

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Rijkswaterstaat

# **CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen**

25 november 2004

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Rijkswaterstaat

# **CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen**

25 november 2004

---

## Inhoudsopgave

---

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Probleemstelling, doelstelling en aanpak</b>	<b>13</b>
2.1	Probleemstelling	13
2.2	Doelstelling	15
2.3	Aanpak	16
<b>3</b>	<b>Warmtelozingen in Nederland</b>	<b>17</b>
3.1	Emissies van warmte in Nederland	17
3.2	Ontwikkelingen	21
<b>4</b>	<b>Beleid ten aanzien van warmtelozingen</b>	<b>24</b>
4.1	Huidig beleid	24
4.2	Ontwikkelingen	29
<b>5</b>	<b>Nieuwe inzichten</b>	<b>36</b>
5.1	Effecten in de koelwaterketen	37
5.2	Effecten in het oppervlaktewater	40
<b>6</b>	<b>Voorstel nieuwe beoordelingssystematiek</b>	<b>46</b>
6.1	Beoordelingssystematiek	46
6.2	Consequenties nieuwe systematiek	53
<b>7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>57</b>
7.1	Conclusies	57
7.2	Aanbevelingen	58
<b>8</b>	<b>Literatuur</b>	<b>60</b>

---

**Ten geleide**

.....

p.m.

### **Inleiding**

De gemiddelde temperatuur van de Rijn bij Lobith is de afgelopen 100 jaar met 3,3 °C is toegenomen. Dit is voor 2/3 een gevolg van het toegenomen koelwatergebruik in Duitsland en voor 1/3 van de algehele temperatuurstijging ten gevolge van klimaatverandering. Na passage van de grens bij Lobith vindt ondanks het feit dat er lozingen van warmte op het oppervlaktewater plaatsvinden toch netto afkoeling van het Rijnwater plaats alvorens het Nederland weer verlaat.

De prognoses met betrekking tot klimaatsverandering geven een stijgende temperatuur van het oppervlaktewater en een afnemende afvoer van rivieren tijdens droge perioden in de zomer te zien. Dit betekent dat de problematiek met betrekking tot beschikbare koelcapaciteit onder warme omstandigheden zich in de toekomst nog prominenter zal manifesteren. Ten gevolge van deze ontwikkelingen zal de beschikbare ruimte om warmte te lozen in de toekomst afnemen.

Voorspellingen met betrekking tot de toekomstige vraag naar elektriciteit geven een toename te zien van 80% in 2030. Hoewel het rendement van elektriciteitsopwekking in de toekomst zal toenemen, is deze niet voldoende om aan de stijgende vraag te voldoen. Kortom extra productiecapaciteit of meer inkoop uit het buitenland is nodig.

De problematiek van de afgelopen warme zomers en de ontwikkelingen met betrekking tot klimaat heeft de behoefte doen ontstaan voor een nieuwe beoordelingssystematiek, gebaseerd op de waterkwaliteits-aanpak. Met name onder extreme zomerse omstandigheden is een zorgvuldige afweging tussen emissie van warmte enerzijds en effecten in oppervlaktewater anderzijds van cruciaal belang. De richtlijnen opgesteld door de Algemene Beraadsgroep Koelwater (ABK) uit 1975, die voor een belangrijk deel bestaan uit emissie-eisen, voorzien hierin in onvoldoende mate.

Voor de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) is de situatie aanleiding geweest om in oktober 2001 een subwerkgroep in te stellen. De taakopdracht omvat het opzetten van een beoordelingssystematiek voor warmtelozingen op basis van de beschikbare literatuur, die aansluit bij de CIW-immissietoets voor stoffen (2000). Om deze doelstelling te kunnen verwezenlijken zijn literatuurstudies uitgevoerd op het gebied van effecten van warmtelozingen op het aquatische milieu. Tevens zijn studies uitgevoerd naar de modellering van verspreiding van warmte. Uit deze studies zijn toetscriteria voor de beoordelingssystematiek afgeleid.

### **Beoordelingssystematiek**

In de beoordelingssystematiek zijn een drietal criteria opgenomen, te

weten: *onttrekking, mengzone en opwarming.*

Tabel 1  
Oude en nieuwe  
beoordelingssystematiek voor  
warmtelozingen.

Parameter	ABK-richtlijnen <sup>1</sup>	Nieuw
<b>Emissie-eisen (generiek)</b>		
T koelwater	Zoet : ≤ 30 °C	-
T koelwater	Zout : ≤ 30 °C	-
ΔT koelwater	Zoet : ≤ 7 °C (zomer) ≤ 15 °C (winter) Zout: ≤ 10 °C (zomer) ≤ 15 °C (winter)	-
<b>Immissie-eisen (generiek)</b>		
Opwarming <sup>2</sup>	≤ 3 °C	≤ 3 °C t.o.v de achtergrondtemperatuur <sup>3</sup> tot een maximum van 28 <sup>4</sup> °C <sup>7</sup>
<b>Immissie-eisen (watersysteem gerelateerd)</b>		
<b>Kanalen/getijdenhavens</b>		
Onttrekking	-	geen significante effecten in paaigebied en opgroeigebied van juveniele vis, goed visafvoersysteem, debiet aantoonbaar minimaliseren (optimaliseren op debiet) <sup>8</sup>
Mengzone <sup>5</sup> (T> 30 °C) <sup>6</sup>	-	< 25% dwarsdoorsnede <sup>7</sup>
<b>Rivieren</b>		
Onttrekking	-	geen significante effecten in paaigebied en opgroeigebied van juveniele vis, goed visafvoersysteem, debiet aantoonbaar minimaliseren (optimaliseren op debiet) <sup>8</sup>
Mengzone <sup>5</sup> (T>30 °C) <sup>6</sup>	-	< 25% dwarsdoorsnede
<b>Noordzee</b>		
Onttrekking	-	Streven naar zo gering mogelijke onttrekking, niet in paaigebied en opgroeigebied voor juve- niele vis of trekroute, goed visafvoersysteem <sup>8</sup>
Mengzone <sup>5</sup> (T> 25 °C) <sup>9</sup>	-	Mengzone mag bodem niet raken
<b>Estuaria</b>		
Onttrekking	-	Streven naar zo gering mogelijke onttrekking, niet in paaigebied en opgroeigebied voor juve- niele vis of trekroute, goed visafvoersysteem <sup>8</sup>
Mengzone <sup>5</sup> (T> 25 °C) <sup>9</sup>	-	< 25% dwarsdoorsnede

De essentie van de nieuwe beoordelingssystematiek voor warmtelozingen is samen met die van de ABK-richtlijnen opgenomen in tabel 1.

<sup>1</sup> De in de tabel opgenomen criteria gelden op hoofdlijnen. Voor het volledige overzicht wordt verwezen naar bijlage 2.

<sup>2</sup> Toelaatbare opwarming is respectievelijk 3 °C voor water voor karperachtigen, 2 °C voor schelpdierwater en 1,5 °C voor water voor zalmachtigen

<sup>3</sup> Opwarming is gerelateerd aan achtergrondtemperatuur op de rand van (delen van) het watersysteem.

<sup>4</sup> 28 °C voor water voor karperachtigen, 25 °C voor schelpdierwater en 21,5 °C voor water voor zalmachtigen.

<sup>5</sup> Het deel van het watersysteem (in de nabijheid van een lozingspunt) dat ten gevolge van een warmtelozing op een temperatuur groter of gelijk aan 30 °C is gebracht en wordt begrensd door respectievelijk de ruimtelijke 30 °C-isotherm (zoete wateren) of de 25 °C – isotherm (zoute wateren).

<sup>6</sup> Uitzonderingssituatie bij hoge achtergrondtemperatuur (> 25 °C): gedurende één aaneengesloten periode van maximaal 1 week in juli/augustus mag de temperatuur op de rand van de mengzone van 32 °C bedragen. Indien een dergelijke aanpak tot problemen leidt in de uitvoeringspraktijk kan een beheerder gemotiveerd afwijken.

<sup>7</sup> Beheerder kan op basis van specifieke informatie met betrekking tot het beschouwde watersysteem gemotiveerd afwijken.

<sup>8</sup> Voor zoete wateren met name van belang in het biologische voorjaar (periode 1 maart–1 juni) en voor zoute wateren in het biologische voorjaar (periode 1 februari–1 mei) en het biologische najaar (1 september –1 december). Kwantitatieve generieke criteria voor onttrekking zijn niet te geven. Voor nieuwe situaties zal middels een MER procedure moeten worden afgewogen op basis van lokale specifieke gebiedsgerichte informatie of de activiteit al of niet toelaatbaar is.

<sup>9</sup> Uitgaande van een achtergrondtemperatuur van 22 °C

---

In de uitgevoerde studies naar de effecten van warmtelozingen op het aquatische milieu zijn effecten van inzuiging en blootstelling in de koelwaterketen en opwarming van het ontvangende watersysteem ten gevolge van warmtelozingen voor verschillende organismen in beeld gebracht. Hieruit blijkt dat vissen gevoeliger zijn dan andere organismen voor deze beïnvloedingsfactoren. Bij de vaststelling van criteria is uitgegaan van vis als toetsorganisme.

Lozingen van warmte worden beoordeeld op de mate van beïnvloeding van het watersysteem, zowel lokaal als op watersysteemniveau. Uit de literatuurstudies volgt dat het beperken van het koelwaterdebiet van belang is voor de bescherming van het aquatische milieu, maar tevens is geconstateerd dat er nog onzekerheden zijn ten aanzien van de effecten voor het aquatische milieu op populatieniveau en de hierbij te hanteren maatlat bij een beoordeling. Uitgangspunt is dat significante effecten ten gevolge van onttrekking niet mogen optreden. Consequentie hiervan is dat een generieke temperatuurslimitering van het koelwater is los gelaten. In plaats van temperatuurslimitering is het criterium mengzone ingevoerd.

Vislarven of juveniele vissen komen in het biologische voorjaar in paaigebieden of opgroeigebieden in grote getale voor. Dan zijn ze vanwege hun geringe afmeting kwetsbaar voor inzuiging in koelsystemen. Voor zoet oppervlaktewater wordt voor het biologisch voorjaar een periode van 1 maart tot 1 juni aangehouden. Voor zoute wateren is naast het biologische voorjaar, de periode 1 februari tot 1 mei, ook het biologische najaar, de periode 1 september tot 1 december, van belang. Grootschalige onttrekking ten behoeve van koelwater in paaigebieden of opgroeigebieden van juveniele vis is in deze periodes niet gewenst.

In het tweede Indicatief Meerjaren Programma (IMP)-water is aangegeven dat in de mengzone rond het lozingspunt de waterkwaliteitsdoelstelling niet geldt. Hieraan is invulling gegeven door in analogie met de immisietoets voor stoffen, in de beoordelings-systematiek voor warmtelozingen de omvang van de mengzone te koppelen aan het ernstig risico (ER) niveau. Op basis van de uitgevoerde literatuurstudies naar de effecten van warmtelozingen op het aquatische milieu is het ER-niveau voor warmte vastgelegd op respectievelijk 30 °C voor zoete wateren en 25 °C voor zoute wateren. In de beoordelingsystematiek wordt de mengzone verder begrensd door een maximale dwarsdoorsnede ter grootte van 25% van de totale natte dwarsdoorsnede van de waterloop. De mengzone is bepalend voor de maximaal toelaatbare lozingstemperatuur bij een gegeven afvoer en lozingsdebiet mits eveneens wordt voldaan aan criteria voor opwarming en onttrekking.

Uit berekeningen blijkt dat het "dwarsdoorsnedecriterium", voor lozingen met een lozingstemperatuur groter dan 30 °C, ook het volume van de mengzone beperkt. Om deze reden is afgezien om criteria voor het mengzone-volume apart in de systematiek op te nemen.

---

In de literatuurstudie naar de effecten van warmtelozingen op het zoete aquatische milieu is aangegeven dat in *uitzonderingssituaties*, waarbij de temperatuur van het oppervlaktewater boven de 25 °C stijgt, gedurende een periode van maximaal 1 week per jaar de temperatuur op de rand van de mengzone maximaal 32 °C mag bedragen. De frequentie van een overschrijdingsperiode is strikt gelimiteerd tot 1 keer per jaar om het ecosysteem voldoende tijd te geven om te acclimatiseren.

Conform de EU-viswaterrichtlijn (78/659/EEG) is ook opwarming als criterium opgenomen, voor de begrenzing van de opwarming zowel lokaal als op watersysteemniveau. De opwarming wordt bepaald ten opzichte van een referentiepunt, de achtergrondtemperatuur op de rand van het beheersgebied of watersysteem.

De ervaringen van de afgelopen jaren geven aan dat onder warme zomerse omstandigheden de temperatuur van oppervlaktewater, alvorens het de Nederlandse grens passeert, aanzienlijk kan oplopen (tot 28 °C). Het realiseren van waterkwaliteitsdoelstellingen, zoals is vastgelegd in de AmvB voor water voor karperachtigen, is in de praktijk onder dat soort omstandigheden niet haalbaar. Op basis van opgedane ervaringen met de huidige uitvoeringspraktijk en de uitgevoerde effectenstudies ligt het in de rede, totdat gebiedsgerichte normstelling op basis van de KRW van kracht wordt, om conform de Europese viswaterrichtlijn een temperatuur van 28 °C als maximum temperatuur voor water voor karperachtigen in de systematiek op te nemen. De viswaterrichtlijn gaat op in de KRW.

Voor meren geldt dat situaties veelal zeer verschillend en op zich moeilijk vergelijkbaar zijn. Aanhakend op de ABK-richtlijnen wordt voorgesteld om voor meren géén generieke criteria af te leiden. Grootschalige lozingen van warmte op meren komen in Nederland eigenlijk alleen maar voor op het IJsselmeer en het Bergumermeer.

### **Consequenties**

Het toetsen van het criterium *onttrekking* heeft mogelijk consequenties voor de locatiekeuze en kan eventueel leiden tot limitering van het koelwaterdebiet. Dit betekent dat dit moet worden geregeld in de Wwh-vergunning.

Op basis van het criterium *mengzone* kan de nieuwe beoordelings-systematiek ten opzichte van de ABK-richtlijnen betekenen dat warmtelozers meer ruimte krijgen om warmte te lozen, mits er voldoende stroming en afkoelingsoppervlakte lokaal aanwezig is. De omvang van deze ruimte is afhankelijk van het ontvangende oppervlaktewater. Bij stromende wateren zal de ruimte vanwege de grotere menging groter zijn dan bij (semi)stagnante watersystemen. Of daadwerkelijk extra ruimte ontstaat hangt ook af van de parameters opwarming en onttrekking.

Voor kanalen, waarvoor nu de ABK-kanalenrichtlijn van toepassing is, resulteert toepassing van de nieuwe beoordelingsystematiek op basis van de parameter *opwarming* in een beperking van de toelaatbare



---

warmtevracht. Voor bestaande situaties kan in een dergelijke situatie een realistische overgangperiode worden vastgesteld waarbij voor de parameter opwarming aansluiting kan worden gezocht bij de thans geldende criteria in de ABK-richtlijnen, mits de tot nu toe opgedane ervaringen met betrekking tot de waterkwaliteit dit rechtvaardigen.

Doordat een warmtelozing in de nieuwe beoordelingssystematiek naast de parameter opwarming ook middels de parameter mengzone rechtstreeks wordt gelimiteerd door de afvoer van een watersysteem is de betekenis van afvoer in de nieuwe systematiek prominenter dan bij de beoordeling op basis van ABK-richtlijnen. Dit betekent dat waterverdeling, het reguleren van afvoer (indien mogelijk), ook in dit opzicht vergaande consequenties voor de actuele toelaatbare warmtevracht met zich mee kan brengen. Daar waar afvoer is te regelen door de beheerder kunnen keuzes/afwegingen in deze van invloed zijn op de beschikbare koelcapaciteit en dus het beschikbare vermogen van elektriciteitscentrales of productiecapaciteit in de procesindustrie.

Om een beoordeling van koelwaterlozingen via deze nieuwe systematiek te kunnen uitvoeren moet een beheerder beschikken over voldoende kennis over het watersysteem. Het gaat hierbij om gegevens met betrekking tot de waterkwaliteit, de temperatuur door het jaar heen, en de waterkwantiteit, de afvoer door het jaar heen.

De beoordeling resulteert in een maximaal toegevoegde warmtevracht, al of niet gerelateerd aan de momentane afvoer en temperatuur. Dit betekent dat de handhaver ook moet beschikken over adequate momentane gegevens van het watersysteem.

### **Aanbevelingen**

De discussie rond warmte en achtergrondtemperatuur laat zien dat buitenlandse invloeden, weerspiegeld in de temperatuur van de Maas bij Eijsden en de Rijn bij Lobith, in een zeer grote mate bepalend zijn voor de mogelijkheid om onder warme omstandigheden in Nederland nog aan de geldende waterkwaliteitsdoelstellingen te kunnen voldoen. Bij de onderhandelingen om tot internationale afstemming te komen voor stroomgebieden met bijbehorende discussies rond de invulling van gebiedgerichte normstelling in het kader van de Kaderrichtlijn Water is aandacht voor het onderwerp 'warmte' gewenst.

De effecten van inzuiging in het koelsysteem voor organismen zijn aanzienlijk beter in beeld dan de effecten voor het aquatische milieu op populatieniveau. Ook de invloed van een mengzone op de migratiemogelijkheden van vissen is in de praktijk nog weinig onderzocht. Aanvullend onderzoek op deze specifieke terreinen is nodig.

---

Adequate uitvoering en handhaving van de nieuwe beoordelings-systematiek in de praktijk pleit voor het opzetten van een monitorings-netwerk waarin gegevens met betrekking tot temperatuur en afvoer online worden vastgelegd.

