daarnaast is hierbij uitgegaan van een conservatieve achtergrondtemperatuur, waarmee een extra veiligheidsmarge is ingebouwd. In werkelijkheid kan de achtergrondtemperatuur bij de locatie tot 1°C lager liggen, wat betekent dat er in de praktijk mogelijk nog meer ruimte is ten opzichte van de gehanteerde criteria. Deze 1°C is gebaseerd op het verschil in temperatuur tussen de gebruikte (warmere en daardoor conservatievere) temperatuurdata verder in de Westerschelde en de temperatuurdata op zee.



Figuur 3.1 Overzicht van een deel van de gemodelleerde layoutcases voor Borssele en Vlissingen.

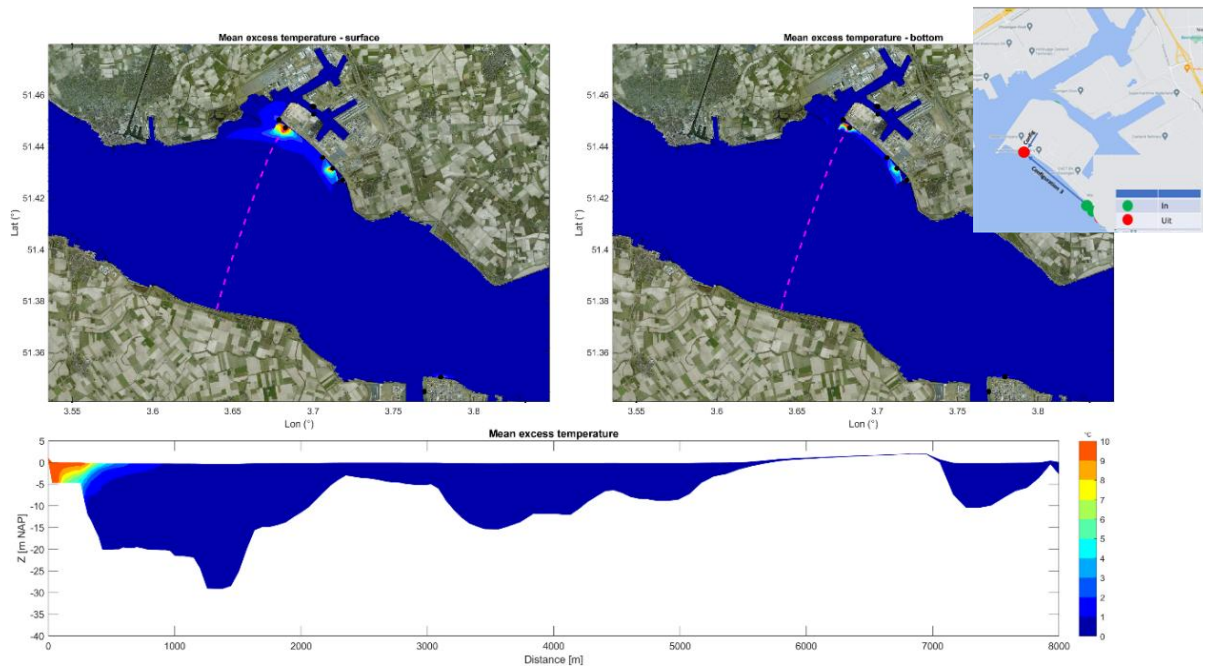


Figuur 3.2 Overzicht van de dwarsdoorsnedes die gebruikt zijn in de evaluatie van temperatuurcriteria.

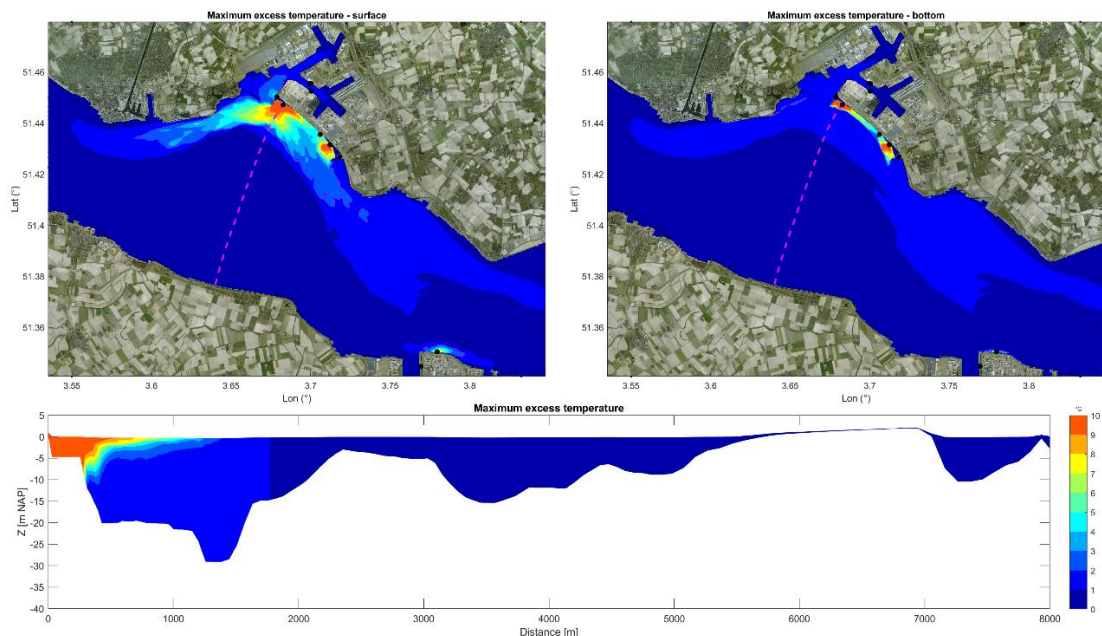
## 3.2 Resultaten modellering Thermphos terrein

### 3.2.1 Open uitlaat kerncentrale

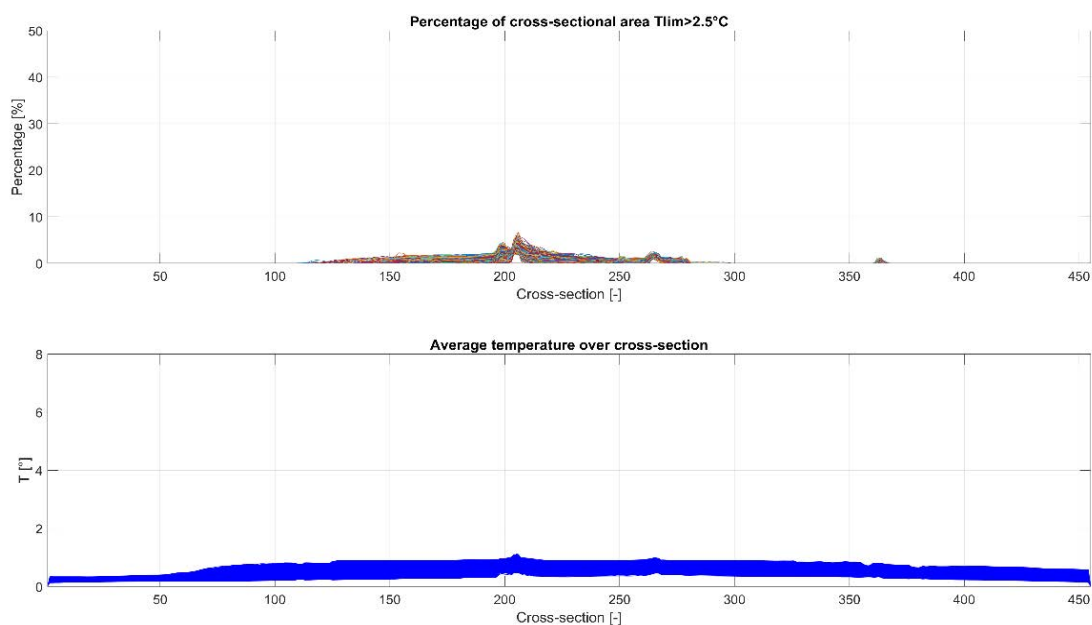
In layout optie 3 bevindt zowel de open uitlaat als de open inlaat zich aan de oever, ter hoogte van het Thermphos terrein. Deze layout is gemodelleerd om het gedrag van de warmtepluim uit een open uitlaat en langs de oever te kunnen analyseren. Daarnaast kon worden vastgesteld in hoeverre aan de gestelde temperatuurcriteria wordt voldaan.