In het kader van de KRW moeten de komende jaren een aantal acties worden uitgevoerd. Voor warmte gaat het hierbij om:

- Aandacht voor warmteproblematiek, zowel internationaal als nationaal. Het onderwerp moet een plaats krijgen op de KRW- en IKS-agenda;
- Per watersysteem of delen van watersysteem moet worden aangegeven of een water kan worden aangemerkt als “natuurlijk water”, “sterk veranderd water” of “kunstmatig water”, hetgeen van belang is voor de uiteindelijke normstelling.
- Per gebied moeten randvoorwaarden met betrekking tot de parameter temperatuur worden vastgesteld om te kunnen voldoen aan de Goede Ecologische Toestand (GET) of het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) uit de KRW. Om dit te kunnen doen is internationale afstemming noodzakelijk.
- Om een goede naleving van randvoorwaarden voor temperatuur ook in Nederland te kunnen waarborgen en tot harmonisatie te kunnen komen van gebiedsgerichte normstelling is positionering van de warmteproblematiek vanuit Nederlands perspectief hierbij van groot belang.

Voorgesteld wordt om de beoordelingssystematiek bijvoorbeeld na ongeveer 5 jaar grondig te evalueren, waarbij ook nieuwe inzichten uit de KRW moeten worden betrokken. Opgedane ervaringen uit MER-studies, waarbij afwegingen zijn gebaseerd op basis van de nu voorliggende beoordelingssystematiek, kunnen hierbij een plaats krijgen. Op basis van deze informatie, aangevuld met informatie uit het KRW-traject, moet worden gestreefd naar verdere gebiedsgerichte invulling van maatlatten.

Wellicht is ook een evaluatie van de opgedane ervaringen met de nieuwe beoordelingssystematiek op kortere termijn, bijvoorbeeld na volgende zomer, zinvol.

Om te kunnen evalueren is ook een goede monitoring van de problematiek noodzakelijk. Hierbij kan gedacht worden aan het (bij voorkeur on-line) monitoren van temperatuur en afvoer en het opzetten van meetcampagnes eventueel gecombineerd met het uitvoeren van IR-scans met behulp van vliegtuigen.

---

# 1 Inleiding

---

In juni 2000 heeft de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) de nota "Emissie-immissie - prioritering van bronnen en de immissietoets" vastgesteld. In het rapport is uitwerking gegeven aan:

- een prioriteringsmethodiek om vast te stellen welke stoffen en/of emissie-bronnen het meest bijdragen aan de risico's voor het watersysteem;
- de immissietoets als onderdeel van het emissiebeleid. De toets geeft een methode om te bepalen of een specifieke (punt)lozing- nadat deze gesaneerd is volgens de Stand der Techniek- een zodanig significante bijdrage levert aan de verslechtering van de waterkwaliteit dat verdergaande maatregelen noodzakelijk zijn. In de toets is tevens een uitwerking van het stand-still beginsel opgenomen.

De genoemde immissietoets is bedoeld voor stoffen en niet voor warmtelozingen. In het emissiebeleid geldt voor de parameter warmte de *waterkwaliteitsaanpak*: de toelaatbaarheid van lozingen en de te nemen maatregelen zijn afhankelijk van de nagestreefde milieukwaliteitsnormen in relatie tot de effecten van de lozing. In de praktijk van vergunningverlening wordt voor de parameter warmte doorgaans de emissieaanpak gehanteerd. Als emissiegrenswaarde wordt in lijn met de koelwaterrichtlijnen uit 1975, de zogenaamde ABK-richtlijnen, veelal een maximum lozingstemperatuur opgenomen van 30 °C. Voorts is de maximale  $\Delta T$  (=temperatuursverschil) over doorstroomkoelsystemen vastgelegd op een waarde van 7 °C<sup>10</sup>. De ABK richtlijnen richten zich met name op de grote wateren. Een afweging tussen emissie enerzijds en de consequenties van de warmtelozing voor kwaliteit van het ontvangende watersysteem anderzijds om te komen tot eisen in de vergunning vindt doorgaans niet plaats.

De warme zomers in de jaren '90 en de warme zomer van 2003 hebben de nodige knelpunten aan het licht gebracht. Door het oplopen van de temperatuur van het oppervlaktewater tot boven 23 °C, met uitschieters tot bijna 28 °C bij Lobith in 2003, werd de maximum toegestane lozingstemperatuur van het koelwater overschreden. Tevens hebben warmtelozingen bijgedragen aan lokale overschrijdingen van de MTR waarde (25 °C) in het ontvangende water. Met name bij de grote industriële installaties, zoals elektriciteitscentrales, speelt deze problematiek, waar enerzijds een afweging moet worden gemaakt ten aanzien van de noodzaak van (elektriciteits) productie en de overschrijding van de vergunningeisen en de consequenties hiervan voor het ontvangende milieu anderzijds. Kortom er ontstond behoefte

---

<sup>10</sup> In de winter geldt een maximum  $\Delta T$  over het koelsysteem van 15 °C. Voor zoute wateren geldt een maximale  $\Delta T$  over het koelsysteem van 10 °C in de zomer en 15 °C in de winter.

---

aan een nieuwe beoordelingssystematiek voor warmtelozingen die aansluit bij een beoordeling vanuit de optiek van de waterkwaliteitsaanpak.

Voor de CIW is de situatie aanleiding geweest om in oktober 2001 een subwerkgroep in te stellen. De taakopdracht en samenstelling van de subwerkgroep zijn in bijlage 1 opgenomen. De opdracht omvat:

- Het opzetten van een beoordelingssystematiek voor warmtelozingen via koelwater;
- Een analyse maken van de beschikbare literatuur met betrekking tot effecten van warmtelozingen, normgeving van warmtelozingen en modellering van de verspreiding van warmte op oppervlaktewater;
- Een voorstel doen ten aanzien van de te hanteren modellering voor de verspreiding van warmte in oppervlaktewater.

Voor een goede beoordeling van warmtelozing conform de waterkwaliteitsaanpak is een adequaat beeld van het watersysteem met betrekking tot de parameters afvoer en temperatuur bij de waterbeheerder een randvoorwaarde.

#### **Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 staan de probleemstelling, doelstelling en aanpak centraal. Hoofdstuk 3 behandelt de warmte emissies naar oppervlaktewater. De huidige beleidsaspecten en de te verwachten beleidsontwikkelingen met betrekking tot warmte komen in hoofdstuk 4 aan bod. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de nieuwe inzichten. In hoofdstuk 6 wordt een voorstel voor de beoordelingssystematiek uitgewerkt.

De inhoud van deze nota is evenals de inhoud van rapporten van studies die in het kader van deze CIW-studie zijn uitgevoerd, te downloaden via [www.wateremissies.nl](http://www.wateremissies.nl).

---

## 2 Probleemstelling, doelstelling en aanpak

---

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de probleemstelling met betrekking emissies van warmte naar oppervlaktewater en wordt een beeld geschetst van de aanpak van deze CIW studie.

### 2.1 Probleemstelling

De warme zomers in de jaren negentig en een verwachte toename van warmtelozingen naar oppervlaktewater hebben geresulteerd in de behoefte van een nieuwe beoordelingssystematiek voor warmtelozingen. Deze behoefte is nog eens onderstreept door de warme zomer van 2003, die werd voorafgegaan door een relatief droog voorjaar in het gehele stromingsgebied. Met name onder extreme zomerse omstandigheden, hoge oppervlaktewatertemperatuur en geringe afvoer, is een zorgvuldige afweging tussen emissie van warmte enerzijds en immissie-aspekten anderzijds van cruciaal belang. De ABK-richtlijnen uit 1975, die voor een belangrijk deel bestaan uit emissie-eisen, voorzien hierin in onvoldoende mate.

De zomer van 2003 heeft laten zien dat extreme meteorologische omstandigheden (hoge temperatuur en windarm weer in combinatie met droogte) kan leiden tot hoge temperaturen in oppervlaktewateren (zie figuur 2.1).

Zo is de temperatuur bij Lobith in augustus 2003 opgelopen tot 28 °C. Ondanks het feit dat oppervlaktewater na binnenkomst bij Lobith is afgekoeld wanneer het bij Hoek van Holland de Noordzee bereikt, is realisatie van geldende waterkwaliteitsdoelstellingen in het Nederlandse oppervlaktewater onder dat soort omstandigheden nagenoeg onmogelijk.

---

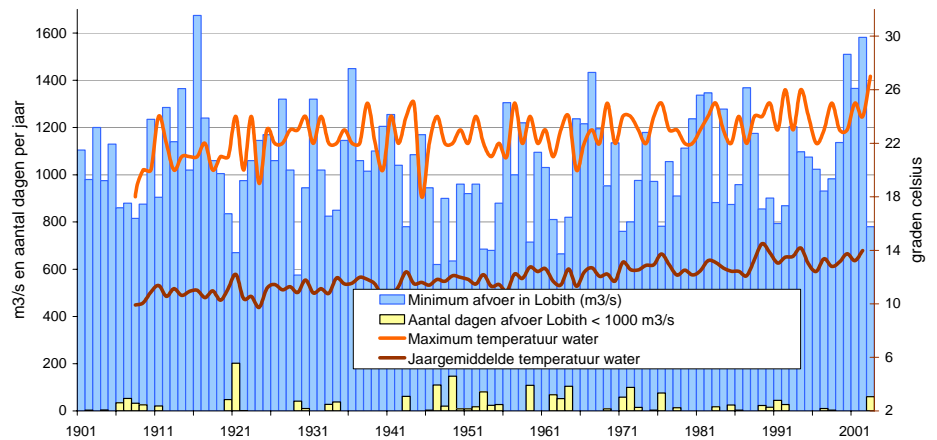
Figuur 2.1

Verloop van watertemperatuur op de Rijn en Maas in de zomer van 2003



In figuur 2.2 is één ander in historisch perspectief geplaatst. In de figuur zijn minimum afvoer, aantal dagen met afvoer geringer dan 1.000 m<sup>3</sup>/s, maximum en gemiddelde watertemperatuur weergegeven voor de periode van 1905-2003.

.....  
 Figuur 2.2  
 Afvoer en watertemperatuur van de Rijn  
 bij Lobith in historisch perspectief.



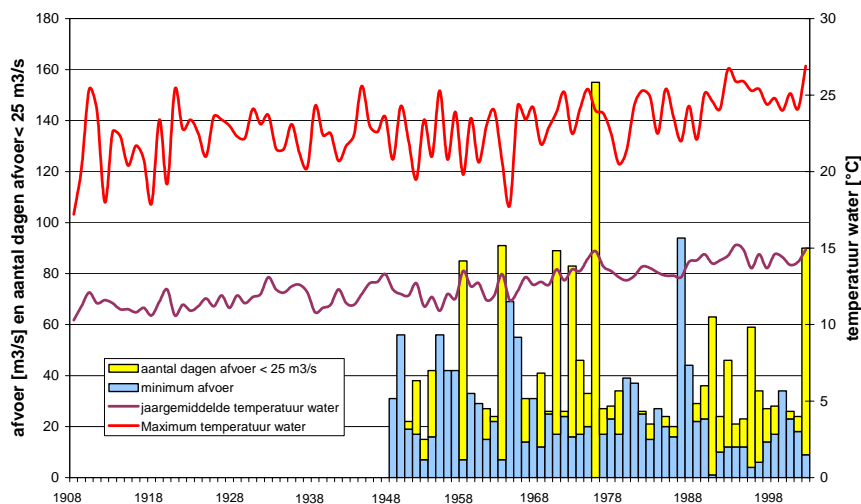
De figuur laat zien dat de afgelopen eeuw de afvoer bij Lobith 12 keer beneden de 800 m<sup>3</sup>/s is gekomen. De combinatie van lage afvoer, veroorzaakt door een droog voorjaar in het Rijnstroomgebied en opvolgend een langdurige hittegolf leidde in augustus 2003 wel tot uitzonderlijk warm rivierwater. Figuur 2.2 geeft aan de gemiddelde temperatuur van de Rijn bij Lobith de afgelopen 100 jaar met ca. 3,3 °C is toegenomen. Dit is voor 2/3 een gevolg van het toegenomen koelwatergebruik in Duitsland en voor 1/3 van de algehele temperatuurstijging ten gevolge van klimaatverandering<sup>11</sup>.

Ook de afvoer van de Maas is laag geweest, maar niet uitzonderlijk laag, ongeveer 40 m<sup>3</sup>/s in de ongedeelde Maas bij Luik. Echter bij Borgharen is het debiet tijdelijk tot beneden 10 m<sup>3</sup>/s gedaald. Dit laagwater komt op de 13<sup>e</sup> plaats in de afgelopen eeuw. Dit is mede te danken aan het feit dat het droge voorjaar en zomer vooraf werd gegaan door een relatief natte herfst en winter. De temperatuur daarentegen is de afgelopen zomer wel hoog opgelopen.

<sup>11</sup> Wolters H, Aanvulling koelwater rapportage in het kader van de droogtestudie 2003, Riza 2004

In figuur 2.3 is het verloop van de watertemperatuur en de afvoer van de Maas in historisch perspectief gezet. Uit de figuur wordt duidelijk dat de gemiddelde en de maximum temperatuur van de Maas bij Eijsden in de afgelopen 50 jaar met 2 °C is toegenomen. Een afvoer van 25 m<sup>3</sup>/s wordt bij Eijsden zeer frequent onderschreden. De lage afvoer van 2003 komt op de 3<sup>e</sup> plaats van de afgelopen 53 jaar, achter de jaren 1976 en 1964.

Figuur 2.3  
Afvoer en watertemperatuur van de  
Maas bij Eijsden in historisch perspectief.



Vanaf 1975 worden voor het lozen van koelwater de normen en richtlijnen gehanteerd die op initiatief van de Commissie Koelwaternormen zijn opgesteld door de Algemene Beraadsgroep Koelwater (ABK). Deze zogenaamde ABK-richtlijnen omvatten zowel emissie- als immissie-eisen. Om de “waterkwaliteitsaanpak” voor warmte, zoals die is verankerd in het overheidsbeleid, nader invulling te geven heeft werkgroep 4 van de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) een subwerkgroep ingesteld. Deze werkgroep heeft de opdracht gekregen om een nieuwe beoordelingssystematiek voor warmtelozingen via koelwater te formuleren.

Ook vanuit Europa, zowel via de Kaderrichtlijn Water als IPPC-richtlijn, is een specifieke plaats ingeruimd voor een waterkwaliteitstoets. Vanuit deze invalshoek is een adequaat beoordelingsinstrumentarium (ook voor warmte) van groot belang. Verwachte veranderingen in het klimaat (toenemende temperatuur en afnemende afvoer in de zomer) onderstrepen de noodzaak om te beschikken over een adequaat beoordelingsinstrumentarium voor warmtelozingen.

## 2.2 Doelstelling

De CIW-studie is gericht op:

- Het opzetten van een beoordelingssystematiek voor warmtelozingen via koelwater;
- Een analyse maken van de beschikbare literatuur met betrekking tot effecten van warmtelozingen, normgeving

---

van warmtelozingen en modellering van de verspreiding van warmte op oppervlaktewater;

- Een voorstel doen ten aanzien van de te hanteren modellering voor de verspreiding van warmte in oppervlaktewater.

Uitgangpunt is het beleid zoals is aangegeven in NW4. Voor warmte geldt in Nederland de waterkwaliteitsaanpak. Voor een goede beoordeling van warmtelozing conform de waterkwaliteitsaanpak is een adequaat beeld van het watersysteem met betrekking tot de parameters afvoer en temperatuur bij de waterbeheerder een randvoorwaarde.

### 2.3 Aanpak

De CIW-subwerkgroep heeft het initiatief genomen om een aantal studies te laten uitvoeren. Het doel hiervan is om voldoende actuele informatie te verkrijgen, zodat daarmee een afgewogen beoordelingssystematiek kan worden geformuleerd. De resultaten van de toeleverende studies zijn vastgelegd in de volgende rapportages:

- Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu (Kerkum, F.C.M., *et al.* 2004)
- Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu (Hartholt, J.G., *et al.*, 2004)
- Cooling Water Study, Optimalisation of discharges on river and lake systems (Heling, R. *et al.*, 2003)



---

## 3 Warmtelozingen in Nederland

---

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de integrale milieu aspecten van koelsystemen. Tevens worden emissies van warmte naar oppervlaktewater op landelijke schaal, onderverdeeld naar type koeling, in beeld gebracht en wordt ingegaan op ontwikkelingen met betrekking tot klimaat en verwachte vraag naar koeling in de toekomst.

### 3.1 Emissies van warmte in Nederland

Koelsystemen zijn op hoofdlijnen te onderscheiden in doorstroom- en circulatiesystemen. Bij een doorstroomstelsel wordt water onttrokken aan het oppervlaktewaterstelsel, door een warmtewisselaar gevoerd en vervolgens direct geloosd op oppervlaktewater. Dit brengt met zich mee dat nabij het lozingspunt het oppervlaktewater wordt opgewarmd. Echter op grotere afstand van het lozingspunt neemt de temperatuur van het oppervlaktewater ten gevolge van straling (vrije convectie) en verdamping (warmte verdwijnt naar de lucht) en menging weer af. Kenmerkend voor een circulatiesysteem is dat het koelwater wordt rondgepompt en afkoeling wordt bereikt door het koelwater te verdampen over een groot oppervlak. Voorbeelden van deze systemen zijn koeltorens en sproeivijvers. Om te voorkomen dat de hardheid, veroorzaakt door kalk, te hoog oploopt wordt een deel van het koelwater afgevoerd via de spui. Het verlies door verdamping en afvoer via spui wordt aangevuld met suppletiewater. Om afzettingen en aangroei in het koelsysteem te beheersen worden hulpstoffen aan het koelwater toegevoegd. Hierbij kan worden gedacht aan zuurdosering, antikalkmiddelen en aangroeiwerende middelen als biociden. Bij doorstroomsystemen beperkt het gebruik van hulpstoffen, indien deze nodig zijn, zich veelal tot oxidatieve biociden.