Figuur 3.3 Berekende gemiddelde temperatuursverhoging.



Figuur 3.4 Berekende maximale temperatuursverhoging.

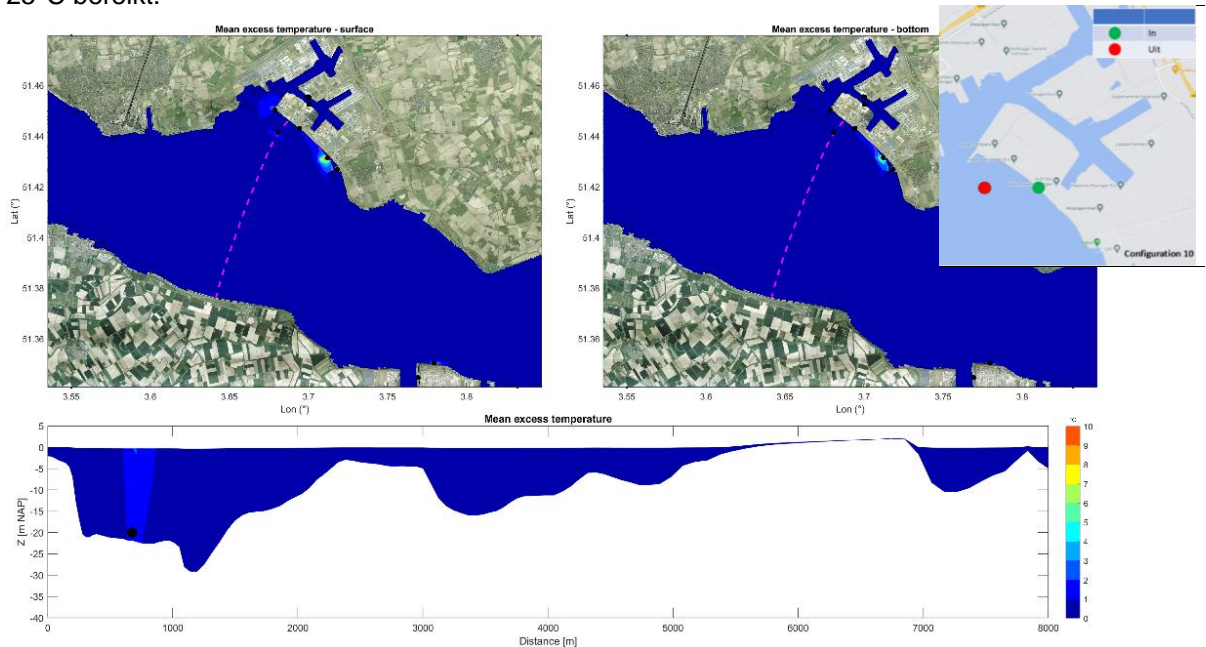


Figuur 3.5 Maximaal percentage van de dwarsdoorsnede met temperaturen boven 25°C. Deze moeten minder dan 25% zijn.

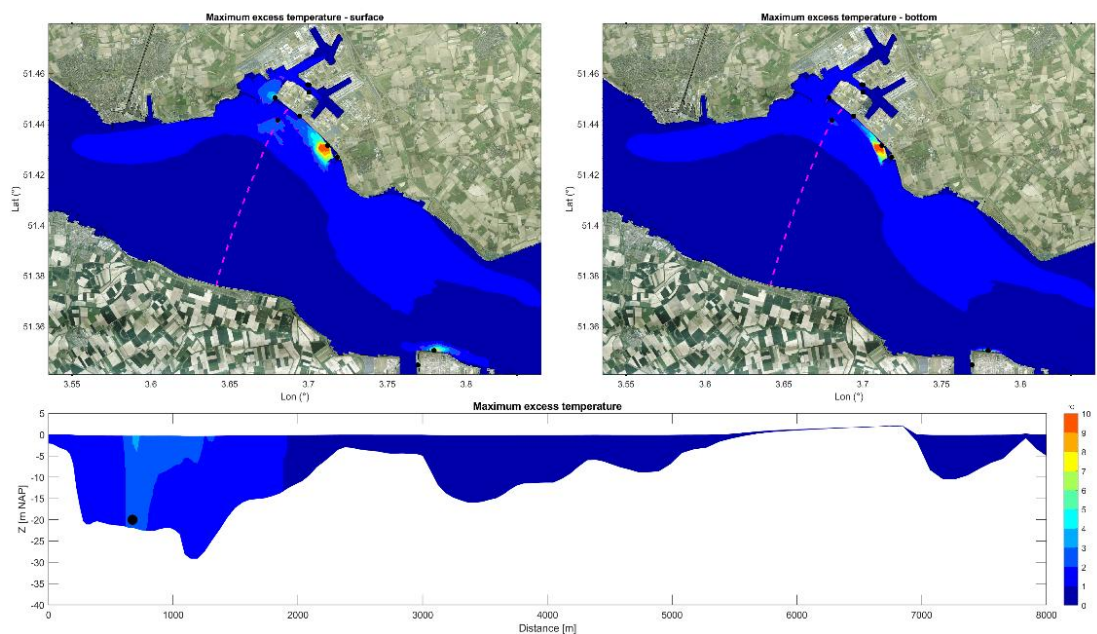
Voor de open uitlaat van de kerncentrale in het Sloegebied (Optie 3) laat de modellering zien dat de gemiddelde temperatuurstijging in het water circa 1°C bedraagt, en nooit boven de 2°C uitkomt. Voor alle beschouwde doorsnedes uit het model van de Westerschelde geldt dat minder dan 10% van het oppervlak een temperatuurverhoging van meer dan 2,5°C (oftewel boven 25°C) kent. Dit ligt dus ruim onder het gestelde criterium van maximaal 25% van de doorsnede. Wel is in de directe omgeving van de uitlaat sprake van lokaal hogere temperaturen, ook nabij de bodem.

### 3.3 Getunnelde uitlaat kerncentrale

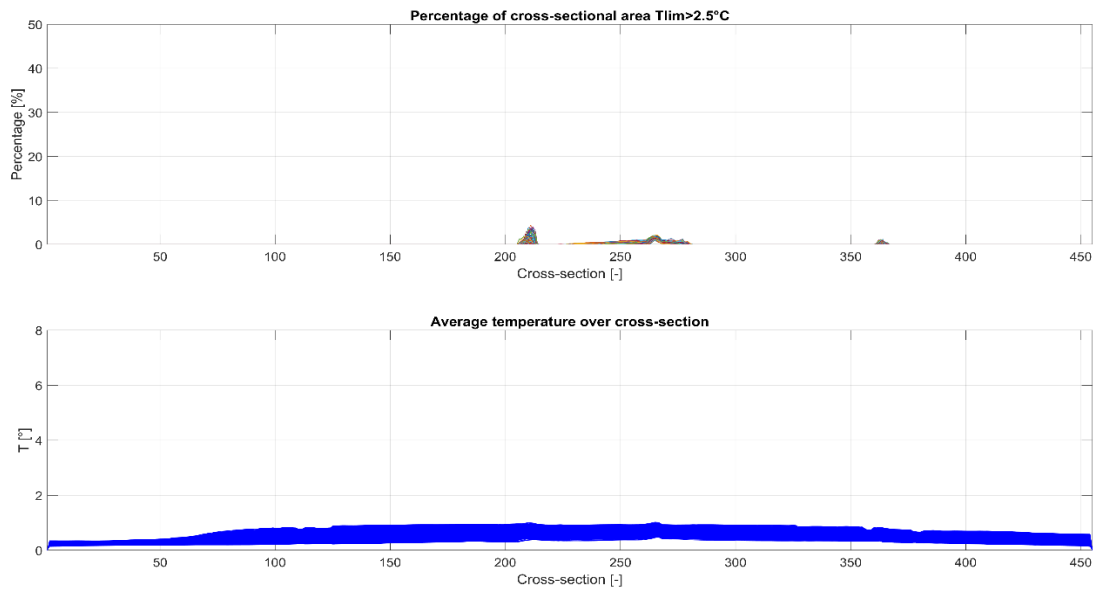
Bij layout optie 10 wordt de uitlaat van de kerncentrale via een tunnel op circa -20 m NAP gepositioneerd, terwijl de inlaat zich aan de oever bevindt. Deze layout is gemodelleerd om het effect van een dieper gelegen, getunnelde uitlaat op de temperatuurverdeling in het water te analyseren. Door het lozingspunt dieper onder water te plaatsen, wordt verwacht dat de warmte zich minder snel aan het oppervlak verspreidt en een andere verdeling over de waterkolom en dwarsdoorsnede laat zien. Net als bij de andere opties is bekeken in hoeverre aan de gestelde temperatuurcriteria wordt voldaan, zoals de gemiddelde opwarming en het maximale percentage van de dwarsdoorsnede dat een temperatuur boven 25°C bereikt.



Figuur 3.6 Berekende gemiddelde temperatuursverhoging.



Figuur 3.7 Berekende maximale temperatuursverhoging.



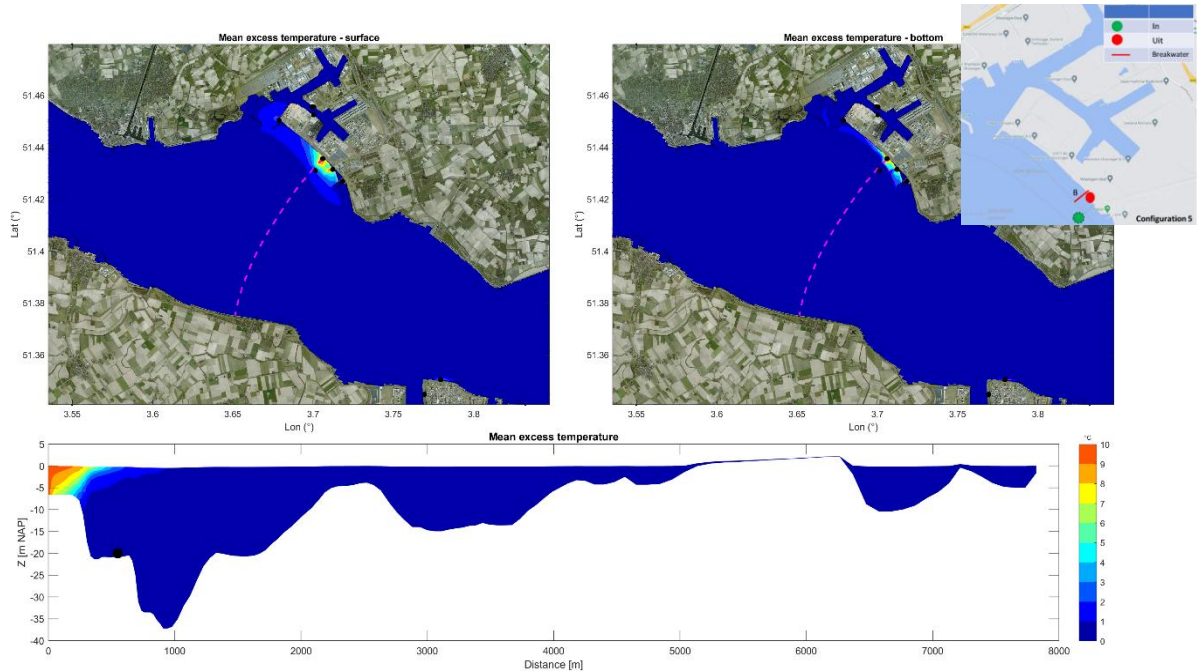
*Figuur 3.8* Maximaal percentage van de dwarsdoorsnede met temperaturen boven 25°C. Deze moeten minder dan 25% zijn.

Voor de getunnelde uitlaat van de kerncentrale bij het Thermphos terrein (Optie 10) laten de modelresultaten zien dat de gemiddelde temperatuurstijging in het water ongeveer 1°C bedraagt, waarbij de verhoging nooit boven de 2°C uitkomt. Uit de blijkt dat minder dan 10% van dwarsdoorsnede van de Westerschelde een temperatuurverhoging van meer dan 2,5°C (oftewel boven 25°C) kent. Dit percentage ligt dus ruimschoots onder het gestelde criterium van maximaal 25% van de doorsnede.

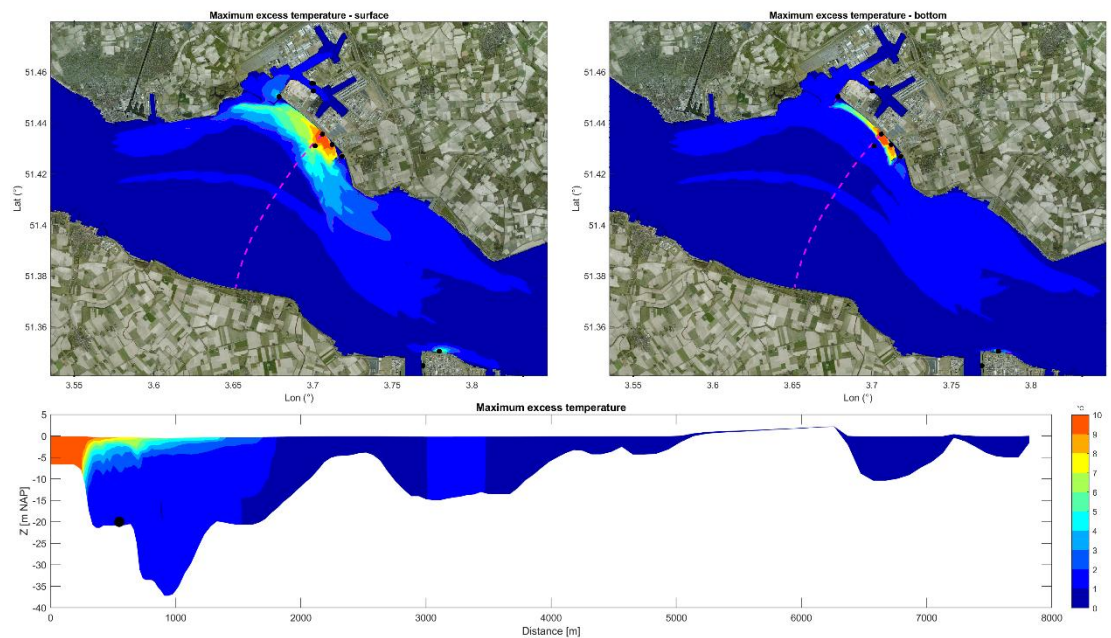
### 3.4 Resultaten modellering EPZ noord terrein