Enkele kenmerkende verschillen tussen doorstroom- en circulatiekoelsystemen zijn nader in beeld gebracht in de figuren 3.1 en 3.2. Voor een gemiddeld doorstroomkoelsysteem en een circulatiekoelsysteem zijn emissies naar water en lucht, energieverbruik, hulpstoffenverbruik, inclusief gevormde bijproducten, per  $MW_{th}$  aan koelcapaciteit weergegeven. De hierbij gehanteerde kentallen zijn ontleend aan het BAT Reference document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems (IPPC, 2000). Omdat het grootste deel van het industriële koelvermogen, in de procesindustrie en elektriciteitssector, brak water benut voor doorstroomkoeling, is in het voorbeeld uitgegaan van deze situatie. In figuur 3.2 is dit ook gedaan voor een circulatiekoelsysteem, uitgaande van zoet water. In beide figuren is een balans opgenomen, waarbij het volgende het systeem ingaat:

- Energie, benodigd voor pompen en ventilatoren;
- $Cl_2$ , voor conditionering (aangroeibestrijding) van koelsystemen;
- $H_2SO_4$ , voor conditionering van recirculatiekoelsystemen;

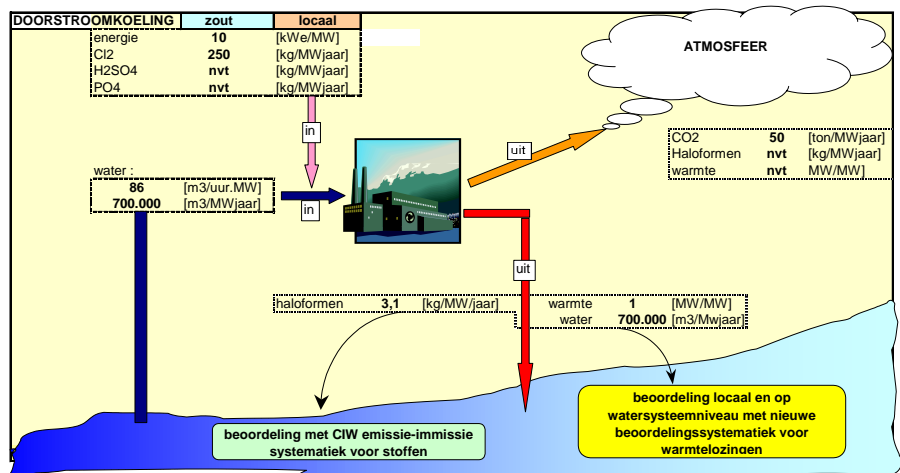
- $PO_4$ , voor conditionering van recirculatiekoelsystemen;
- Water, ten behoeve van de koeling.

Na gebruik gaat het volgende het koelsysteem uit:

- $CO_2$ , indirecte emissie ten gevolge van het energieverbruik;
- Haloformen naar lucht, emissie van bijproducten ontstaan bij conditionering met hypochloriet in circulatiekoelsystemen;
- Haloformen naar oppervlaktewater, emissie van bijproducten ontstaan bij conditionering met hypochloriet in recirculatiekoelsystemen en doorstroomkoelsystemen;
- $PO_4$  naar oppervlaktewater, emissie van hulpstof gebruikt bij conditionering van recirculatiekoelsystemen;
- Warmte naar lucht, verdampingswarmte bij circulatiekoelsystemen;
- Warmte naar oppervlaktewater, opgewarmd koelwater bij doorstroomkoelsystemen en recirculatiekoelsystemen;
- Water naar oppervlaktewater, geloosd koelwater.

Uit figuur 3.1 en figuur 3.2 volgt dat het watergebruik bij een doorstroomstelsel globaal een factor 60 à 70 hoger is dan bij een circulatiesysteem. Hierbij moet worden opgemerkt dat na gebruik bij doorstroomkoeling het water wel weer wordt teruggevoerd naar het ontvangende watersysteem. Bij circulatiekoeling ligt dit duidelijk anders. Daar verdwijnt door verdamping vaak meer dan 75% van het gebruikte water (suppletiewater) direct naar de lucht, waardoor er een netto onttrekking van oppervlaktewater plaatsvindt. De warmtelozing naar oppervlaktewater is bij een doorstroomstelsel veel hoger dan bij een circulatiesysteem. Bij een circulatiesysteem vindt slechts 2% van de warmte-emissie naar water plaats en de rest naar de lucht.

Figuur 3.1  
Milieuaspecten van doorstroomkoeling.



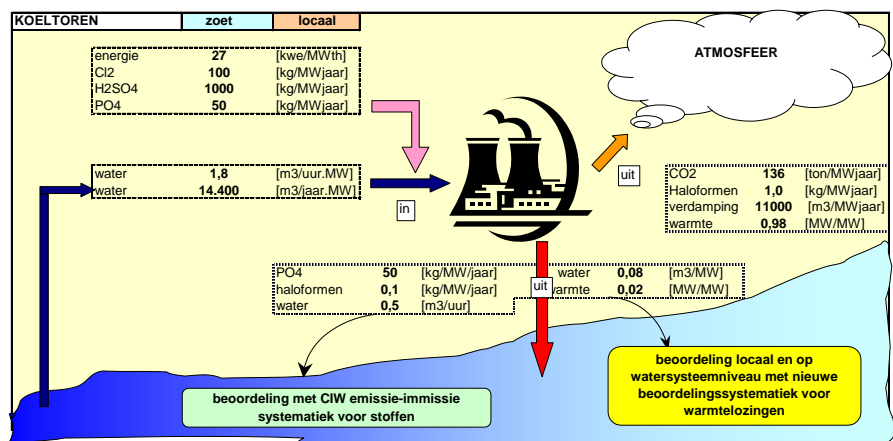
Ook blijkt dat het energiegebruik bij een doorstroomstelsel aanzienlijk lager is dan bij een circulatiesysteem, hetgeen ook tot uiting komt in een lagere  $CO_2$  emissie naar de atmosfeer. Dit lagere energiegebruik vertaalt zich ook door naar lagere kosten.

Bij gebruik van chloor als conditioneringsmiddel, om aangroei in het koelsysteem tegen te gaan, ontstaan zogenaamde organohalogenen.

Het gaat hier om de vorming van chloroform bij gebruik van zoet water als koelmedium en bromoform bij gebruik van zout of brak water als koelmedium. De emissies aan organohalogenen bedragen circa 1-1,5% op molbasis [Berbee 1997, Rizanota 97.077]. Bij circulatiesystemen zal een belangrijk deel van de gevormde organohalogenen, naar de lucht emitteren. Een optimaal conditioneringsregime, zoals beschreven in het BAT Reference document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems [IPPC,2000], kan ervoor zorgen dat de omvang van het gebruik van biocides en de periode waarin conditionering moet worden toegepast wordt gereduceerd, hetgeen uiteindelijk leidt tot een vermindering van emissies van organohalogenen via koelsystemen naar oppervlaktewater op jaarbasis.

Figuur 3.2

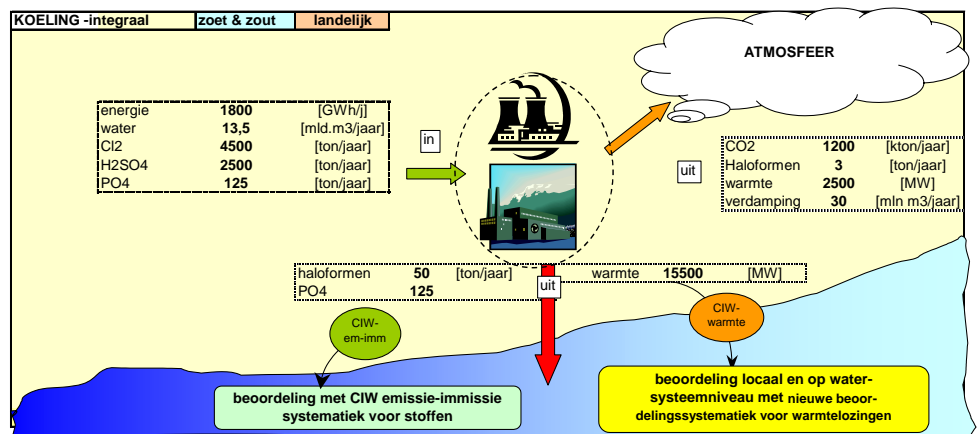
Milieuaspecten van circulatiekoeling.



Aan de hand van de opgestelde industriële koelcapaciteit in Nederland voor zowel doorstroomkoeling als recirculatiekoeling, uitgesplitst naar zoet en brak/zout water als koelmedium, en bijbehorende emissiefactoren is een indicatieve inschatting gemaakt van de emissies op landelijke schaal. Vanwege onderhoud- en productiestops is uitgegaan van een bedrijfstijd van 8.000 uur op jaarbasis. Voor doorstroomkoeling, in totaal 17.000 MW, leidt dit tot een elektriciteitsverbruik van 1.300 GWh op jaarbasis ten behoeve van koeling. Bij recirculatiekoeling, ongeveer 2.500 MW, is dit ongeveer 500GWh op jaarbasis. Dit resulteert in een totaal elektriciteitsverbruik ten behoeve van koeling van ca. 1.800 GWh. Op dezelfde wijze is voor de andere emissies een landelijk beeld gemaakt, waarbij gebruik is gemaakt van de figuren 3.1 en 3.2 en tabel 3.1. Het landelijke beeld is in figuur 3.3 weergegeven.

Figuur 3.3

Indicatief totaalbeeld van koeling in Nederland.



In Tabel 3.1 is een overzicht gegeven van het opgestelde koelvermogen (MW) in de industrie en het daarmee samenhangende gebruik van oppervlaktewater ten behoeve van koeling.

Tabel 3.1

Opgestelde koelcapaciteit (1998) en hieraan gerelateerde verbruik van oppervlaktewater behoefte van koeling.

Sector	Opgesteld thermisch Vermogen [MW <sub>th</sub> ]		Waterverbruik [mld. m <sup>3</sup> /j **)		
	Doorstroom-koeling	Circulatie-koeling	Totaal	Opdeling naar systeemtype :	
				doorstroom koeling	circulatie koeling
E-sector:					
Zoet	6250	2500			
Zout/brak	6000	--			
Totaal	14.200	2500 *)	11,0	9,6	0,5
Industrie:					
Zoet	1000	2340			
Zout/brak	1850	60			
Totaal	2850	2400	3,5	3,4	0,05
Totaal	17.100	4900	13,5	13,0	0,5

\*) deze circulatiesystemen worden alleen ingezet onder bijzondere omstandigheden, hoge temperatuur van oppervlaktewater en/of geringe afvoer van watersysteem  
 \*\*) uitgaande van een bedrijfstijd van 8000 uur op jaarbasis.

Ongeveer 90% van de wateronttrekking in Nederland komt ten laste van het gebruik van oppervlaktewater als koelwater. Om enig gevoel te krijgen voor proporties dient de volgende vergelijking: het gemiddelde debiet van de Nieuwe Waterweg bedraagt ongeveer 980 m<sup>3</sup>/s, hetgeen neerkomt op ongeveer 31 miljard m<sup>3</sup> op jaarbasis. Dit betekent dat het totale koelwatergebruik (zoet, brak en zout) in Nederland, gebaseerd op alleen de procesindustrie en E-sector, overeenkomt met ongeveer 48% van de gemiddelde afvoer van een watersysteem als de Nieuwe Waterweg. De Nederlandse wateren beslaan een aanzienlijk oppervlak (ca. 300.000 ha), hetgeen een aanzienlijk koelpotentieel is.

Tabel 3.1 is van toepassing op het waterverbruik ten behoeve koeling in de grote (proces)industrie en E-sector. Deze kunnen ook worden aangemerkt als de belangrijkste gebruikers van oppervlaktewater als koelwater en lozers van warmte naar oppervlaktewater. Het verbruik ten behoeve van koeling in het midden en kleinbedrijf is in bovenstaande tabel niet verdisconteerd. Echter dit betekent niet dat problemen met warmtelozingen zich daar niet kunnen voordoen. Of problemen ten gevolge van warmtelozingen zich zullen voordoen hangt met name af van de omvang van geloosde warmte enerzijds en de (aard van) het ontvangende water anderzijds. Hierbij kan gedacht worden aan dimensies van het ontvangende watersysteem (lengte, breedte, diepte en afvoer) en specifieke functietoekenning van het watersysteem. Ook bij kleine oppervlaktewateren met een geringe afvoer kunnen ook geringe warmtelozingen toch tot problemen leiden.

---

## 3.2 Ontwikkelingen

### Klimaatverandering

De gevolgen van klimaatverandering voor het gebruik van koelwater zijn beschreven in "Klimaatverandering en de gevolgen voor het gebruik van koelwater" (KEMA, 1996a). Onderzocht is in hoeverre er de komende 20 tot 30 jaar een duidelijk aantoonbare verandering zal optreden in de koelcapaciteit van het oppervlaktewater als gevolg van klimaatverandering door het versterkt broeikas effect. Uitgaande van de het koelwaterbeleid gebaseerd op de huidige ABK-richtlijnen is nagegaan hoe groot de invloed van klimaatverandering is ten opzichte van andere factoren die invloed hebben op het gebruik van oppervlaktewater voor koelwater. De consequenties van klimaatverandering zijn bekeken voor alle typen binnenwateren. Klimaatverandering kan invloed hebben door verhoogde watertemperatuur, door afname van de rivierafvoeren of door een combinatie van beide. Uitgaande van de huidige ABK-richtlijnen zijn de belangrijkste conclusies uit dit onderzoek uit 1996:

- Bij een verhoging van de gemiddelde oppervlaktewater-temperatuur met 1 °C ten opzichte van de gemiddelde oppervlaktewatertemperatuur wordt de situatie voor het geplande Nederlandse centrale park kritisch uit oogpunt van beschikbare koelcapaciteit.
- Een gemiddelde verhoging van de watertemperatuur met 1 °C geeft minimaal 2.000 MW meer koelwaterbeperking;

Het is vooral de watertemperatuur die tot beperkingen van de elektriciteitsproductie aanleiding geeft. Voor de Nederlandse situatie (referentie afgelopen eeuw) is de afvoer zelden of nooit een beperkende factor. De extra beperking van eenheden zonder koeltoren wordt zelfs bij een halvering van de afvoer geschat op slechts enkele honderden MW's. Alleen voor de Maas is de situatie anders. Als minimum streef afvoer geldt 10 m<sup>3</sup>/s in de Grensmaas, maar tijdens droge perioden is dit niet altijd realiseerbaar. Bij een verder afname van de afvoer van de Maas nemen de beperkingen toe.

Klimaatverandering zal direct van invloed zijn op afvoer en temperatuur van watersystemen. Het zal duidelijk zijn dat deze zaken direct van invloed zijn op de mogelijkheid om oppervlaktewater te gebruiken als koelwater. Uitgaande van het huidige beleid voor warmtelozingen is de kans op overschrijding van de normen gebaseerd op dit beleid erg gevoelig voor een toename van de gemiddelde achtergrond-temperatuur, zoals kan optreden onder invloed van klimaatverandering. Het gemiddeld aantal dagen per jaar met een extreme koelwaterproblematiek is zeer sterk afhankelijk van deze te verwachte temperatuurstijging, variërend van 0,4 dagen per jaar in de huidige situatie tot 3 dagen per jaar bij 1 °C temperatuurtoename en tot 10 dagen per jaar bij 2°C temperatuurtoename uitgaande van de ABK-richtlijnen. De komende kwart eeuw wordt een stijging van 1 °C verwacht, hetgeen betekent dat er dan feitelijk ieder jaar een reële kans

is op een periode van minimaal 1 dag met een extreme koelwaterproblematiek in Nederland<sup>12</sup>.

### Industriële groei

Een ander belangrijke aspect is de groei van industriële activiteit en daarmee de toenemende koelbehoefte. Door KEMA is in een studie uitgevoerd naar de verwachte ontwikkeling van de elektriciteitsvraag in de periode 2000 tot 2030 (Ploumen en van der Veen, 2002). De studie geeft een globale schatting van de verwachte effecten met betrekking tot de groei van de elektriciteitsvraag en daarmee samenhangende warmtevracht naar oppervlaktewater. In de studie wordt uitgegaan van een jaarlijkse stijging van elektriciteitsvraag van 2%, waarbij twee scenario's zijn onderscheiden. Het eerste scenario dat A is genoemd, gaat uit van een verdubbeling van het decentrale warmtekrachtpotentieel. In het tweede scenario, dat B is genoemd, is uitgegaan van 50% toename van het warmtekracht potentieel. Verder is rekening gehouden met een rendementsverbetering van kolencentrales van 40% naar 50% en voor STEG eenheden van 50% naar 60%.

Tabel 3.2

Inschatting van thermische emissies in het jaar 2030.

Jaar	Verwachte E-vraag [TWh/j]	Verwachte warmte emissie [MW]
Huidige situatie	100,6	14.200
scenario A	182	18.600
scenario B	182	20.700

Naar verwachting zal de elektriciteitsbehoefte in de toekomst nog verder toenemen en hiermee samenhangend ook de koelbehoefte. Deze ontwikkeling betekent dat naast de al genoemde ontwikkelingen met betrekking tot klimaatsverandering er een extra druk ligt op het gebruik van oppervlaktewater als koelwater. Als wordt aangenomen dat de groei in koelcapaciteit tot 2030 wordt gerealiseerd door toepassing van uitsluitend circulatiekoeling heeft dit als consequentie dat het energieverbruik voor koeling in Nederland met circa 3.000 GWh/jaar toeneemt. Dat is een stijging van met circa 170%. Dit zou betekenen dat het energieverbruik benodigd voor koeling bijna 3 keer zou groot zou worden indien voor de koelvraag zou worden gekozen voor koeltorens.