#### 3.4.1 Open uitlaat kerncentrale

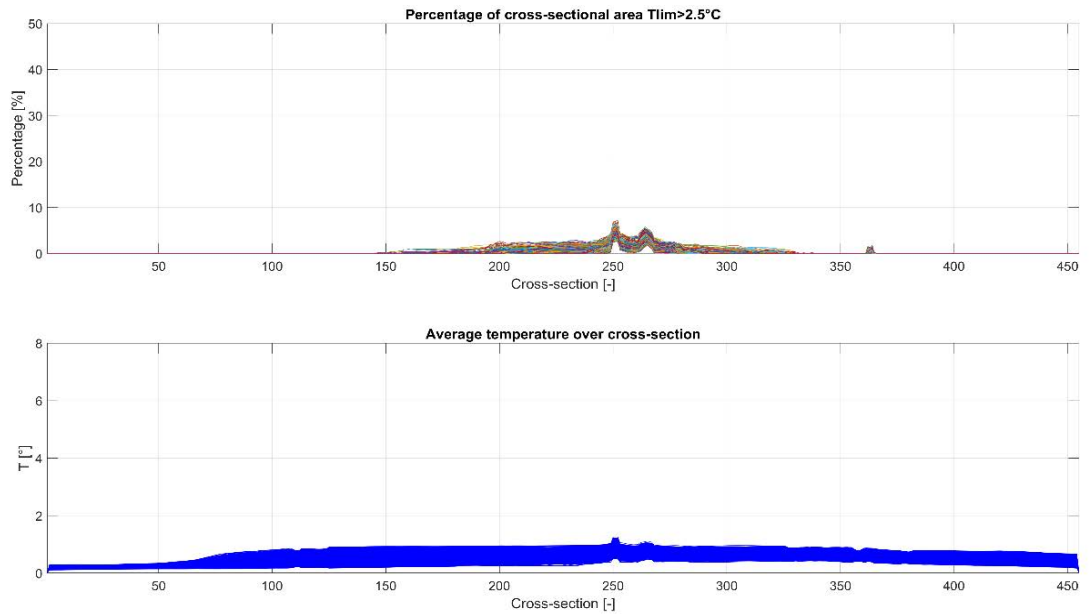
Bij layout optie 5 wordt de uitlaat van de kerncentrale direct aan de oever gepositioneerd nabij het EPZ Noord terrein, terwijl de inlaat zich op een diepte van circa -20 m NAP bevindt. Deze layout is gemodelleerd om het effect van een open uitlaat in combinatie met een dieper gelegen inlaat op de temperatuurverdeling in het water te analyseren. Net als bij de overige configuraties is er gekeken naar de gemiddelde temperatuurstijging en het maximale percentage van de doorsnede dat een temperatuur boven 25°C bereikt.



Figuur 3.9 Berekende gemiddelde temperatuursverhoging.



Figuur 3.10 Berekende maximale temperatuursverhoging.

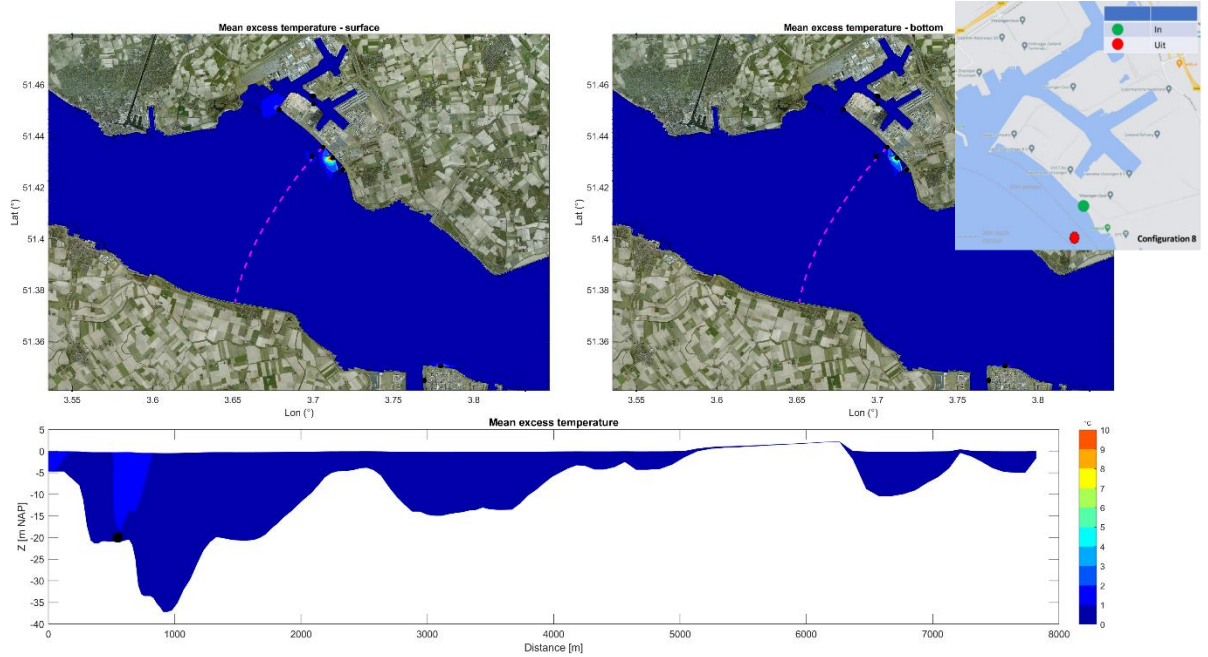


*Figuur 3.11 Maximaal percentage van de dwarsdoorsnede met temperaturen boven 25°C. Deze moeten minder dan 25% zijn.*