Gemiddeld over het Nederlandse deel van de Rijn, de IJssel en de Maas is bij lage rivierafvoer 50-75% en bij gemiddelde afvoer 80-90% van de opwarming van deze rivieren een gevolg van grensoverschrijdende bovenstroomse restwarmte<sup>13</sup>. Lineaire regressielijnen door het verloop van de gemiddelde watertemperaturen in de periode 1985 t/m 1994 bij

<sup>12</sup> Kuiper, P.J.C., H.A.J. Senhorst, 2002. Koelwater en klimaatverandering – een eerste verkenning -, RIZA werkdocument.

<sup>13</sup> Koops F.B.J., "Koelwaterpluimen in rivieren en migrerende vis", KEMA 1994, rapportnr. 63529-KES/MAD 93-3001

---

Lobith, Eijsden en Delfzijl laten stijgingen zien van 2,5 °C, 1,5 °C en 1,3 °C<sup>14</sup>.

Naast de bovengenoemde ontwikkelingen is er nog andere ontwikkeling die van invloed is op de beschikbaarheid van oppervlaktewater ten behoeve van koeling. Het gebruik van grondwater als koelwater wordt steeds meer aan banden gelegd, hetgeen betekent dat steeds meer (kleine) bedrijven moeten overgaan op oppervlaktewater als koelmedium in plaats van grondwater. Ook hierdoor zal het gebruik van oppervlaktewater als koelmedium toenemen.

Concluderend kan worden gesteld dat de ontwikkelingen met betrekking tot klimaat en de verwachte industriële groei en groei van de elektriciteitsvraag en hiermee samenhangende koelbehoefte in de toekomst zullen leiden tot een beperking van de '(nog) beschikbare ruimte' om warmte te lozen op oppervlaktewater uitgaande van de ABK-richtlijnen.

Kema heeft in aanvulling op de droogtestudie in opdracht van RWS een studie uitgevoerd naar de gevolgen van eventuele beperkingen van koelwater voor de elektriciteitssector (2004). Hierbij moet gedacht worden aan maatregelen die nodig zijn om een continue inzet van centrales en de continuïteit van de gehele elektriciteitsvoorziening in Nederland te waarborgen. In het rapport wordt aangegeven dat het rendement van elektriciteitsopwekking zal toenemen (tot 60%). Echter deze toename is niet voldoende om in de toename van de vraag naar elektriciteit te voldoen. Tevens is geconcludeerd dat centrales gelegen aan kanalen vanwege de geringe afvoer worden beperkt in koelcapaciteit. Mogelijke oplossingsrichtingen die in het rapport zijn geformuleerd zijn het bouwen van koeltorens, droog of nat, dan wel het aanpassen van het debiet van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal (sturen van waterverdeling voor zover mogelijk).

---

<sup>14</sup> Stortelder, B.J.M. en J.J. Wolff, "klimaatverandering en de gevolgen voor het gebruik van koelwater", Kema (1996), rapportnr. 64536-KES/DET 96-3219

---

## 4 Beleid ten aanzien van warmtelozingen

---

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het beleid, zowel nationaal als internationaal, van belang voor de regulering warmtelozingen naar oppervlakte.

### 4.1 Huidig beleid

In de vierde Nota waterhuishouding (NW4) is aangegeven dat het nationale emissiebeleid geldt voor zowel puntlozingen van industriële en communale bronnen als voor diffuse bronnen. In tabel 4.1 staan de hoofdlijnen van het huidige emissiebeleid voor water weergegeven. Het nationale emissiebeleid voor water kent twee hoofduitgangspunten, te weten: *vermindering van de verontreiniging* en het *stand-still-beginsel*. Binnen het eerstgenoemde hoofduitgangspunt "Vermindering van de verontreiniging" wordt de algemene aanpak van emissies (preventie, hergebruik, verwijderen) gevolgd door de stofspecifieke aanpak. Voor een aantal in OSPAR<sup>15</sup>-kader geselecteerde stoffen die zeer gevaarlijk zijn als gevolg van hun gecombineerde toxiciteit, persistentie en potentiële bio-accumulatie wordt gestreefd naar eliminatie door uitbannen van gebruik en/of sluiten van kringlopen<sup>16</sup>. Verder wordt onderscheid aangebracht in de saneringsinspanning voor zwarte-lijststoffen en overige verontreinigingen.

Bij de uitvoering van de stofspecifieke aanpak wordt een gecombineerde aanpak gehanteerd, waarbij de aanpak bij de bron middels de best uitvoerbare/bestaande techniek (but/bbt) voor puntbronnen en de meest milieuvriendelijke handelswijze ('best environmental practice', bep) voor diffuse bronnen gelden. In aanvulling hierop heeft het bevoegd gezag op grond van het emissiebeleid de mogelijkheid om verdergaande eisen te stellen, indien als gevolg van de restlozing voor zwarte-lijststoffen de restlozing leidt tot een onaanvaardbare concentratie en de restlozing van overige stoffen leidt tot overschrijding van de waterkwaliteitsdoelstellingen (immissietoets).

Het tweede hoofduitgangspunt, het stand-still-beginsel, maakt ook onderscheid tussen zwarte-lijststoffen en overige stoffen. Voor zwarte-lijststoffen mogen de emissies niet toenemen, voor de overige stoffen mag de waterkwaliteit niet significant verslechteren. Onder het totaal aan lozingen wordt in dit geval verstaan de som van de directe en indirecte lozingen.

---

<sup>15</sup> Oslo-Paris Commission for the Protection of the Marine Environment of the North East Atlantic

<sup>16</sup> 4th international Conference on the protection of the North Sea. Progress report, 8-9 june 1995, Esbjerg Denmark.



Overigens bestaat de mogelijkheid dat genoemd onderscheid tussen zwarte en grijze-lijststoffen op basis van de nieuwe Europese Kaderrichtlijn Water op termijn komt te vervallen. Dan geldt voor alle stoffen dat de waterkwaliteit niet achteruit mag gaan.

Tabel 4.1  
Schematische weergave van de hoofdlijnen van het nationale emissiebeleid voor water.

VERMINDERING VAN DE VERONTREINIGING				
<b>A algemene aanpak emissies (ketenbenadering):</b>				
<i>stap 1</i>	<b>preventie:</b> (voorkomen van verontreiniging)	<b>bronaanpak gericht op:</b>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• grondstof-, hulpstof en productkeuze</li> <li>• toepassing van schone technologie in het productieproces, de bedrijfsvoering of de gebruiksfase</li> <li>• nieuw(e) productieproces of bedrijfsvoering</li> <li>• toepassing van procesgeïntegreerde oplossingen</li> </ul>		
<i>stap 2</i>	<b>hergebruik:</b> (hergebruik van water en stoffen waar mogelijk)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kringloopsluiting (hergebruik binnen het productieproces/de bedrijfsvoering)</li> <li>• hergebruik (buiten het productieproces/de bedrijfsvoering)</li> <li>• opwerking t.b.v. mogelijk hergebruik</li> </ul>		
<i>stap 3</i>	<b>verwijderen:</b> (‘end-of-pipe’)	<b>afvalwaterbehandeling, zuivering</b>		
<b>B stofspecifieke aanpak emissies:</b>				
1	<b>implementatie ‘Esbjerg/OSPAR’:</b>	streven naar beëindiging van de emissies uiterlijk in 2020 <sup>*)</sup>		
		<b>ZWARTE-LIJST STOFFEN</b>		<b>OVERIGE VERONTREINIGINGEN</b>
		organohalogenen - bindingen, kwik, cadmium, etc.	zware metalen, zuurstofbindende stoffen, P,N, etc.	sulfaat, chloride, warmte,
2	<b>sanering op basis van:</b>	<b>emissieaanpak</b>	<b>emissieaanpak</b>	<b>waterkwaliteitsaanpak</b>
2a	<b>primair inspanningsbeginsel</b>	best bestaande technieken <sup>**)</sup>	best uitvoerbare technieken <sup>**)</sup>	toelaatbaarheid van lozingen en te nemen maatregelen afhankelijk van de nagestreefde milieu-kwaliteitsnormen
2b	<b>verdere eisen op grond van (=immissietoets):</b>	MTR <sup>***)</sup> of andere van toepassing zijnde milieu-kwaliteitsnormen <sup>****)</sup>	MTR <sup>***)</sup> of andere van toepassing zijnde milieu-kwaliteitsnormen <sup>****)</sup>	
<b>STAND-STILL-BEGINSEL</b>				
C	bij nieuwe lozingen of toename van bestaande lozingen:	emissies in een beheersgebied mogen niet toenemen	de waterkwaliteit mag niet significant verslechteren	de waterkwaliteit mag niet significant verslechteren

- \*) **Geldt in ieder geval voor 27 in OSPAR -kader aangewezen prioritaire stoffen/stofgroepen (zie toelichting na deze tabel)**
- \*\*) Het in internationaal kader vaak gebruikte begrip ‘best available techniques’ (BAT) omvat zowel BBT als BUT . Gelet op de lage concentraties (goedgevoerd <MTR) in het mariene milieu gelden daar de streefwaarden in plaats van de MTR’s als inspanningsverplichting (RISMARE -notitie, 1996)
- \*\*\*\*) Bij indirecte lozingen vanuit amvb -inrichtingen omvat de immissietoets c.q. de waterkwaliteitsaanpak - naast de bescherming van het ontvangende oppervlaktewater - ook de bescherming van de doelmatige werking van zuiveringstechnische werken.

*Warmte behoort tot de groep van ‘overige stoffen’, waarvoor de waterkwaliteitsaanpak van toepassing is. Als algemene beleidslijn voor de waterkwaliteitsaanpak geldt dat door de emissie van dergelijke stoffen de waterkwaliteit niet significant mag verslechteren. De eventueel toe te passen technieken zijn dan ook afhankelijk van de toelaatbare belasting van het betreffende oppervlaktewater. Dit kan variëren van geen tot zeer stringente maatregelen.*

De geldende waterkwaliteitsdoelstellingen voor de temperatuur in oppervlaktewateren zijn in tabel 4.2 weergegeven. In de EG richtlijn 78/659/EEG is vastgelegd dat de maximale temperatuur voor *Water voor karperachtigen* niet meer mag bedragen dan 28 °C. Tevens is in deze richtlijn opgenomen dat de maximale opwarming van het watersysteem ten gevolge van een warmtelozing niet méér mag bedragen dan 3 °C. In afwijking van de EEG richtlijn 78/659/EEG is de maximale toelaatbare temperatuur voor *Water voor karperachtigen* in Nederland vastgelegd op 25 °C. Gegeven de situatie dat het overgrote deel van de Nederlandse wateren de functietoewijzing *Water voor karperachtigen* kent is in het beleid de MTR voor oppervlaktewater voor de parameter temperatuur in Nederland destijds vastgesteld op 25 °C.

Tabel 4.2  
Waterkwaliteitscriteria voor temperatuur afhankelijk van functietoewijzing.

Functietoekenning oppervlaktewater	Doelstelling		
	78/659/EEG en 79/923/EEG		vierde Nota waterhuishouding
	Maximum opwarming in °C	Maximum temperatuur in °C	Maximum temperatuur in °C
basiskwaliteit			25
Water voor karperachtigen <sup>17</sup>	3	28 10	
Water voor zalmachtigen <sup>18</sup>	1,5	21,5 10	
Water voor schelpdieren <sup>19</sup>	2	25	

Een andere functionele indeling richt zich meer op de gebruiksfuncties van oppervlaktewateren en is niet gerelateerd aan specifieke kwaliteitsdoelstellingen. Zo is in het "Beheersplan voor de Rijkswateren 1992-1996" een functie opgenomen voor koelwater voor energiecentrales. Tevens is gesteld dat de waterkwaliteitsdoelstellingen niet gelden in de mengzones van koelwaterlozingen van elektriciteitscentrales. Deze benadering geldt in beginsel ook voor andere lozingen.

### ABK-richtlijnen

Tot op heden wordt het beleid met betrekking tot het lozen van warmte op oppervlaktewateren voor de Rijkswateren geregeld via de zogenaamde ABK-richtlijnen. ABK staat daarbij voor: Algemene Beraadsgroep Koelwater. De richtlijnen zijn opgenomen in bijlage 2 en samengevat in tabel 4.3.

<sup>17</sup> Geldt in Nederland voor het meeste zoete oppervlaktewater. De temperatuurgrens van 10 °C heeft alleen betrekking op de voortplantingsperioden van soorten die koud water nodig hebben.

<sup>18</sup> Geldt in Nederland voor de Grensmaas. De temperatuurgrens van 10 °C heeft alleen betrekking op de voortplantingsperioden van soorten die koud water nodig hebben.

<sup>19</sup> Geldt in Nederland voor Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee.

Tabel 4.3

Overzicht van criteria opgenomen in huidige ABK-richtlijnen.

<i>Emissie-eisen :</i>		
Type water gebruikt als koelwater	Max. opwarming in koelsysteem $T_{uit} - T_{in}$ [°C]	Max. lozingstemperatuur [°C]
Zoet oppervlaktewater	7 (in zomer) tot 15 (in winter)	30
Zout oppervlaktewater	10 (in zomer) tot 15 (in winter)	30
<i>Immissie-eisen :</i>		
Type watersysteem	Max. opwarming over dwarsprofiel als gevolg van de lozing <sup>20</sup> [°C]	
Rivier	3	
Getijderivieren	3	
<i>Specifieke gebiedsgerichte normering :</i>		
Specifiek watersysteem	Max. oppervlak met opwarming > 3 °C	Specifieke normering:
Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) en Noordzee Kanaal (NZK)	20 % van totale oppervlak van watersysteem; elke centrale maximaal 10%	
Hollandsch Diep	2,5 km <sup>2</sup>	Max. opwarming < 1 °C ter plaatse van de overgang van de ondiepe noordelijke oeverzone naar open water.

### Internationaal

In *Frankrijk* is het toelaatbare debiet gerelateerd aan de afvoer van het ontvangende oppervlaktewatersysteem. Indien het koelwaterdebiet groter is dan 100 m<sup>3</sup>/d of meer dan 10% van het afvoerdebiet van het ontvangende water moet een debietlimitatie in de vergunning worden opgenomen. Daarnaast geldt een maximum lozingstemperatuur van 30 °C. Afhankelijk van het watertype zijn eisen gesteld aan de maximale opwarming van het ontvangende water en de maximumtemperatuur van het watersysteem. Frankrijk heeft daarmee de viswaterrichtlijn (78/659/EEG) één op één overgenomen en uitgebreid met een begrenzing van het debiet.

Tabel 4.4

Eisen ten aanzien van de lozing van koelwater in Frankrijk.

Watertype	T-max [°C]	Toegestane opwarming van oppervlaktewater [°C]
Water voor karperachtigen	28	3
Water voor zalmachtigen	21,5	1,5
Water bestemd voedselproductie	25	

<sup>20</sup> Bij de opwarming dient rekening te worden gehouden met warmtelozers stroomopwaarts. Kortom de opwarming geldt als de som der lozers.

Tijdens de bijzondere warme zomer van 2003 heeft Frankrijk op 12 augustus van dat jaar een tijdelijke wetgeving ingevoerd. De lozingstemperatuur mocht per direct tot en met eind september 2003 verhoogd worden met respectievelijk: 1 °C voor centrales met enkel koeltorens, 1,5 °C voor centrales langs de Seine en de Moezel en 3 °C voor centrales langs alle andere wateren.

*Duitsland* hanteert een meer gedifferentieerd beleid met een grotere spreiding in watertypen. Opvallend is dat de nog toelaatbare opwarming voor Sommerwarme Gewässer, waartoe ook de Rijn behoort, is vastgelegd op 5 °C. Dit wijkt af van de viswaterrichtlijn (78/659/EEG), die een maximum opwarming van het oppervlaktewater ter grootte van 3 °C voorschrijft. Daarnaast is een lozingstemperatuur van 33 °C voor doorstroomkoelsystemen toegestaan indien de inname temperatuur hoger is dan 20 °C.

Tabel 4.5  
Eisen ten aanzien van de lozing van koelwater in Duitsland.

Watertype :	T-max in °C	Toegestane opwarming van watersysteem in °C
Sommerwarme Gewässer	28	5
Sommerkühle Gewässer	25	3
Forellenwasser	18	
Type koeling	T-max koelwater in °C	ΔT over koelsysteem in °C
Doorstroomkoeling	30	10
Open koeltoren	33	
Circulatiekoeling	35	

Kijkend naar de gemeten temperaturen bij Lobith van afgelopen zomer, zie figuur 2.2, lijkt er in die periode sprake te zijn van volledige opvulling van de bestaande beleidsruimte in Duitsland. In het verleden is voor de natuurlijke achtergrondtemperatuur in Nederland in de zomer een waarde vastgesteld van 22 °C. Vergelijking van deze temperatuur met de gemeten waarden in Lobith komen nagenoeg overeen met deze toegestane opwarming van 5 °C over de dwarsdoorsnede van de Rijn in Duitsland.

In *België* is er wat betreft het beleid een verschil tussen Vlaanderen en Wallonië. De maximum lozingstemperatuur is in het Vlaamse beleid begrensd op 30 °C. Uitzondering hierop vormen situaties waarbij de luchttemperatuur hoger is dan 20 °C óf inlaattemperatuur hoger is dan 25 °C. De lozingstemperatuur mag dan maximaal 35 °C bedragen mits de milieukwaliteitsnormen voor het ontvangende water niet worden overschreden en onder voorwaarde dat dit is opgenomen in de vergunning. Voor elektriciteitscentrales is het beleid meer specifiek ingevuld met een maximum lozingstemperatuur van 33 °C als steekwaarde en 32 °C als maximum voor de daggemiddelde waarde. Ook voor een 30 daags voortschrijdend gemiddelde is een maximum lozingstemperatuur geformuleerd, namelijk 30 °C. Voorts zijn thermische vrachten boven een temperatuur van 25 °C gelimiteerd en

---

gekoppeld aan de inlaattemperatuur behoudens verzet om veiligheidsredenen. Voor de thermische begrenzing geldt:

- inlaattemperatuur = 26°C: thermische vracht = 70%,
- inlaattemperatuur = 27°C: thermische vracht = 40%,
- inlaattemperatuur = 28°C: thermische vracht = 10%.

In Wallonië is maar één belangrijke warmtelozing, en dat is die van de kerncentrale te Tihange aan de Maas. De lozingsvergunning legt een directe relatie met de temperatuur van het oppervlaktewater zelf. Zo mag de temperatuur van de Maas niet hoger zijn dan 28 °C. Als de Maas deze temperatuur heeft bereikt, dan moet het bedrijf volledig overschakelen op koeltorenbedrijf. Verder is in de vergunning de opwarming over het koelsysteem begrensd tot 3 °C met een uitloop tot maximaal 4 graden bij eventuele problemen. Dit is dus strenger dan in Nederland, waar in de winter de opwarming maximaal 15 °C mag bedragen. Gerealiseerd moet worden dat het hier gaat om een koeltoren en géén doorstroomkoelsysteem. In Wallonie wordt ook heffing opgelegd voor warmtelozingen. Hier moet dus voor betaald worden.

Voor nieuwe installaties is door EPA in de VS een debietlimitatie voorgesteld (Cooling Water Act , 316 b (2001). Het debiet mag voor deze installaties niet groter zijn dan 5% van het gemiddelde jaarlijkse afvoerdebiet van het ontvangende watersysteem. Dit is, behoudens watersystemen met grote afvoer, vergelijkbaar met de maximum onttrekkingsdebieten van circulatiekoelsystemen. Voor estuaria is het debiet gelimiteerd tot 1% van het gemiddelde getijddebiet. Voor bestaande E-centrales treedt naar verwachting in 2004 de Cooling Water Act 316 b in werking.

## 4.2 Ontwikkelingen

### Doelstelling van de KRW

Doel van de Richtlijn is de vaststelling van een kader voor de bescherming van oppervlaktewater, overgangswater, kustwateren en grondwater (art. 1). Met dat kader wordt beoogd aquatische ecosystemen en daarmee verband houdende ecosystemen en gebieden voor verdere achteruitgang te behoeden, duurzaam gebruik van water te bevorderen en het aquatisch milieu een verhoogde bescherming en verbetering te bieden. Verder heeft de Richtlijn tot doel een vermindering van verontreiniging van grondwater te bewerkstelligen en de gevolgen van overstromingen en perioden van droogte af te zwakken. Dit alles moet bijdragen tot de beschikbaarheid van voldoende oppervlaktewater en grondwater van goede kwaliteit voor een duurzaam, evenwichtig en billijk gebruik, tot een significante vermindering van de verontreiniging van grondwater, tot de bescherming van territoriale en mariene wateren en tot het bereiken van de doelstellingen van diverse internationale overeenkomsten. De belangrijkste van die overeenkomsten betreft het Verdrag van Helsinki uit 1992 dat ziet op de bescherming van grensoverschrijdende waterlopen en internationale meren.

De Kaderrichtlijn Water is veelomvattend en beoogt een kader te scheppen voor het gehele EU-waterbeleid. Tot de inwerkingtreding van de richtlijn kreeg dat beleid vorm in een groot aantal verschillende richtlijnen. Hierbij kan een drietal categorieën kan worden onderscheiden. In de eerste plaats immissiegerichte richtlijnen, dat wil zeggen richtlijnen die normen bevatten die aangeven aan welke kwaliteit het water van de lidstaten moet voldoen. In de tweede plaats emissiegerichte richtlijnen: de Richtlijn 76/464 met bijbehorende dochterrichtlijnen en de Grondwaterrichtlijn. Een derde categorie van richtlijnen betreft de richtlijnen die lozingseisen stellen met het oog op het reguleren van specifieke bedrijfstakken. Zo'n richtlijn is overigens uitsluitend totstandgekomen voor de titaandioxide-industrie. Het waterbeleid zoals dat is neergelegd in deze verschillende richtlijnen, zal voortaan grotendeels worden vormgegeven met behulp van het kader van Richtlijn 2000/60. De meeste van de eerder bedoelde Richtlijnen zullen op termijn komen te vervallen (art. 22). Tabel 4.6 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 4.6

Intrekking van 'oude' richtlijnen van het EU waterbeleid

Intrekking per 22 december 2003	Art. 6 van Richtlijn 76/464/EEG betreffende de verontreiniging veroorzaakt door bepaalde gevaarlijke stoffen die in het aquatisch milieu van de Gemeenschap worden geloosd.
Intrekking per 22 december 2007	Richtlijn 75/440/EEG betreffende de vereiste kwaliteit van het oppervlaktewater dat is bestemd voor de productie van drinkwater.
	Beschikking 77/795/EEG tot instelling van een gemeenschappelijke procedure voor de uitwisseling van informatie over de kwaliteit van zoet oppervlaktewater
	Richtlijn 79/869/EEG betreffende de meetmethodes en de frequentie van de bemonstering en de analyse van het oppervlaktewater dat is bestemd voor de productie van drinkwater.
Intrekking per 22 december 2013	Richtlijn 78/659/EEG betreffende de kwaliteit van zoet water dat bescherming of verbetering behoeft teneinde geschikt te zijn voor het leven van vissen.
	Richtlijn 79/923/EEG inzake de vereiste kwaliteit van schelpdierwater.
	Richtlijn 80/68/EEG betreffende de bescherming van het grondwater tegen verontreiniging veroorzaakt door de lozing van bepaalde gevaarlijke stoffen.
	De overige bepalingen van Richtlijn 76/464/EEG.

Binnen het kader van de Richtlijn neemt, de integrale doelstelling ten spijt, de bescherming van de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater een prominente plaats in. Andere aspecten, bijvoorbeeld de bescherming tegen overstromingen, nauwelijks of slechts indirect in de Richtlijn worden geregeld.

Invoering van de KRW heeft als consequentie dat bestaande EG richtlijnen waaraan ook waterkwaliteitscriteria voor de parameter temperatuur voor oppervlaktewater in Nederland voor een belangrijk deel aan zijn ontleend op termijn zullen verdwijnen en zullen worden vervangen door meer (stroom)gebiedsgerichte criteria.

---

### **Relatie immissietoets en KRW**

In het voorstel voor de Europese kaderrichtlijn Water wordt in artikel 10, lid 3 een duidelijke koppeling gelegd tussen emissie-immissie. Gesteld wordt dat "wanneer op grond van een kwaliteitsdoelstelling of kwaliteitsnorm, vastgesteld overeenkomstig deze richtlijn, in de bijlage IX genoemde richtlijnen of overeenkomstig communautaire wetgeving, strengere voorwaarden vereist zijn dan die welke zouden voortvloeien uit de toepassing van lid 2, er dienovereenkomstig strengere emissie-beheersingsmaatregelen gevraagd worden."

In het voorstel voor de kaderrichtlijn Water wordt daarmee uitgegaan van een gecombineerde aanpak, waarbij een toets op de restlozing moet plaats vinden nadat bronmaatregelen zijn genomen. Terzijde, maar niet onbelangrijk is hierbij op te merken dat het voorstel voor de kaderrichtlijn Water ook een gecombineerde aanpak voor puntbronnen en diffuse bronnen voorstaat. Artikel 10, lid 2 stelt dat de lidstaten zorgdragen voor de invoering en/of toepassing van de op de best beschikbare technologie gebaseerde emissiebeheersingsmaatregelen, of de toepasselijke emissie-grenswaarden, of in geval van diffuse effecten, de emissiebeheersings-maatregelen, met inbegrip van de beste milieupraktijk, indien van toepassing, die vervat zijn in een aantal nader genoemde richtlijnen.

Dit betekent dat indien brongerichte maatregelen zijn genomen de resterende lozing van warmte moet worden beoordeeld op z'n consequenties voor de waterkwaliteit zowel lokaal als op watersysteem-niveau.

In het kader van de KRW moet voor de verschillende stroomgebieden voor diverse stoffen worden gestreefd naar een "goede chemische toestand". Nagegaan moet worden hoe deze kan worden bereikt. Op basis van waterkwaliteitparameters en emissies moet worden nagegaan welke maatregelen moeten worden genomen om deze toestand te bereiken (*prioritering*).

In Europees verband zijn ook lijsten van parameters gemaakt waar relevante parameters (stoffen) op staan die moeten worden betrokken in deze evaluatie. Het betreft een lijst van 33 zogeheten prioritaire stoffen (bijlage X, KRW), waarvoor communautaire normstelling wordt ontwikkeld, en stoffen waarvoor reeds communautaire normering is ontwikkeld (bijlage IX, KRW) Warmte komt op deze lijst als aparte parameter niet voor. Echter naast een "goede chemische toestand" moet in een watersysteem ook een "goede ecologische toestand" worden nagestreefd. Aan welke criteria deze moet voldoen is nog niet vastgelegd, dit wordt door de Lidstaten zelf ingevuld, en is waarschijnlijk ook heel moeilijk daar lokaal situaties erg kunnen verschillen en ook de lokale ecologische toestand, qua soorten ook kan verschillen. In het kader van de KRW zal per stroomgebied/watertype moeten worden bepaald hoe deze "goede ecologische toestand" moet worden bereikt.

Warmte is in het kader van het streven naar een "goede ecologische toestand" wel benoemd als één van de elementen die mede bepalend

---

zijn voor de biologie. Vele biologische processen worden sterk door warmtelozingen (=temperatuur) beïnvloed. Warmte (temperatuur) is daarom wel opgenomen in het monitorings programma dat in dit kader is opgezet. Ervaringen uit de praktijk (pilot voor het stroomgebied van de Eems) leren dat de materie zeer complex is. Eenvoudige vertaling van het begrip “goede ecologische toestand” naar een paar criteria is vaak niet goed mogelijk omdat men te maken heeft met een veelheid aan (biologische) processen en parameters die elkaar op verschillende wijze beïnvloeden.

De kaderrichtlijn kent een indeling van wateren in categorieën en typen. Er wordt onderscheid gemaakt in “natuurlijke wateren”, “sterk veranderde wateren” en “kunstmatige wateren”. Voor verschillende categorieën gelden verschillende normen. Een andere orde van categorieën is de indeling in respectievelijk meren, rivieren, overgangswateren of kustwateren. Uitgangspunt is dat een water “natuurlijk” is en dat de daarbij horende doelstelling van een “goede ecologische toestand” haalbaar is. In Nederland is de afgelopen eeuwen echter flink gesleuteld aan alle oppervlaktewateren. Vele wateren zijn aangepast of zelfs geheel nieuw gegraven. Als aannemelijk kan worden gemaakt dat de goede (natuurlijke) toestand niet gehaald kan worden, kan een indeling in een ander categorie plaatsvinden, waar dan ook andere (wellicht minder ambitieuze) doelstellingen voor gelden. Uitgangspunt hierbij is dat indeling in een andere categorie dan “natuurlijk” alleen mag plaatsvinden op basis van onomkeerbare hydrologische of morfologische veranderingen (stuwen in Rijn, deltawerken, inpolderingen etc.). Op basis van een onvoldoende waterkwaliteit kan een lagere indeling niet plaatsvinden.

Naast een indeling in categorieën kent de KRW nog een indeling in “watertypen”. In Nederland worden op basis van door de EU vastgestelde criteria hierbij 40 natuurlijke watertypen onderscheiden. Voor de natuurlijke watertypen worden momenteel beschrijvingen en een kwantificering ontwikkeld van de referenties, de onverstoorde toestand. De goede ecologische toestand dient nog van deze referentie te worden afgeleid. Temperatuur is één van de elementen die bij de beschrijving van de natuurlijke referenties wordt meegenomen.

Voor natuurlijke wateren is de Goede Ecologische Toestand (GET) de minimale norm voor het waterbeheer (de “ecologische MTR”). Niet natuurlijke wateren, sterk veranderde en kunstmatige wateren, kennen een ander classificatiesysteem. De hoogst bereikbare toestand moet worden afgeleid van het meest vergelijkbare natuurlijke water, waarbij de reden waarom een water niet natuurlijk is in de beschouwing moet worden meegenomen. Het “goed ecologisch potentieel” (GEP) geldt als minimum doelstelling voor “sterk veranderde” en “kunstmatige” wateren, waartoe bijna alle Nederlandse wateren behoren. De lidstaten zijn zelf verantwoordelijk voor de precieze invulling van van de definitie van de klassengrenzen, ook die voor GET en GEP.



---

In bijlage II van de KRW wordt ingegaan op de definitie van watersystemen waarvoor de KRW van toepassing is. Voor rivieren geldt een ondergrens van 100 ha, en voor meren een ondergrens van 50 ha.

#### **Invulling van KRW voor warmte**

De discussie rond warmte en achtergrondtemperatuur laat zien dat buitenlandse invloeden, weerspiegeld in de temperatuur van de Maas bij Eijsden en de Rijn bij Lobith, in een zeer grote mate bepalend zijn voor de mogelijkheid om momenteel in Nederland nog aan de geldende waterkwaliteitsdoelstellingen te kunnen voldoen. Bij de onderhandelingen om tot internationale afstemming te komen voor stroomgebieden met bijbehorende discussies rond invulling van gebiedgerichte normstelling in het kader van de Kader Richtlijn Water is aandacht voor het onderwerp 'warmte' (ook gezien vanuit Nederlands perspectief) gewenst.

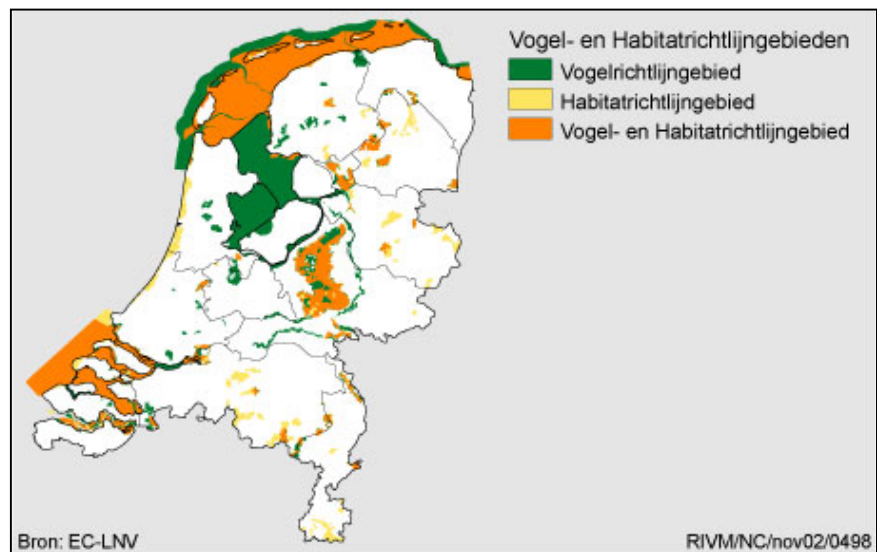
De KRW heeft tot gevolg dat de komende jaren een aantal acties met betrekking tot warmte (temperatuur) moet worden uitgevoerd, het gaat hierbij om:

- Meer aandacht voor warmteproblematiek zowel internationaal als nationaal, het onderwerp met een plaats krijgen op de KRW- en IKSR-agenda
- Per watersysteem of delen van watersysteem moet worden aangegeven tot welke categorie ze behoren.
- Per gebied moet randvoorwaarden met betrekking tot de parameter temperatuur worden vastgesteld om te kunnen voldoen aan de Goede Ecologische Toestand (GET) of het Goed Ecologisch Potentieel (GEP).
- Om dit te kunnen doen is ook internationale afstemming noodzakelijk. Om te kunnen waarborgen dat ook in Nederland kan worden voldaan aan randvoorwaarden voor temperatuur en tot harmonisatie te kunnen komen van gebiedsgerichte normstelling is positionering van de warmteproblematiek vanuit Nederlands perspectief van groot belang.

#### **Vogel en habitatrictlijn**

De gebieden die in Nederland zijn aangewezen als beschermde gebieden in het kader van de Vogel en Habitatrictlijn zijn weergegeven in figuur 4.1.

.....  
Figuur 4.1  
Overzicht van aangemelde vogel- en  
habitatrichtlijngebieden in  
Nederland



Uit de bovenstaande figuur wordt duidelijk dat van de zoute wateren de Waddenzee (inclusief de Noordzeekustlijn boven de Waddeneilanden), delen van Eemsmonding, de Voordelta (inclusief een brede kustlijn), de Wester- en Oosterschelde, Grevelingen zijn aangewezen als habitatrichtlijn-gebieden. Zoete wateren die zijn aangewezen als habitatrichtlijngebieden zijn de Biesbosch, Friese IJsselmeerkust, Gouwzee, Volkerak, Zuidzijde Veluwemeer-Wolderwijd, verschillende uirewaarden langs Rijn, IJssel, Waal en Maas en Zwartemeer. De effecten van koelwatergebruik moeten worden getoetst aan De Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR).