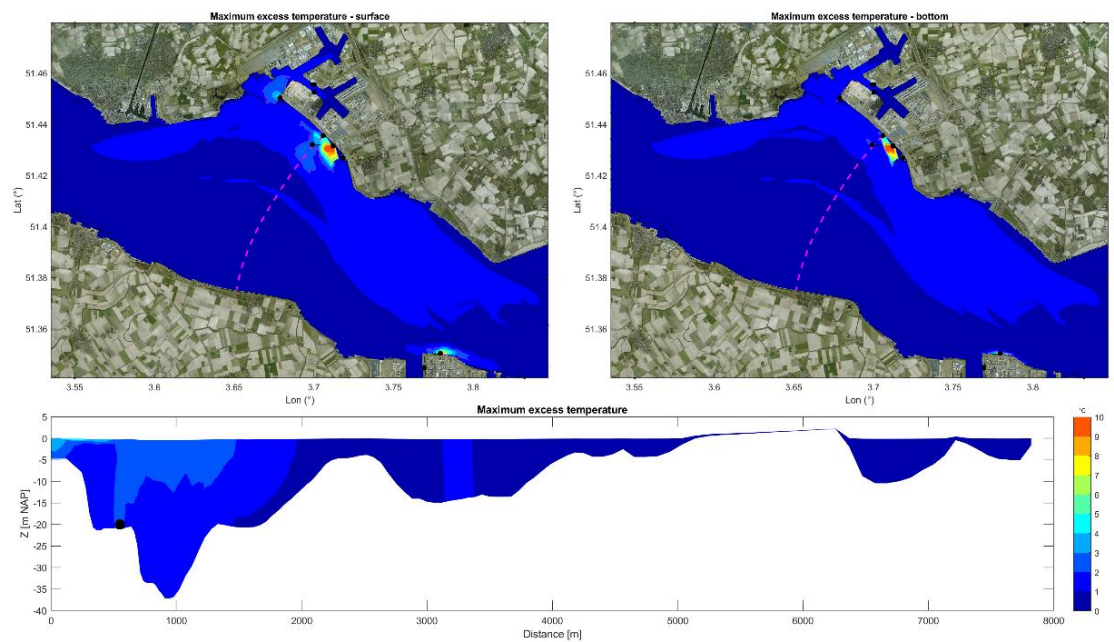
Uit de modelresultaten blijkt dat de gemiddelde temperatuurstijging van het water bij deze layout ongeveer 1°C bedraagt, waarbij de temperatuurverhoging nergens boven de 2°C uitkomt. Voor alle dwarsdoorsnedes geldt dat minder dan 10% van het oppervlak een temperatuurverhoging van meer dan 2,5°C (oftewel boven 25°C) kent. Dit percentage ligt dus ruim onder het gestelde criterium van maximaal 25% van de doorsnede. Wel worden lokaal hogere temperaturen berekend rond de uitlaat en verdeeld over de waterkolom (ook nabij de bodem).

### 3.4.2 Getunnelde uitlaat kerncentrale

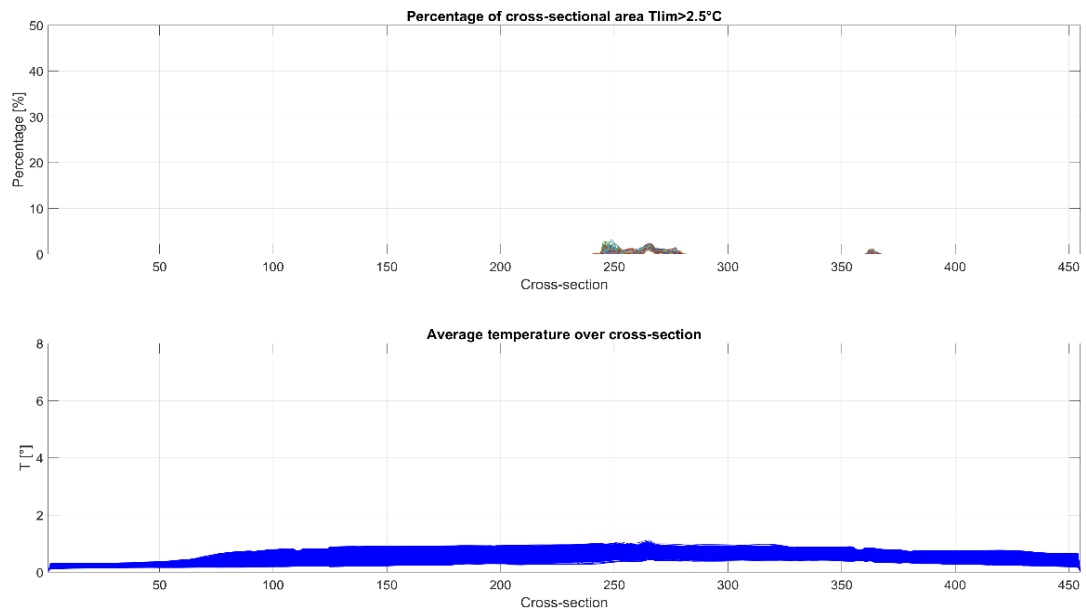
In layout optie 8 wordt de inlaat van het koelwatersysteem direct aan de oever geïntegreerd bij het EPZ Noord terrein, terwijl de uitlaat zich op een diepte van circa -20 meter ten opzichte van NAP bevindt. Deze layout is gemodelleerd om de effecten van een open inlaat en een dieper gelegen uitlaat op de temperatuurverdeling te analyseren.



Figuur 3.12 Berekende gemiddelde temperatuursverhoging.



Figuur 3.13 Berekende maximale temperatuursverhoging.



Figuur 3.14 Maximaal percentage van de dwarsdoorsnede met temperaturen boven 2,5°C. Deze moeten minder dan 25% zijn.

Uit de modelresultaten blijkt dat de gemiddelde opwarming van het water bij deze layout circa 1°C bedraagt, waarbij de maximale temperatuurstijging nergens boven de 2°C uitkomt. Voor alle dwarsdoorsnedes geldt dat minder dan 5% van de doorsnede een temperatuurverhoging van meer dan 2,5°C (oftewel boven 25°C) kent. Dit percentage ligt daarmee ruim onder het gestelde criterium van maximaal 25% van de doorsnede.

### 3.5 Interferentie / recirculatie kerncentrales Sloegebied

De mate van recirculatie naar een eventuele elektrolyserinlaat wordt voornamelijk bepaald door de positie van deze inlaat en de locatie van de uitlaat van de kerncentrale. Wanneer voor de kerncentrale een open uitlaat en voor de elektrolyser een open inlaat wordt gekozen, geeft layout optie 3 (Case 8) een indicatie van de te verwachten recirculatie. In deze casus bedraagt de gemiddelde temperatuurstijging circa 1,1 °C, met een maximale toename van meer dan 3 °C (exclusief recirculatie van de elektrolyser zelf; deze waarden kunnen hoger uitvallen bij een alternatieve locatie van de inlaat).

Wanneer wordt uitgegaan van een tunnelinlaat van de elektrolyser op ongeveer 20 meter NAP (overeenkomstig met de kerncentrale inlaat in Case 12), ligt de gemiddelde en maximale temperatuurtoename respectievelijk tussen de 0,7 en 1,0 °C, uitgaande van een situatie waarin de kerncentrale operationeel is.