De Waddenzee inclusief een deel van de Eems is het belangrijkste gebied voor de fint. Als verder aangemelde soort wordt de zeeprrik genoemd. Voor de Noordzeekust (de kustlijn boven de Waddeneilanden) zijn verder aangemelde soorten zeeprrik, rivierprrik en fint. De Voordelta is het belangrijkste gebied voor de fint en verder aangemelde soorten zijn zeeprrik, elft en zalm. Voor de Westerschelde

zijn verder aangemelde soorten zeeprrik en rivierprrik. Voor de exacte geografische afbakening, zie

<http://www.minlnv.nl/thema/groen/natuur/natura2000/>

Tabel 4.7

Aangewezen beschermde vissoorten in het kader van de Habitatrichtlijn, flora en faunawet en Rode lijst.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Flora- en faunawet	Basisverordening	Habitatrichtlijn	Rode lijst
<i>beekprik</i>	Lampetra planeri	x		II	x
<i>bermpje</i>	Noemacheilus barbatulus	x			
<i>bittervoorn</i>	Rhodeus sericeus amarus	x		II	x
<i>elft</i>	Alosa alosa			II	x
<i>elrits</i>	Phoxinus phoxinus	x			x
<i>fint</i>	Alosa fallax			II	x
<i>gestippelde alver</i>	Alburnoides bipunctatus	x			x
<i>grote modderkruiper</i>	Misgurnus fossilis	x		II	x
<i>houting</i>	Conegonus oxyrrhynchus	x			x
<i>kleine modderkruiper</i>	Cobitis taenia	x		II	
<i>meerval</i>	Silurus glanis	x			
<i>rivierdonderpad</i>	Cottus gobio	x		II	
<i>rivierprik</i>	Lampetra fluviatilis	x		II	x
<i>roofblei</i>	Aspius aspius				
<i>steur</i>	Acipenser sturio	x	A	IV	x
<i>zalm</i>	Salmo salar			II	x
<i>zeeprik</i>	Petromyzon marinus			II	x

De bovengenoemde gebieden zijn Natura 2000 gebieden en worden beschermd op grond van artikel 6 van de Habitatrichtlijn. Kort samengevat betekent deze bescherming:

- het treffen van de noodzakelijke instandhoudingmaatregelen, gericht op de ecologische vereisten van de te beschermen habitats;
- het treffen van maatregelen waarmee kwaliteitsverlies en verstoring wordt voorkomen;
- beoordelen van nieuwe plannen en projecten op aantoonbare gevolgen voor richtlijngebieden en het treffen van waarborgen om deze gevolgen te voorkomen of te compenseren.

Nieuwe activiteiten, die significante gevolgen kunnen hebben, moeten vooraf grondig worden onderzocht op hun gevolgen. Hoofregel daarbij is, dat als uit dit onderzoek (= passende beoordeling) blijkt dat de natuurlijke kenmerken van het richtlijngebied worden aangetast, geen toestemming verleend mag worden. Uitzonderingen hierop zijn de gevallen waarbij er geen alternatief is voor de nieuwe activiteit, er een dwingende reden is van groot openbaar belang en compenserende maatregelen worden getroffen. In deze gevallen kan een nieuwe activiteit toch worden toegestaan. Ook nieuwe activiteiten, die geen significante gevolgen hebben, maar wel gevolgen kunnen hebben, moeten getoetst worden aan artikel 6 van de Habitatrichtlijn. Deze minder schadelijke categorie van nieuwe activiteiten doorlopen een minder zwaar afwegingskader. Als er sprake is van kwaliteitsverlies of verstoring van de soorten waarvoor het gebied is aangewezen, moeten passende maatregelen worden genomen.

## 5 Nieuwe inzichten

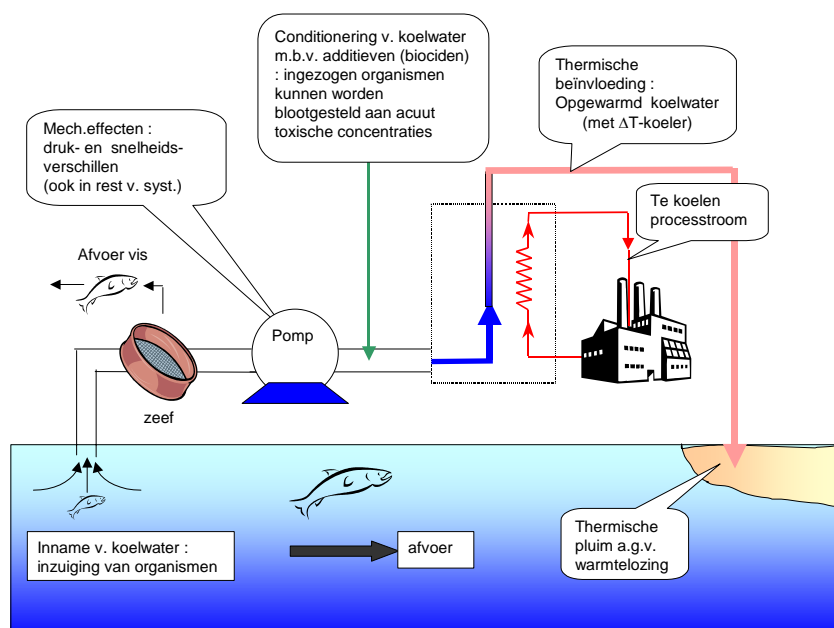
In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de belangrijkste effecten van het gebruik van koelwater en de lozing van warmte via koelwater, zoals beschreven in de nota's "Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu" (Riza 2004) en "Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu" (Riza 2004). De verschillende effecten die op kunnen treden worden in integraal perspectief geplaatst.

### Wijze van koelen

Bij industriële installaties, waarbij warmte moet worden afgevoerd, wordt in Nederland vaak gebruik gemaakt van doorstroomkoeling. Het benodigde koelwater wordt aan het oppervlaktewater onttrokken en rechtstreeks door warmtewisselaars gevoerd en weer geloosd. Hiervoor worden grote hoeveelheden water uit rivieren, meren of kustwateren gebruikt. Thermische elektriciteitscentrales hebben bijvoorbeeld 40 tot 60 m<sup>3</sup>/s koelwater nodig per 1.000 MWe opgesteld vermogen.

Figuur 5.1

Beïnvloeding oppervlaktewater door koelwater.



In het oppervlaktewater ontstaat een thermische pluim als gevolg van het lozen van koelwater. Direct bij de lozing heeft deze pluim de temperatuur van het geloosde koelwater, waarna stroomafwaarts van de lozing de temperatuur in de pluim afneemt door menging met het ontvangende oppervlaktewater en afkoeling naar de lucht. Bij hoge lozingstemperaturen kunnen lokaal de stress of zelfs letale niveaus van organismen worden overschreden. Uiteraard is dit afhankelijk van de

---

lozings situatie en het ontvangende oppervlaktewatersysteem. Op watersysteemniveau leidt de warmtelozing tot opwarming, waardoor bijvoorbeeld exoten betere overlevingskansen kunnen krijgen en inheemse soorten juist minder kansen kunnen krijgen.

Warmtelozingen resulteren echter niet alleen in thermische effecten. Eventuele conditionering van koelwater heeft als consequentie dat ook biociden in het oppervlaktewater worden geloosd. Tot slot ontstaat in de koelwaterketen schade aan de organismen in het onttrokken oppervlaktewater, hetgeen consequenties heeft op het aquatische ecosysteem. Het beïnvloedt immers in meer of mindere mate de samenstelling en omvang van populaties in het oppervlaktewater.

### 5.1 Effecten in de koelwaterketen

De effecten op organismen in de koelwaterketen zijn op hoofdlijnen terug te voeren naar:

- Mechanische effecten door druk- en snelheidsverschillen, koelwaterzeven en passage van pompen;
- Thermische effecten door de opwarming van het water;
- Effecten ten gevolge van eventuele conditionering van het koelwater.

De mate van schade is afhankelijk van het soort organisme en toestand waarin het organisme verkeert op het moment van inzuiging. Uit "Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu" volgt dat bij een goed visafvoersysteem overlevingscijfers van 50 tot 80% mogelijk zijn voor vis die door de zeven wordt afgevangen. Afhankelijk van de soort en zeefdiameter zijn sterftcijfers in de koelwaterketen gevonden van 18 tot 56%, bij afwezigheid van een warmteschok. Bij een warmteschok van 6 à 7,5 °C en een maximum temperatuur van 24 °C zijn sterftcijfers van 26 tot 97% gevonden. De effecten die optreden zijn sterk soortafhankelijk, voor spiering bedraagt de sterfte ca. 85-97% en bij paling en driedoornige stekelbaars treedt nauwelijks sterfte op als gevolg van mechanische schade.

Bij de centrale Bergum en de Flevocentrale is onderzocht wat de effecten op vislarven zijn van verschillende maaswijdtes van de zeef en verschillende temperatuurschokken in de koelwaterketen. Resultaten van het onderzoek zijn in tabel 2.3 opgenomen. Tijdens het onderzoek bij de centrale Bergum waren de lengtes van spiering en baars respectievelijk 6 – 18 mm en 6 – 11 mm. Het sterftepercentage van spiering na passage van de condensor bedraagt 74. De sterfte is na 24 uur opgelopen naar 87%. Dat wil zeggen dat de helft van de spiering die in eerste instantie de passage van de condensor overleeft binnen 24 uur alsnog sterft. De sterfte bij baarsachtigen is aanzienlijk lager.

Tabel 5.1

Sterfte van vislarven als gevolg van passage door de koelwaterketen van de centrale Bergum en Flevocentrale. Het percentage tussen haakjes is de som van directe en uitgestelde sterfte.

Maaswijdte	$\Delta T$ in °C	Uitlaat temperatuur in °C	% sterfte	
			Spiering	baarsachtigen
<i>Centrale Bergum</i>				
5 x 5 mm	6	16,7-24,6	74 (87)	34 (37)
<i>Flevocentrale</i>				
2 x 2 mm	0	12 – 15	52	18
2 x 2 mm	6-7,5	22 – 24	97	49
5 x 5 mm	0	12 – 15	56	19
5 x 5 mm	6-7,5	22 - 24	85	26

Resultaten van onderzoek bij de Flevocentrale laten zien dat de sterfte bij zowel spiering als baarsachtigen met een hitteschok beduidend hoger is dan zonder hitteschok. Zo neemt bij een maaswijdte van 2 x 2 mm de sterfte van spiering van 52 tot 97% toe indien een warmteschok van 6-7,5 °C is geïntroduceerd. Bij baarsachtigen is er onder vergelijkbare omstandigheden een sterfte toename van 18 naar 49%. Verder is ook de maaswijdte van invloed op het sterftepercentage. Het beeld is echter niet geheel eenduidig. Zo is bij afwezigheid van een warmteschok de sterfte van zowel spiering als baarsachtigen hoger bij een maaswijdte van 5 mm dan bij een maaswijdte van 2 mm. Echter bij een warmteschok van 6-7,5 °C is de sterfte bij een maaswijdte van 5 mm juist lager dan bij een maaswijdte 2 mm.

In het rapport "effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu" wordt een indicatie van de sterfte voor mariene/estuariene vissoorten gegeven op basis van onderzoek dat is uitgevoerd aan de Eemscentrale in 1981. Van soort tot soort verschilt de kwetsbaarheid voor inzuiging. In tabel 5.2 is een indeling gegeven naar kwetsbaarheid. De spiering en haring zijn uiterst kwetsbaar, en gaan eigenlijk onmiddellijk dood wanneer ze boven water worden gehaald. De driedoornige stekelbaars daarentegen, is een visje dat door zijn pantser van beenplaatjes enige bescherming geniet (50 % sterfte). De aal, puitaal en botervis hebben de beste overlevingskansen. De percentages zijn soms op basis van maar één tot een tiental vissen berekend. Na terugkeer in het ecosysteem kan secundaire sterfte optreden. Indien (nog) geen sterfte percentages van de vissoorten zijn vastgesteld door onderzoek, kan (vooralsnog) verondersteld worden dat 100% van de ingezogen individuen niet overleeft.

Tabel 5.2

Indeling van de kwetsbaarheid van vissoorten voor sterfte door mechanische beschadiging op basis van gemeten directe sterfte (%) aan  $n$  individuen in de koelwaterketen van de Eemscentrale in 1981.

Licht kwetsbaar	Gemiddeld kwetsbaar	Kwetsbaar
Aal (14%; n=7)	Stekelbaars (51%; n=4329)	Haring+Sprot (99%; n=2152)
Puitaal (11%; n=9)	5-dr Meun (55%; n=20)	Spiering (94%; n=1049)
Zeedonderpad (20%; n=5)	Harnasman (60%; n=10)	Wijting (100%; n=11)
Botervis (8%; n=24)	Snotolf (50%; n=2)	Kleine Zeenaald (80%; n=40)
Schol (29%; n=234)	Schar (42%; n=92)	Grote Zeenaald (100%; n=2)
	Tong (44%; n=16)	Slakdolf (81%; n=16)
		Grondels (91%; n=187)
		Zandspiering (100%; n=1)
		Bot (71%; n=7)

Thermische schade treedt pas op bij en na passage van de condensor in de koelwaterketen. Uit een onderzoek volgt dat radardiertjes en koppotigen geen effect vertonen bij opwarming tot 34 °C. Bij een temperatuur van 30 °C vertonen zoö- en fytoplankton geen sterfte. De sterfte is bij zoöplankton afhankelijk van de soort opgelopen tot 50 à 100% bij een temperatuur van 40 °C. Bij een temperatuur van 40 °C is de sterfte opgelopen van 0% tot meer dan 50% afhankelijk van de soort.

Wanneer mechanische effecten groot zijn als gevolg van passeren van zeven, het overwinnen van snelheids- en drukverschillen in het koelsysteem en biociden worden toegepast voor conditionering biedt het vastleggen van een maximum temperatuur of  $\Delta T$  in het koelsysteem geen extra bescherming meer voor in het koelsysteem ingezogen organismen. Dit speelt met name in complexe (secundaire en tertiaire) koelsystemen in de procesindustrie met een relatief lange verblijftijd.

Bij deskundigen aanwezig op de "expert meeting", gehouden in het kader van de uitgevoerde literatuurstudies naar de effecten van warmtelozingen op het aquatische milieu, bestond de indruk dat in relatief eenvoudige koelsystemen, bijvoorbeeld bij E-centrales, met een relatief geringe verblijftijd overleving van een aanzienlijk deel van de ingezogen populatie wel tot de mogelijkheden behoort. Dit onder voorwaarde dat de koelsystemen goed worden bedreven gekoppeld aan een optimale conditionering van koelwater en het nemen van inzuigingsbeperkende maatregelen.

Biociden zijn bedoeld om organismen in de koelwaterketen te bestrijden voor zover het organismen zijn die de keten kunnen verstopen, zoals mosselen en bacteriologische slijmlagen. Biociden worden gebruikt in de periode van april tot en met oktober. In het late voorjaar gaat het veelal om microfouling (slijm, bacteriën) en in het najaar om bestrijding van macrofouling (mosselen). Toxische niveaus voor vissen zijn niet uit sluiten. In veel gevallen is sprake van discontinue dosering. Ten tijde van dosering zijn (tijdelijk) toxische niveaus voor vissen niet uit te sluiten. Een optimaal conditioneringsregime, zoals beschreven in het

---

BAT Reference document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems [IPPC,2000], leidt tot een reductie van het gebruik van biocides op jaarbasis en een verkorting van de periode waarin conditionering moet worden toegepast. Uiteindelijk kan dit, bij gebruik van hypochloriet als biocide, leiden tot een vermindering van de emissies aan organohalogenen via koelsystemen naar oppervlakte-water. Het BAT Referentie document voor koeling (IPPC) schrijft voor dat emissies voortvloeiend uit het gebruik van biocides middels een waterkwaliteitstoets moeten worden beoordeeld. In Nederland is dat de CIW emissie-immissie beoordelingssystematiek voor stoffen (CIW, 2000). Een en ander betekent dat lozingen voortvloeiend uit van het gebruik van biociden niet mogen leiden tot acuut toxisch concentraties in het ontvangende water.

Naast conditionering van koelwater met biociden wordt ook thermoschock toegepast voor aangroeibestrijding in koelstystemen.

## 5.2 Effecten in het oppervlaktewater

Op hoofdlijnen zijn de effecten in te delen naar thermische effecten en effecten ten gevolge van de onttrekking<sup>21</sup>. Bij de thermische effecten is vervolgens onderscheid te maken naar lokale effecten nabij het lozingspunt en meer regionale effecten op watersysteemniveau. Op lokaal niveau zijn mogelijke letale dan wel stress temperaturen voor organismen in beeld. Ook kunnen warmteminnende exoten overleven in de directe omgeving van de warmtelozing. Bij regionale effecten speelt ook de mogelijkheid dat door toename van de watertemperatuur een verschuiving optreedt in het ecosysteem. Tevens kunnen de levenscycli van organismen worden verstoord, waardoor een mismatch ontstaat in de timing van levensfasen.

Uit "Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu" volgt dat bij een hogere watertemperatuur een toename van waterbloeien van cyanobacteriën kan optreden. Bij sessiele diatomeeën zijn al verschuivingen binnen levensgemeenschappen waarneembaar bij een watertemperatuur hoger dan 20 °C. Acute effecten van zoöplankton kunnen pas duidelijk worden aangetoond bij een blootstellings-temperatuur hoger dan 30 °C. Acute effecten op ongewervelde dieren worden hoofdzakelijk waargenomen bij de grotere kreeftachtigen die achter blijven op de zeven. De letale temperatuur van vlokreeften en pissebedden bedraagt 33 tot 34 °C. Bij sommige soorten wordt een verlenging geconstateerd van de groei- en reproductieperiode. Er is een direct verband tussen thermische verontreiniging en het voorkomen van ondergedoken waterplanten. Fonteinkruiden gaan sterk achteruit bij temperaturen hoger dan 25 °C. De ontkieming van fonteinkruiden wordt sterk geremd wanneer het water in het vroege voorjaar warmer is dan 5-7 °C.