	DowBeneluxBV		EPZ		SloeCentraleBV		ZalcoBV		Borssele 2	
	mean	max	mean	max	mean	Max	mean	max	mean	max
Case 0	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.6	0.4	0.6		
Case 01	0.6	0.7	0.7	2.0	0.9	1.1	1.0	1.3	0.9	1.0
Case 02	0.5	0.6	0.6	1.6	0.8	0.9	0.8	1.0	0.7	0.8
Case 03	0.6	0.7	0.7	1.7	1.0	1.2	1.0	1.3	0.9	1.0
Case 04	0.6	0.7	0.7	2.1	0.9	1.1	1.0	1.2	0.9	0.9
Case 05	0.7	0.9	0.9	2.0	1.2	1.4	1.2	1.4	1.1	1.2
Case 06	0.6	0.7	0.7	2.0	1.0	1.1	1.0	1.3	0.9	1.0
Case 07	0.4	0.6	0.6	0.8	6.8	7.9	5.6	7.3	0.8	2.6
Case 08	0.5	0.7	0.7	1.1	0.6	1.0	0.7	1.1	1.1	3.4
Case 09	0.5	0.7	0.7	1.2	0.7	1.1	0.8	1.2	0.9	1.2
Case 10	0.6	0.7	0.7	1.9	0.9	1.1	0.9	1.2	0.9	0.9
Case 11	0.6	0.7	0.7	1.6	0.9	1.1	0.9	1.2	0.9	0.9
Case 12	0.7	0.9	0.9	2.4	0.7	1.1	0.8	1.2	0.7	1.0
Case 13	0.8	0.9	1.0	2.7	0.7	1.1	0.8	1.2	0.7	1.1
Case 14	0.5	0.7	0.7	1.2	0.6	1.0	0.7	1.1	0.7	1.2
Case 15	0.5	0.7	0.7	1.1	0.7	1.1	0.7	1.2	0.7	1.2
Case 16	0.6	0.7	0.7	1.0	0.9	1.1	0.9	1.2	0.8	1.0
Case 17	0.6	0.7	0.7	1.0	0.9	1.1	0.9	1.2	0.8	0.9
Case 18	0.6	0.7	0.7	1.0	0.6	1.0	0.7	1.1	1.0	2.6
Case 19	0.6	0.7	0.7	1.0	0.6	1.0	0.7	1.1	1.0	2.8
Case 20	0.5	0.7	0.7	1.0	0.6	0.9	0.7	1.0	0.8	2.6
Case 21	0.5	0.7	0.7	1.0	0.6	1.0	0.7	1.0	0.8	1.3

Figuur 3.15 Berekende temperatuursverhogingen bij verschillende inlaten in het projectgebied in °C<sup>3</sup>.

### 3.6 Effecten toevoeging elektrolyzers Sloegebied

De koelwatercapaciteit van de elektrolyser is vergelijkbaar met die van bestaande industriële installaties zoals EPZ, Dow Benelux en de Sloecentrale. De wijze waarop koelwater van deze installaties zich verspreidt, geeft een eerste indicatie van de mogelijke verspreiding van de warmtepluim van de elektrolyser.

Indien de uitlaat van de elektrolyser zich op dezelfde locatie of in de directe nabijheid van de nieuwe kerncentrale bevindt, kunnen gecombineerde warmtepluimen ontstaan. Zowel bij een tunnel- als een kustuitlaat wordt verwacht dat de totale pluim conservatief met minder dan 10% toeneemt, hetgeen naar verwachting geen wijziging van de conclusies ten aanzien van de temperatuurcriteria tot gevolg heeft.

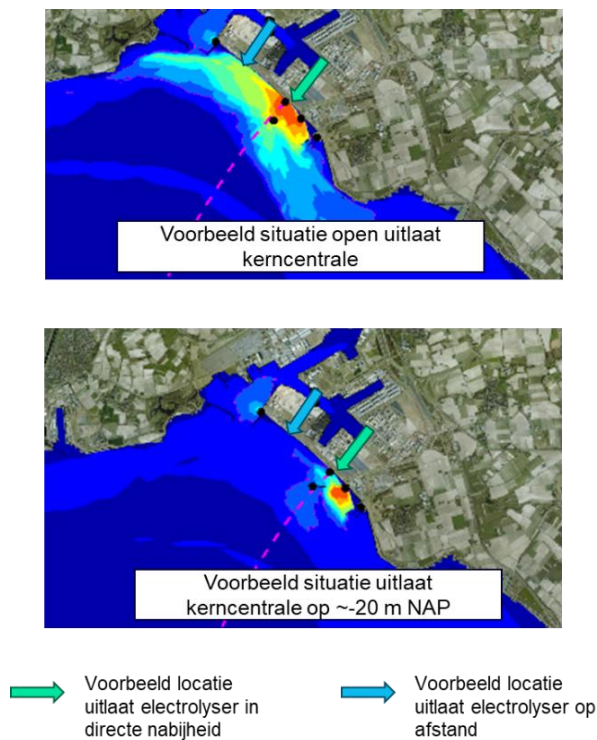
Wanneer de uitlaat van de elektrolyser op een afstand van 2 tot 3 kilometer van de uitlaat van de kerncentrale wordt geplaatst (om uit het warmste deel van de bestaande warmtepluim te blijven), is de interactie tussen de pluimen waarschijnlijk beperkt, zie ter indicatie Figuur 3.16. Ook in dit scenario worden geen veranderingen verwacht in de conclusies met betrekking tot de temperatuurcriteria. Wel dient bij een oeveruitlaat van de elektrolyser rekening te worden

<sup>3</sup> Er wordt opgemerkt dat in onderstaande figuur voor Case 7 voor de Sloecentrale en Zalco temperatuursverhogingen van ongeveer 7°C wordt berekend. Dit is het gevolg van een test scenario waarin de uitlaat van de voorgestelde kerncentrale in de haven ligt, maar dat scenario is voor deze studie niet relevant.

gehouden met een mogelijke temperatuurstijging nabij de bodem, wat ecologische effecten kan hebben.

De effecten op de inlaattemperatuur (recirculatie) zijn afhankelijk van de locatie van zowel de inlaat van de elektrolyser als de uitlaat van de kerncentrale. Bij een open uitlaat van de kerncentrale en een open inlaat van de elektrolyser aan de kust kan de gemiddelde recirculatie mogelijk oplopen tot boven de 3°C. Een alternatieve inlaatlocatie, zoals in de haven, zou lagere temperatuursverhogingen kunnen opleveren, al dient de haalbaarheid hiervan op andere aspecten, waaronder veiligheid, te worden beoordeeld.

Indien de kerncentrale beschikt over een tunneluitlaat en de elektrolyser een open inlaat aan de kust heeft met een geoptimaliseerde uitlaatlocatie, wordt een maximale recirculatie van circa 1 tot 2°C verwacht. Bij het bepalen van de locatie dient rekening te worden gehouden met de bestaande uitlaat van EPZ. Een tunnelinlaat voor de elektrolyser kan de inlaattemperatuur verder beperken.



*Figuur 3.16 Indicatie van locaties uitlaat elektrolyser in directe nabijheid en op afstand.*