---

<sup>21</sup> De effecten van het gebruik van biociden zijn hier niet meegenomen, omdat de beoordeling kan plaats vinden met behulp van de "Immissietoets voor stoffen".



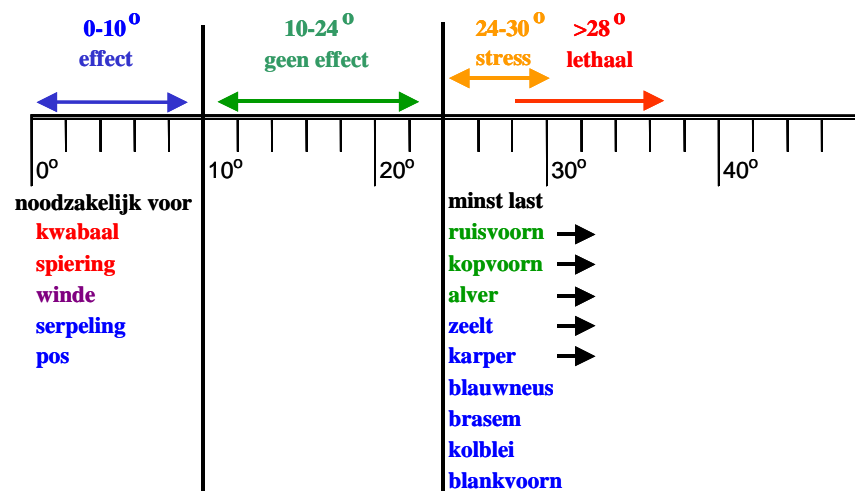
Voor de meeste zoetwatervissen ligt de letale temperatuur boven de 30 °C met maxima bij 35 à 36 °C voor soorten als blankvoorn, brasem en snoekbaars (zie ook bijlage 7). Tot de zoetwatersoorten waarvoor de letale temperatuur relatief laag is behoren zeeforel (26 – 27 °C) en spiering (26 – 29 °C). Smolts (jonge zalmen) vertonen een ontwijkgedrag voor verhoogde lokale temperaturen. Smolts vertonen bij een temperatuurverschil groter dan 5 °C een afkeerreactie van het opgewarmde water. Uit laboratoriumexperimenten blijkt dat bij jonge beekforel een afkeerreactie optreedt bij een temperatuurverschil van 1 °C. Smolts zijn trekvisser met grote gevoeligheid voor temperatuur en temperatuursveranderingen. Een warmtepluim ten gevolge van een warmtelozingen mag dus géén barrière vormen in de migratieroute.

Een ander effect van opwarming van het oppervlaktewater is het feit dat sommige vissoorten een lage temperatuur voor reproductie nodig hebben. Wordt deze temperatuur in de wintermaanden niet meer gehaald dan zal de reproductie stagneren, soorten doen verdwijnen en leiden tot een lagere diversiteit van vissoorten. Verhoging van de temperatuur in perioden wanneer deze lager is dan 10 °C leidt tot een lagere reproductie bij vissen die in het vroege voorjaar paaien. Het gevolg is dat het ontvangende water ongeschikt wordt voor deze vissen. Een overzicht is in figuur 5.2 gegeven.

Figuur 5.2

Temperatuureisen van enkele vissoorten.

- Rood: viseter;
- Blauw: macrofauna-eter;
- Paars: vis-/macrofauna-eter;
- Groen: vegetatie-/macrofauna-eter;
- Een pijl achter de soort geeft aan dat deze temperaturen > 28 °C kan verdragen



Naast de absolute temperatuur is ook de frequentie van temperatuurfluctuaties van belang. Op een "expert-meeting" is door deskundigen aangegeven dat een temperatuur van 30 °C, het Ernstig Risico (ER)-niveau voor temperatuur, op de rand van de mengzone in het ontvangende water slechts gedurende één aaneengesloten periode van maximaal 7 dagen per jaar mag worden overschreden (zie literatuurstudie effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu). Randvoorwaarde hierbij is dat de temperatuur van het oppervlaktewater bovenstrooms 25 °C of meer bedraagt. De maximumtemperatuur op de rand van de mengzone in een dergelijke periode is vastgelegd op 32 °C. Voor zoute wateren is de maximum temperatuur op de rand van de mengzone vastgelegd op 25 °C. Uit onderzoek volgt dat vis na

---

blootstelling aan een hogere temperatuur ongeveer 3 weken nodig heeft om te kunnen herstellen. Door de overschrijdingsfrequentie te beperken tot één aangesloten periode van maximaal 7 dagen per jaar kunnen organismen zich in voldoende mate aan veranderende (warmere) omstandigheden aanpassen en herstellen. Het toestaan van meerdere periodes, ook al zijn die kort van duur, kan leiden tot extra stress voor vissen en is acclimatisatie onvoldoende gewaarborgd.

Bij lozing van warmte op zee lijkt, vanwege de intensieve menging (stroming) en de aanwezigheid van zeer grote watermassa's, de mengzone een minder groot probleem te zijn, mits lozingen voldoende ver in zee plaatsvinden en de mengzone de bodem niet kan bereiken. Naar verwachtingen zullen beperkingen van migratie niet snel optreden. Vanuit ecologisch oogpunt moeten de kustzone en estuaria (met name als het gaat om paaigebieden en opgroeigebieden voor juveniele vis) als meest waardevolle gebieden worden aangemerkt. De meest bepalende factor voor de potentiële milieu impact van warmtelozingen op zoute wateren is de onttrekking van koelwater.

Uit paragraaf 5.1 volgt dat organismen die in een koelwaterketen worden ingezogen schade ondervinden. De onttrekkingen kunnen het aquatische milieu nadelig beïnvloeden. Factoren die van invloed zijn op de mate beïnvloeding zijn de omvang en de locatie van de onttrekking. Dat de schade verstrekkende gevolgen kan hebben voor het aquatische milieu blijkt uit de situatie ter plaatse van Mount Hope Bay in de VS. Een 45% toename van de onttrekking door een elektriciteitscentrale in combinatie met een tweede onttrekkingslocatie heeft geresulteerd in een desastreuze afname van de populatie Winter Flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) in de baai. Aan het Bergumermeer staat een centrale die in verhouding tot de omvang van het meer veel koelwater inneemt. Toch zijn er geen meldingen van grote effecten op de visstand. De effecten van de onttrekking zijn waarschijnlijk beperkt door de aanvoer van water vanuit het Prinses Magrietkanaal, waardoor in het grootste deel van het meer, dat als paaigebied en opgroeigebied voor juveniele vis kan worden gezien, zodanige condities heersen dat vislarven niet kunnen worden ingezogen. De periode die met name van belang is, is het biologische voorjaar dat loopt van 1 maart tot 1 juni.

De inzuigingssterfte in absolute zin veroorzaakt door grote centrales op zoute wateren geeft niet aan of de ecosysteem-functies van de estuaria en de kustzone worden aangetast. Gegevens over commercieel beviste soorten geven gedeeltelijk een beeld van de relatieve effecten. Een enkele grote centrale zuigt, uitgedrukt in adulte equivalenten, veel minder dan 1% van de Noordzeepopulatie van een commercieel beviste soort zoals haring in. Centrales zijn wat betreft effecten voor een deel te vergelijken met commerciële visvangst. Zo bedraagt de inzuiging van commercieel beviste soorten (schol, tong, schar, kabeljauw, wijting, haring en zeebaars) door de Engelse oostkust centrales, uitgedrukt in adulte equivalenten, 14% van de Engelse aanlandingen uit het voor deze centrales relevante ICES (International Council for the Exploration of the Sea) gebied IVc in 1992. Per jaar zal

---

dit percentage anders zijn. De inzuiging van een enkele grote centrale bedraagt enkele procenten van de bijvangst van de garnalenvisserij. De inzuiging dient gerelateerd te zijn aan een populatie op schaalniveau dat voor die voor die (vis)soort relevant is. Dit zou bijvoorbeeld voor de haring de Noordzeepopulatie kunnen zijn, en voor de puitaal de populatie die lokaal voorkomt in het betreffende estuarium in een straal van bijvoorbeeld 10 km rond het inzuigpunt. Met modelberekeningen kunnen lange termijn effecten worden ingeschat. In de estuariene situatie vormt de onttrekking van commerciële soorten slechts een deel van de ingezogen visfauna. Extra zorgpunt vormt de inzuiging van soorten die worden genoemd in de Vogel- & Habitatrichtlijn of die voorkomen op de Rode Lijst. Ook moet de estuariene visfauna worden beoordeeld aan de hand van de maatlatten die worden opgesteld voor van KRW.

Het merendeel van de studies naar de effecten van sterfte door koelwatergebruik betreffen commercieel beviste soorten. Naar effecten op niet-commercieel beviste soorten is minder onderzoek gedaan. Populaties van niet-commercieel beviste soorten kunnen kwetsbaarder zijn. Zo komt bijvoorbeeld een soort als fint in minder grote aantallen voor dan haring en heeft een minder groot leefgebied. Wanneer bijvoorbeeld de inlaat van koelwater van een centrale op de plek van een trekroute van een soort ligt, kan een relatief groot aandeel van een populatie ingezogen worden.

### **Impact van limitering van debiet versus limitering van de temperatuursprong over het koelsysteem**

De nota "Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu" gaat in op mechanische schade door impingement (op zeven) en de schade die optreedt ten gevolge van passage van het koelsysteem. Tevens wordt ingegaan op schade ten gevolge van opwarming in het koelsysteem. Schade die op kan treden is soortafhankelijk (zie onderstaande tabel).

Soort	Mechanische schade[%]	Overall schade [%]
Baarsachtigen	18-19 (gem. 19)	26-50 (gem. 38)
spiering	52-56 (gem. 54)	85-97 (gem. 91)
gemiddeld	37	65

Bovenstaande resultaten zijn ontleend aan experimenten bij een maximale lozingstemperatuur van 24 °C, waarbij voor baarsachtigen nog géén temperatuurstress optreedt, in tegenstelling tot spiering die een letale temperatuur heeft kleiner dan 27 °C. Bij een lozingstemperatuur van 30 °C zal naar verwachting ook voor baarsachtigen temperatuurstress optreden. De combinatie van een hogere blootstellingstemperatuur en een temperatuursprong van 7 °C zal naar verwachting voor baarsachtigen dan leiden tot een hogere sterfte ten gevolge van opwarming, resulterend in een overall schade van minimaal 40-50%. Voor spiering zal een dergelijke temperatuur, groter dan de letale temperatuur voor spiering, leiden tot 100% sterfte.

De blootstellingskans, de kans op inzuiging, is evenredig met het koelwaterdebiet evenals de mechanische schade bij inzuiging en passage van de koelwaterketen. Dit pleit voor het streven naar minimalisatie van het koelwaterdebiet. Om de benodigde warmtevracht te kunnen lozen zal bij minimalisatie van het debiet echter een hogere temperatuursprong over het koelsysteem moeten worden gehanteerd met als gevolg een grotere schade ten gevolge van opwarming. De vraag is nu "In hoeverre brengt de extra opwarming in het koelsysteem die optreedt bij hantering van een kleiner koelwaterdebiet extra schade met zich mee?". Ter illustratie worden twee situaties behorend bij een zelfde warmtevracht met elkaar vergeleken:

Koelwaterdebiet van 20 m<sup>3</sup>/s en  $\Delta T_{\text{koelsysteem}}$  van 7 °C (A)

Koelwaterdebiet van 10 m<sup>3</sup>/s en  $\Delta T_{\text{koelsysteem}}$  van 14 °C (B)

Effecten van inzuiging zijn soortafhankelijk. Baarsachtigen zijn veel minder gevoelig voor schade ten gevolge van inzuiging dan spiering. Om een uitspraak te kunnen doen over de impact op vissen, voorkomend in Nederlandse wateren, in het algemeen is uitgegaan van een theoretische 'gemiddelde vis' (zie bovenstaande tabel). Baarsachtigen zijn doorgaans ondervertegenwoordigd, in termen van absolute aantallen, in (grote) Nederlandse wateren. Gezien dit gegeven betekent dit dat de theoretische 'gemiddelde vis' qua gevoeligheid voor inzuigingsschade sterker opschuift naar de gevoeligeren soorten zoals spiering. Voor de vergelijking van situatie A en B is echter uitgegaan van het gemiddelde.

Onder de aanname dat ten gevolge van de extra opwarming in situatie B de overall-sterfte uitkomt op 100% (worst case), is het aantal m<sup>3</sup>/s waarin sterfte van vissen optreedt ten gevolge van mechanische schade en opwarming in situatie A:  $20 \cdot 0,65 = 13$  m<sup>3</sup>/s en in situatie B:  $10 \cdot 1,0 = 10$  m<sup>3</sup>/s. Indien voor situatie A wordt uitgegaan van een maximale lozingstemperatuur van 30 °C is dit ongeveer 15 m<sup>3</sup>/s. Uit het voorgaande blijkt dat in de situatie B, met een geringer koelwaterdebiet, de sterfte kleiner is dan bij de situatie waarbij een temperatuursprong over het koelsysteem van 7 °C wordt gehanteerd.

Een ander aspect is het gebruik van conditioneringsmiddelen in koelsystemen. Het meest toegepaste biocide voor aangroebestrijding in koelsystemen is chloorbleekloog. Bij gebruik van chloorbleekloog als biocide vindt ook vorming van bijproducten (haloformen) plaats. De omvang van het gebruik is evenredig is met het koelwaterdebiet. Dit betekent dat bij gebruik van chloorbleekloog als biocide in de situatie waarin een lager koelwaterdebiet wordt gehanteerd de emissie van bijproducten naar het ontvangende oppervlaktewater ook evenredig afneemt.

Integraal gewogen lijkt minimalisatie van het debiet grotere voordelen op te leveren voor het aquatische milieu dan het 'strikt limiteren van een  $\Delta T_{\text{koelsysteem}}$ ', ook in het biologische voorjaar.

---

## Resumé

### *Effecten in het koelwater:*

Extra opwarming in het koelsysteem heeft bij loslaten van de limitering van de temperatuursprong over het koelsysteem een grotere impact op in het koelsysteem ingezogen organismen. Desondanks resulteert in vermindering van het koelwaterdebiet, ook in het biologische voorjaar, integraal gewogen in grotere voordelen voor het aquatische milieu. Het streven naar minimalisatie van het koelwaterdebiet prefereert daarom boven een limitering van de koelwatertemperatuur. Vermindering van het koelwaterdebiet resulteert ook in een afname van het verbruik aan biociden en hiermee samenhangende emissie aan haloformaten naar oppervlaktewater.

### *Zoete en zoute paaigebieden:*

In paaigebieden van opgroeigebieden van juveniele vis komen vislarven en juveniele vissen in grote getale voor. Vislarven en juveniele vissen kunnen zich niet verzetten tegen de hoge stroomsnelheid ter hoogte van het innamepunt. In dit soort gebieden kan grootschalige onttrekking van koelwater effecten laten zien. Er mag géén significante beïnvloeding (van populaties) optreden.

### *Effecten in oppervlaktewater:*

Tengevolge van een warmtelozing ontstaat een warmtepluim in het ontvangende water. In de mengzone nabij het lozingspunt wordt niet voldaan aan de waterkwaliteitsdoelstellingen en zijn mogelijke letale dan wel stress temperaturen voor organismen in beeld. Om deze reden mag de mengzone niet te groot zijn en mag deze tevens géén barrière vormen voor de migratie van trekvis. Voor zoete wateren is het ernstig Risico (ER)-niveau vastgelegd op 30 °C en voor zoute wateren op 25 °C. Voorgesteld wordt om deze temperaturen vast te leggen als maximum temperatuur op de rand van de mengzone voor respectievelijk zoete en zoute wateren.

Een groot deel van het ecologische leven in de kustzone bevindt zich op de bodem of in het onderste deel van de waterkolom. Om deze reden is bij lozingen op zee bescherming van dit deel van de waterkolom van belang.

---

## 6 Voorstel nieuwe beoordelingssystematiek

---

In dit hoofdstuk staat het voorstel voor de nieuwe beoordelingssystematiek voor warmtelozingen centraal.

### 6.1 Beoordelingssystematiek

De systematiek richt zich op de beoordeling van de effecten van een warmtelozing via koelwater. Ook de effecten van de onttrekking op het aquatische milieu zijn onderdeel van de beoordelingssystematiek. De basis van de beoordelingssystematiek zijn toetsingscriteria die in de rapportages “Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu” en “Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu” zijn geformuleerd. De kenmerken van de huidige ABK-richtlijnen voor de beoordeling van warmtelozingen en het voorstel voor de nieuwe systematiek zijn opgenomen in tabel 6.1. Duidelijk verschil tussen de ABK-richtlijnen en het voorstel voor de nieuwe beoordelingssystematiek is dat de emissie-eisen zijn weggelaten in het voorstel.

Tabel 6.1

Oude en nieuwe  
beoordelingssystematiek voor  
warmtelozingen.