## 4 Discussie

### 4.1 Klimaatverandering

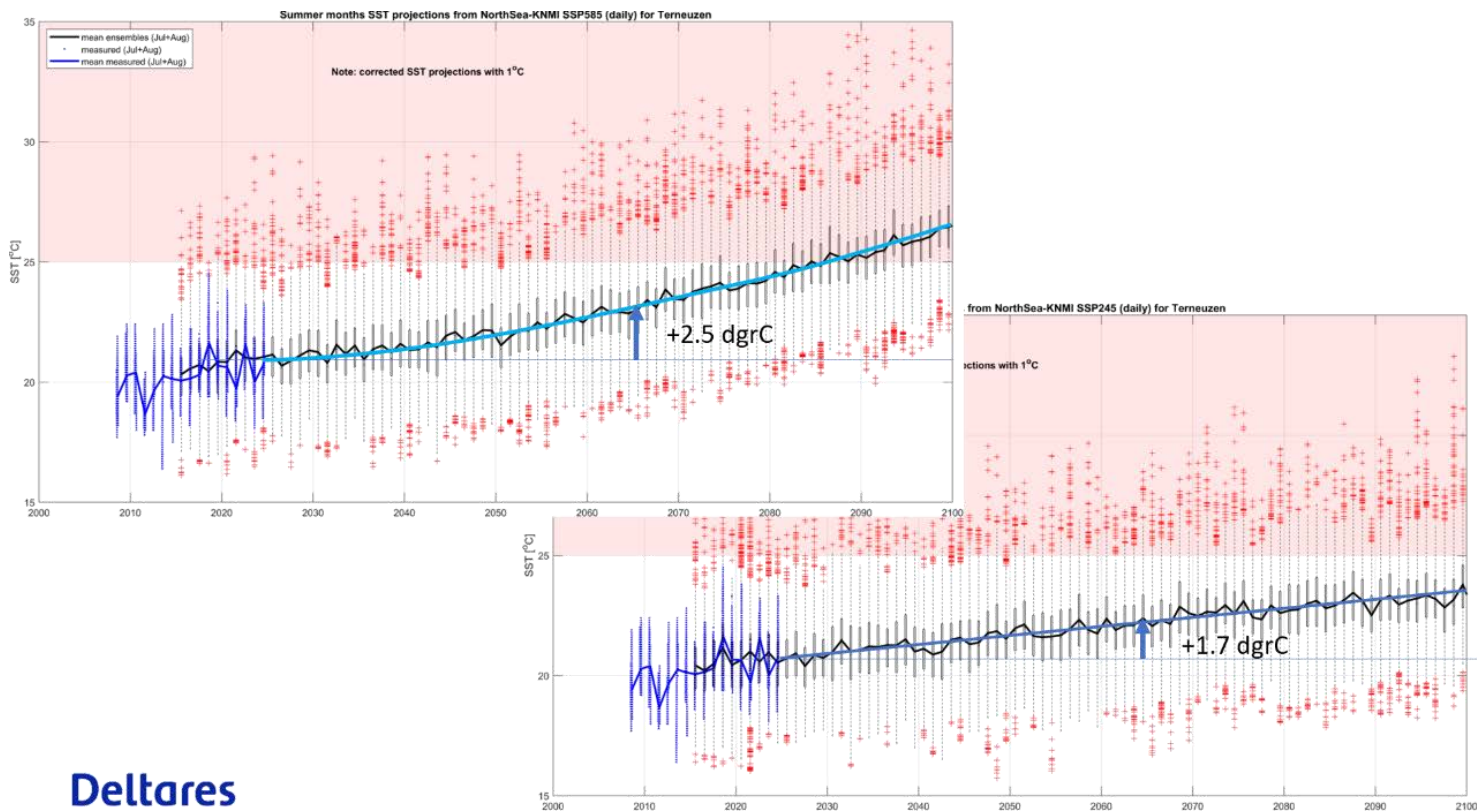
De projecties van klimaatverandering voor de levensduur van zowel een kerncentrale als een elektrolyser zijn met aanzienlijke onzekerheden omgeven, wat resulteert in een brede bandbreedte van verwachte temperatuurstijgingen onder verschillende klimaatscenario's.

Analyses tonen aan dat de beschikbare koelwatercapaciteit in de Westerschelde bij voortschrijdende klimaatverandering zal afnemen, waardoor het voldoen aan het geldende regelgevend kader uitdagender wordt. In het kader van de haalbaarheidsstudies voor een additionele kerncentrale in het Sloegebied is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de impact van klimaatverandering. Deze analyse wijst uit dat het dwarsdoorsnedecriterium van het CIW kritisch wordt bij een bovenstroomse temperatuurstijging van circa 1,5 °C, uitgaande van een conservatieve interpretatie van het regelgevend kader.

De verwachte levensduur van de elektrolyser bedraagt circa 40 jaar, terwijl die van de kerncentrale tussen de 60 en 80 jaar ligt. Uit een analyse door Deltares (oktober 2025, in opdracht van KGG) blijkt dat de hierboven beargumenteerde toegestane stijging van 1,5 °C in zeewater-achtergrondtemperatuur binnen een periode van 40 jaar mogelijk al bereikt wordt (indicatie: 1,7 °C in het meest waarschijnlijke scenario SSP245, met een standaarddeviatie van 2 °C, zie Figuur 4.1). Dit wijst op een aanzienlijke onzekerheid en bandbreedte in de prognoses. De indicatieve grens van 1,5 °C geldt specifiek voor kerncentrales in het Sloegebied; voor enkel een elektrolyser zou er mogelijk meer ruimte zijn, maar dit dient nader onderzocht te worden indien relevant.

Gezien het feit dat de bijdrage van de elektrolyser aan de totale warmtelast in de Westerschelde beperkt is (ongeveer 10% ten opzichte van nieuwe kerncentrales), is de impact hiervan relatief gering en heeft deze naar verwachting geen significante invloed op de toekomstige haalbaarheid van zowel de kerncentrale als de elektrolyser binnen het huidige regelgevend kader.

Voor de operatie van de elektrolyser worden, ook bij inachtneming van klimaatverandering, op dit moment geen directe significante knelpunten voorzien. Het is hierbij wel belangrijk dat de koelinstallatie zo ontworpen wordt dat deze ook effectief kan koelen bij hogere inlaattemperaturen door mogelijk toekomstige nabije lozingen van kerncentrales en door klimaatverandering.



Deltares

Figuur 4.1 Projectie van stijging in zeewatertemperatuur zien voor twee klimaatscenario's (SSP585 en SSP245).

## 4.2 Mitigerende maatregelen

Elektrolyzers die gebruikmaken van directe koeling geven warmte af aan de Westerschelde, wat bijdraagt aan de totale warmtelast. Om de ecologische impact te beperken en de naleving van het regelgevend kader te waarborgen, zijn er verschillende mitigerende maatregelen beschikbaar. Deze maatregelen kunnen helpen om de warmte op alternatieve wijze af te voeren of de warmtelast te reduceren.

Enkele suggesties zijn:

Optimalisatie van in- en uitlaat van het koelwatersysteem om (initiële) menging te optimaliseren en piek-temperaturen te reduceren (tunneluitlaat met diffuser).

- Voormenging van de warmte met extra koelwater uit de Westerschelde zodat koeler water geloosd wordt.
- Indirecte koeling (via koelinstallaties of warmtewisselaars)
- Warmteterugwinning voor hergebruik in industriële processen of stadsverwarming en/of buffering van warmte (bijv. in aquifers of warmteopslag) - integratie met andere energiestromen om synergievoordelen te benutten.

De kansrijkheid van deze maatregelen is niet verder onderzocht.

## 5 Conclusies en beantwoording vraagstelling

### 5.1 Conclusies

De huidige expert analyse is uitgevoerd om een relevante kennisleemte te vullen over welke interferentie wordt verwacht bij de integrale ruimtelijke inpassing van kerncentrales en elektrolyzers. In de expert judgement zijn bestaande modelresultaten en analyses gebruikt uit studies die eerder voor kerncentrales zijn uitgevoerd en die, waar relevant, zijn gebaseerd op conservatieve aannames.

De bijdrage van de elektrolyser aan de totale warmtelast in de Westerschelde is ongeveer 10% ten opzichte van de nieuwe kerncentrales. Deze beperkte toevoeging heeft naar verwachting geen significante invloed op de conclusies omtrent de toekomstige haalbaarheid van de kerncentrale binnen het geldende regelgevend kader. Desalniettemin is er bij de huidige interpretatie van het regelgevend kader bij het Sloegebied meer warmtecapaciteit (i.e., ruimte voor lozen warmte) beschikbaar dan bij Terneuzen.

Omgekeerd geldt dat, aangezien de warmtevracht van de elektrolyser slechts ongeveer 10% bedraagt van die van de beschouwde kerncentrales, er naar verwachting geen operationele of milieutechnische belemmeringen zijn voor het koelwater van een elektrolyser, zolang de koeling van de kerncentrale haalbaar is, zelfs wanneer beide installaties direct naast elkaar staan. Er wordt opgemerkt dat ecologisch onderzoek zal moeten worden uitgevoerd om de effecten op ecologie nader te analyseren.

Wel blijft de minimale onderlinge afstand een aandachtspunt. Als deze installaties direct naast elkaar worden geplaatst wordt de koelwateroplossing complexer en vraagt om optimalisatie, maar dit is naar verwachting technisch haalbaar te maken (dient in meer detail te worden beoordeeld).

Om binnen de grenzen van het huidige regelgevend kader te blijven neemt bij in acht name van klimaatverandering de beschikbare koelwatercapaciteit in de Westerschelde af, maar de impact op de haalbaarheid voor een elektrolyser en diens levensduur is mogelijk beperkt. Daarnaast zijn er mitigerende maatregelen mogelijk alsmede kansen voor synergie omtrent het warmtegebruik.

Kortom: op basis van koelwater en warmtevracht creëert de locatiekeuze voor kerncentrales naar verwachting geen lock-in voor een elektrolyser, en omgekeerd geldt hetzelfde.

### 5.2 Antwoorden op de vraagstelling

Met de opkomst van grootschalige waterstofproductie in Zeeland, waaronder nieuwe elektrolyserinstallaties, ontstaat een verhoogde druk op bestaande waterstromen. Dit roept bij KGG vragen op over de impact op het koelwatergebruik in de regio. Specifiek is de vraag wat de potentiële interferentie van elektrolyzers op het koelwatergebruik in Zeeland is, in combinatie met de voorgenomen ontwikkeling van nieuwe kerncentrales in dit gebied, en welke implicaties dit heeft voor de haalbaarheid van deze ontwikkelingen op het vlak van de warmtecapaciteit van de Westerschelde.

Deze vraag is onderverdeeld in de onderstaande deelvragen:

1. Hoe groot zijn de afzonderlijke warmtelozingen van de elektrolyzers en kerncentrales ten opzichte van elkaar?  
*De warmtelozing van de elektrolyser is ongeveer 10% van de warmtelozing van twee kerncentrales, dus significant kleiner.*
2. Wat betekent de toevoeging van de warmtelozing van de elektrolyser voor de naleving van milieunormen door een kerncentrale in Terneuzen?  
*De toevoeging van de warmtelozing van de elektrolyser heeft naar verwachting beperkt invloed op de naleving van milieunormen voor temperatuur door een kerncentrale in Terneuzen. In de huidige verkennende fase, met nog onzekerheden rondom de exacte grootte van de lozingen, zal de toevoeging van de elektrolyser naar verwachting niet leiden tot andere conclusies naar aanleiding van de naleving van milieunormen door een kerncentrale.*
3. Wat betekent de warmtelozing van een kerncentrale voor de warmtelozing van de elektrolyser?  
*De lozing van de kerncentrale is leidend voor de beschikbare warmtecapaciteit voor warmtelozing van de elektrolyser. Naar verwachting kan worden gesteld dat als er warmtecapaciteit is voor kerncentrales, er ook ruimte zou moeten zijn voor een elektrolyser.*
4. Wat betekent het als deze installaties direct naast elkaar staan? Wat als ze gescheiden zijn? En op welke afstand?  
*Bovenstaande overwegingen nemen aan dat de uitlaten van beide installaties dichtbij elkaar liggen. Als de uitlaten horizontaal meer gescheiden zijn, in de orde van 2 - 3 km, dan is er waarschijnlijk minder interactie van warmtepluimen en zijn de conclusies met betrekking tot de warmtecapaciteit naar verwachting nog robuuster.*
5. Zijn er andere opties om interferentie te beperken (bijvoorbeeld extra koeling)?  
*Mitigerende maatregelen zouden kunnen zijn: Optimalisatie van in- en uitlaat van het koelwatersysteem om (initiële) menging te optimaliseren en piek-temperaturen te reduceren (tunneluitlaat met diffuser), Indirecte koeling (via koelinstallaties of warmtewisselaars) en warmteterugwinning voor hergebruik in industriële processen of stadsverwarming en/of buffering van warmte (bijv. in aquifers of warmteopslag) - integratie met andere energiestromen om synergievoordelen te benutten. Het is niet onderzocht wat de kansrijkheid van deze maatregelen is.*
6. Hoe verschilt dit tussen de locaties Paulinapolder/Mosselbanken, Thermphos en EPZ-noord?  
*De conclusies zijn naar verwachting vergelijkbaar voor de verschillende locaties, waarbij de locaties in het Sloegebied nog wat meer warmtecapaciteit zouden kunnen hebben door de sterke stroming en menging aldaar. Het is wel van belang bij een oeveruitlaat van een elektrolyser (voor alle locaties) rekening te houden met temperatuursverhoging nabij de bodem met mogelijk ecologische effecten (wat ook geldt voor een oeveruitlaat van kerncentrales).*
7. Hoeveel stijgt de inlaattemperatuur bij kerncentrale en elektrolyser als de installaties naast elkaar staan of juist gescheiden zijn?  
*Naar verwachting zal de temperatuur bij de kerncentrale beperkt stijgen door de nabijheid van een warmtelozing van een elektrolyser (orde tienden van graden), als de uitlaat van de elektrolyser niet direct in de buurt van de inlaat van de kerncentrale wordt geplaatst. Andersom moet bij het in de buurt (binnen enkele kilometers) van een kerncentrale plaatsen van de inlaat van de elektrolyser rekening worden gehouden met 1 – 1.5°C opwarming door de lozing van de kerncentrale.*
8. Hoe veranderen deze conclusies in de toekomst door klimaatverandering (kerncentrale levensduur 60–80 jaar, elektrolyser 40 jaar)?  
*Er bestaat aanzienlijke onzekerheid in klimaatprojecties over de gehele levensduur van een kerncentrale of elektrolyser, wat leidt tot uiteenlopende schattingen van temperatuurstijging onder verschillende klimaatscenario's. Een analyse van Deltares*

*(oktober 2025, in opdracht van KGG) laat zien dat het voldoen aan de temperatuurcriteria mogelijk al binnen 40 jaar kritiek kan worden. Gezien de beperkte bijdrage van de elektrolyser aan de totale warmtelast in de Westerschelde (circa 10% ten opzichte van een nieuwe kerncentrale), wordt verwacht dat deze bijdrage geen substantiële invloed heeft op de conclusies omtrent de toekomstige haalbaarheid van zowel de kerncentrale als de elektrolyser binnen het geldende regelgevend kader. Voor de operatie van de elektrolyser worden, ook bij inachtneming van klimaatverandering, op dit moment geen directe significante knelpunten voorzien, al blijft dit afhankelijk van het specifieke ontwerp van de elektrolyser.*

In deze analyse werd alleen gekeken naar effecten op de temperatuurmilieucriteria en naar verhoging van de inlaattemperatuur (recirculatie) (en dus bijvoorbeeld niet naar ecologische impacts).

# Literatuur

1. Dit is de gepubliceerde koelwaterstudie en regelgevend kader voor Borssele (zie [Koelwaterstudie Borssele - Deltares | Kernenergie in Nederland](#))
2. Deltares rapport 11209639-002-GEO-0024\_v0.1-Terneuzen site evaluation, draft, 18-7-2025 – nog niet gepubliceerd.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**

[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)