Parameter	ABK-richtlijnen <sup>22</sup>	Nieuw
<b>Emissie-eisen (generiek)</b>		
T koelwater (zoet)	≤ 30 °C	-
T koelwater (zout)	≤ 30 °C	-
ΔT koelwater	Zoet : ≤ 7 °C (zomer) ≤ 15 °C (winter) Zout: ≤ 10 °C (zomer) ≤ 15 °C (winter)	-
<b>Immissie-eisen (generiek)</b>		
Opwarming <sup>23</sup>	≤ 3 °C	≤ 3 °C t.o.v de achtergrondtemperatuur <sup>24</sup> tot een maximum van 28 <sup>25</sup> °C <sup>28</sup>
<b>Immissie-eisen (watersysteem gerelateerd)</b>		
<b>Kanalen/getijdenhavens</b>		
Onttrekking	-	geen significante effecten in paaigebied en opgroeigebied van juveniele vis, goed visafvoersysteem debiet, aantoonbaar minimaliseren (optimaliseren op debiet) <sup>29</sup>
Mengzone <sup>26</sup> (T> 30 °C) <sup>27</sup>	-	< 25% dwarsdoorsnede <sup>28</sup>
<b>rivieren</b>		
Onttrekking	-	geen significante effecten in paaigebied en opgroeigebied van juveniele vis, goed visafvoersysteem debiet, aantoonbaar minimaliseren (optimaliseren op debiet) <sup>29</sup>
Mengzone <sup>26</sup> (T>30 °C) <sup>27</sup>	-	< 25% dwarsdoorsnede
<b>Noordzee</b>		
Onttrekking	-	Streven naar zo gering mogelijke onttrekking, niet in paaigebied en opgroeigebied voor juveniele vis of trekroute, goed visafvoersysteem <sup>29</sup>
Mengzone <sup>26</sup> (T> 25 °C) <sup>30</sup>	-	Mengzone mag bodem niet raken
<b>Estuaria</b>		
Onttrekking	-	Streven naar zo gering mogelijke onttrekking, niet in paaigebied en opgroeigebied voor juve-niele vis of trekroute, goed visafvoersysteem <sup>29</sup>
Mengzone <sup>26</sup> (T>25 °C) <sup>30</sup>	-	< 25% dwarsdoorsnede

<sup>22</sup> De in de tabel opgenomen criteria gelden op hoofdlijnen. Voor het volledige overzicht wordt verwezen naar bijlage 2.

<sup>23</sup> Toelaatbare opwarming is respectievelijk 3 °C voor water voor karperachtigen, 2 °C voor schelpdierwater en 1,5 °C voor water voor zalmachtigen

<sup>24</sup> Opwarming wordt gerelateerd aan achtergrondtemperatuur op de rand van (delen van) het watersysteem.

<sup>25</sup> 28 °C voor water voor karperachtigen, 25 °C voor schelpdierwater en 21,5 °C voor water voor zalmachtigen.

<sup>26</sup> Het deel van het watersysteem (in de nabijheid van een lozingspunt) dat ten gevolge van een warmtelozing op een temperatuur groter of gelijk aan 30 °C is gebracht en wordt begrensd door respectievelijk de ruimtelijke 30 °C-isotherm (zoete wateren) en de 25 °C –isotherm (zoute wateren).

<sup>27</sup> Uitzonderingssituatie bij hoge achtergrondtemperatuur (> 25 °C): gedurende één aaneengesloten periode van maximaal 1 week in juli/augustus mag de temperatuur op de rand van de mengzone van 32 °C bedragen. Indien een dergelijke aanpak tot problemen leidt in de uitvoeringspraktijk kan een beheerder gemotiveerd afwijken.

<sup>28</sup> Beheerder kan op basis van specifieke informatie met betrekking tot het beschouwde watersysteem gemotiveerd afwijken.

<sup>29</sup> Voor zoet water met name van belang in het biologische voorjaar (periode 1 maart - 1 juni) en voor zoute wateren in het biologische voorjaar (periode 1 februari – 1 mei) en het biologische najaar (periode 1 september - 1 december). Kwantitatieve generieke criteria zijn niet te geven. Voor nieuwe situaties zal middels een MER procedure moeten worden afgewogen op basis van lokale specifieke gebiedsgerichte informatie of de activiteit al of niet toelaatbaar is.

<sup>30</sup> Uitgaande van een achtergrondtemperatuur van 22 °C.

---

De criteria in de tabel zijn toepasbaar voor de meeste watersystemen. Echter in een aantal gevallen is voor bepaalde parameters (zie voetnoten) ook een specifieke gebiedsgerichte invulling van de criteria mogelijk. Bij de ABK-richtlijnen is dit destijds ook gedaan voor het Amsterdam-Rijnkanaal, het Noordzeekanaal en het Hollandsch Diep. Op basis van specifieke informatie met betrekking tot en het watersysteem kan een beheerder gemotiveerd afwijken. Voor kanalen, waarvoor nu de ABK-kanalenrichtlijn van toepassing is, resulteert toepassing van de nieuwe beoordelingsystematiek op basis van de parameter *opwarming* in een beperking van de toelaatbare warmtevracht bij geringe doorstroming. Voor bestaande situaties kan in een dergelijke situatie een realistische overgangperiode worden vastgesteld waarbij voor de parameter *opwarming* aansluiting kan worden gezocht bij de thans geldende criteria in de ABK-richtlijnen, mits de tot nu toe opgedane ervaringen met betrekking tot de waterkwaliteit dit rechtvaardigen.

Voor meren zijn géén criteria opgenomen. Naast de beschikbaarheid van een groot koeloppervlak spelen bij de beoordeling van warmtelozingen op meren doorgaans een groot aantal aspecten die grotendeels worden bepaald door de lokale situatie. Hierbij kan onder meer gedacht worden aan de kans op inzuiging, ecologische kwalificatie van het watersysteem, de interactie met andere watersystemen/wateren en dimensies van het meer. Bij beoordeling moeten deze aspecten in onderlinge samenhang worden afgewogen. De effectennota's kunnen hierbij als uitgangspunt worden gehanteerd voor inkleuring van verschillende aspecten. Meersituaties zijn veelal zeer verschillend en op zich moeilijk vergelijkbaar. Aanhakend op de al bestaande ABK-richtlijnen wordt voorgesteld om voor meren géén criteria op generiek niveau vast te stellen. Grootschalige lozingen van warmte op meren komen in Nederland eigenlijk alleen maar voor op het IJsselmeer en het Bergumermeer.

In de effectennota is aangegeven dat een eenmalige overschrijding van maximaal 1 week, in juli of augustus, tot een maximum van 32 °C op de rand van de mengzone toelaatbaar is indien de temperatuur in het oppervlaktewater groter is dan 25 °C. Een dergelijke overschrijdingsperiode is strikt gelimiteerd tot 1 keer per jaar.

Één op één uitvoering van deze aanbeveling kan in de praktijk echter resulteren in een schoksgewijze toename van de warmtelast voor het ontvangende watersysteem en mogelijke uitvoeringsproblemen in de praktijk. Indien dit het geval is kan ook worden gekozen voor een uitvoeringsvorm met een geleidelijke toename en afname van de toelaatbare temperatuur op de rand van de mengzone voor een langere periode (maximaal 4 weken), waarbij acclimatisatie van het ontvangende watersysteem tevens is gewaarborgd. Dit moet worden geregeld in de vergunning. Uitgangspunt hierbij is dat is dat de totale hoeveelheid extra warmte, die wordt toegevoegd aan het ontvangende water in een dergelijke 'overschrijdingsperiode' niet toeneemt ten opzichte een 'overschrijdingsperiode' van 1 week.



---

Vermindering van het koelwaterdebiet resulteert voor zowel zoete als zoute wateren, ook in het biologische voorjaar en najaar, integraal gewogen in grotere voordelen voor het aquatische milieu. Het streven naar minimalisatie van het koelwaterdebiet prefereert daarom boven een limitering van de koelwatertemperatuur. Om deze reden is afgezien van een maximum temperatuur in het koelsysteem.

Kijkend naar de beoordelingssystematiek komt al snel de vraag op of het niet mogelijk is om te volstaan met twee in plaats van drie toetsingscriteria. Het is immers wenselijk om de systematiek zo eenvoudig mogelijk te houden. Daar staat tegenover dat ook de wens bestaat om het aquatische milieu zo goed mogelijk te beschermen en de diversiteit daarin recht te doen. In bijlage 3 is nader ingegaan op het geschetste spanningsveld. Hieruit blijkt dat naast de toetsparameter mengzone ook opwarming in de systematiek moet worden opgenomen om te kunnen waarborgen dat het volume van de mengzone wordt beperkt en wordt voldaan aan de EG viswaterrichtlijn. Om te kunnen toetsen of onttrekking aanleiding kan geven tot significante ecologische effecten moet ook de toetsparameter onttrekking in de beoordelings-systematiek worden opgenomen.

### **Onttrekking**

Het op grote schaal onttrekken van oppervlaktewater ten behoeve van koeling kan het aquatische milieu schade toebrengen. Koelwater-onttrekking kan alleen leiden tot nadelige effecten op de populatie-niveau van organismen in het watersysteem waaruit het water wordt onttrokken als organismen die gevoelig zijn voor inzuiging, bijvoorbeeld vislarven en juveniele vis, daadwerkelijk in het watersysteem aanwezig zijn.

De omvang en locatie van de onttrekking zijn van invloed op de mate van schade, waarbij geen scherpe grenzen zijn te trekken. Dat wil zeggen er is onvoldoende informatie beschikbaar waaruit bijvoorbeeld op generiek niveau een percentage is af te leiden van de nog acceptabele schade door een onttrekking. Naar verwachting is de schade (sterfte) door koelwatergebruik van een heel andere orde (aanzienlijk lager) dan van die van (zee)visserij. In de systematiek is daarom primair gekozen voor een bronaanpak.

Onttrekkingen dienen (bij voorkeur) niet plaats te vinden in paaigebieden, opgroeigebieden voor juveniele vis en trekroutes. In zoute wateren zijn estuaria in de regel gevoeliger dan de Noordzeekust. Kortom de lokatiekeuze is van groot belang. Daarnaast kunnen maatregelen zoals visafschrikkingssystemen, aangevuld met plaatsing van referentie oriëntatiepunten, er voor zorgen dat vissen niet in de nabijheid van de pompput komen. Om er voor te zorgen dat aangezogen vis weer wordt teruggevoerd naar oppervlaktewater dient een goed functionerend visafvoersysteem te worden gebruikt. Dit is uiteraard eenvoudiger te realiseren bij nieuwe locaties dan bij bestaande, omdat bij nieuwbouw de opties nog open liggen en er nog niet is geïnvesteerd. Kortom ook bij onttrekkers waar dit op een minder ideale locatie plaatsvindt is een beoordeling wenselijk (er mag géén significante schade (op populatieniveau) optreden). Voor deze

---

(secundaire) aanpak is dan toch een begrenzing van de onttrekking aan de orde.

In de VS is voor nieuwe en vanaf 2004 ook voor bestaande installaties bepaald dat het debiet van de onttrekking voor stromend zoet oppervlaktewater niet groter mag zijn dan 5% van het gemiddelde jaarlijkse debiet van het oppervlaktewater waaruit de onttrekking plaatsvindt. Voor estuaria is het debiet gelimiteerd op 1% van het gemiddelde getijdedebiet. In de beoordelingssystematiek is gekozen voor andere invulling. Hiervoor zijn twee redenen. Ten eerste omdat er nog al wat verschillen zijn tussen watersystemen onderling en vissen ook kunnen wegzwemmen van een onttrekking. Ten tweede resulteert een sterke beperking van het onttrekkingsdebiet snel in het toepassen van koeltorens. Ook deze koeltorens hebben nadelen voor het milieu, zoals is beschreven in hoofdstuk 3. De situaties in Brayton Point Station en Bergumermeer laten zien dat een lokale beoordeling essentieel is.

Uitgangspunt voor de beoordeling van onttrekking koelwater uit watersystemen is dat onttrekking van koelwater géén significante effecten (op populatieniveau) in het ontvangende water met zich meebrengen. Indien meerdere onttrekkingen op het watersysteem plaatsvinden moet effecten op het watersysteem in samenhang (integraal) worden beoordeeld. Effecten moeten worden betrokken op het biologische voorjaar voor zoete wateren en op het biologische voorjaar en najaar voor zoute wateren. Voor stromende wateren, waar vislarven en/of juveniele vissen voorkomen, is de verhouding van het lozingsdebiet en de afvoer een indicatie van de kans op inzuiging. Dit geldt voor stromend zoet oppervlaktewater.

Voor stagnante oppervlaktewateren (meren) zal lokaal moeten worden afgewogen in hoeverre er sprake is van significante effecten op populatieniveau ten gevolge van onttrekking. De kans op inzuiging kan worden ingeschat aan de hand van het gebied waar de stroomsnelheid groter is dan 0,015 m/s gerelateerd aan het totale meeroppervlak. In veel gevallen zal de mengzone-begrenzing via het dwarsdoorsnede-criterium, er tevens voor zorgen dat ook de kans op inzuiging wordt beperkt. Of dit voldoende is om er voor te zorgen dat géén significante effecten zullen optreden zal lokaal moeten worden beoordeeld.

Voorgesteld wordt om onderzoek te starten naar de effecten van onttrekkingen op populaties. Dit kan dan mogelijk resulteren in aanpassing van (gebiedsgerichte) criteria voor de toegestane onttrekking. Voor zoute wateren is het voorstel de onttrekking zo veel mogelijk te beperken.

### **Mengzone**

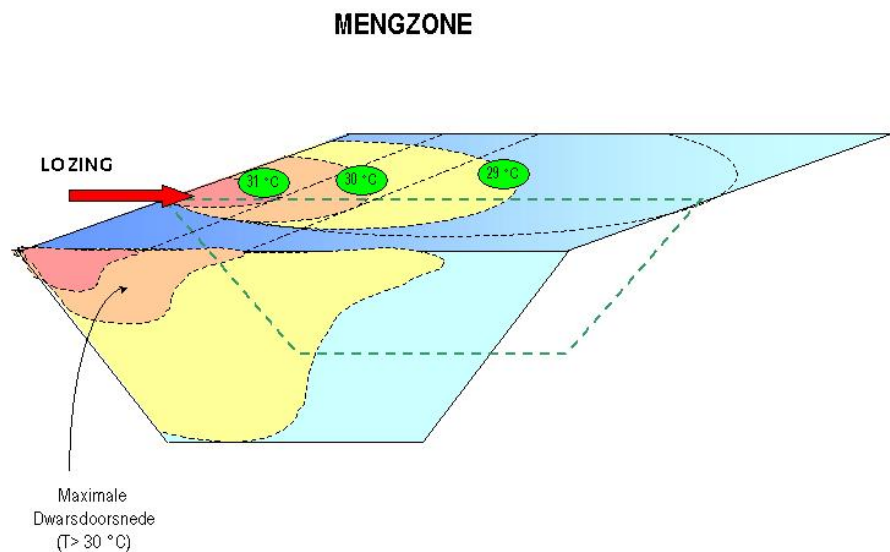
Redenerend vanuit het aquatische milieu bestaat de wens om zo min mogelijk warmte te lozen op oppervlaktewater. Tevens dient de temperatuur niet hoger te zijn dan letale of liever nog stress waarden. Een dergelijke insteek kan echter leiden tot een situatie dat een warmtelozers de lozingstemperatuur omlaag brengt door het debiet te vergroten. Immers bij een gelijkblijvende af te voeren warmtevracht kan de lozingstemperatuur worden verlaagd door meer water te gebruiken.

Dit is géén wenselijk aanpak, omdat daardoor de onttrekking van oppervlaktewater toeneemt. Ook vanuit een meer algemene milieuopectiek bezien is een dergelijke aanpak ongewenst. Het energiegebruik neemt immers toe naarmate meer water wordt verpompt.

In het tweede IMP-water is aangegeven dat in de mengzone rond het lozingspunt de waterkwaliteitsdoelstelling niet geldt. Het voorstel is hierop aan te sluiten en een algemene maximum lozingstemperatuur niet op te nemen in de beoordelingssystematiek. Dan dringt zich vervolgens de vraag op: "Hoe groot mag de mengzone zijn?". In de literatuur zijn geen heldere aanwijzingen gevonden om deze vraag te beantwoorden. Toch zijn er wel handvatten te bieden. Zo is het voorstel om in analogie met de "Immissietoets voor stoffen" voor de temperatuur op de rand van de mengzone het ER-niveau te nemen. Op dit moment is echter nog geen ER-niveau voor temperatuur in het beleid vastgelegd. Het voorstel is om vooralsnog uit te gaan van 30 °C voor oppervlaktewater met de functie "water voor karperachtigen". Opgemerkt wordt dat afhankelijk van lokale doelstellingen een ander ER-niveau kan worden gehanteerd. Bijvoorbeeld op basis van doelstellingen die worden geformuleerd in het kader van de Kaderrichtlijn Water.

Figuur 6.1

Impressie van koelwaterpluim.



Verder is gesteld dat de mengzone geen belemmering zou mogen zijn voor migratie van vissen. Dat wil zeggen de mengzone mag in een waterloop niet zodanig groot zijn dat deze niet meer passeerbaar is. Het voorstel is om de mengzone niet groter te laten zijn dan maximaal 25% van de natte dwarsdoorsnede van de waterloop. Dit percentage is niet gebaseerd op meetgegevens, maar op een inschatting. De gedachte is dat dan nog voldoende ruimte beschikbaar is voor migratie.

In het voorgaande is de begrenzing van de mengzone geformuleerd, waarbij de essentie is dat deze beperkt dient te zijn. Immers in de mengzone wordt niet voldaan aan de algemeen geldende C.

---

waterkwaliteitseisen. Dit gebied wordt in feite onttrokken als habitat. Uit oogpunt van habitatreductie is het volume van de mengzone ( $T > 30\text{ °C}$ ) van belang. Begrenzing van de mengzone door het dwarsdoorsnede criterium ( $< 25\%$ ) heeft eveneens een limitering van het mengzonevolume ( $T > 30\text{ °C}$ ) op watersysteemniveau tot gevolg. Uit bijlage 3 blijkt dat het dwarsdoorsnede criterium er ook voor zorgt dat het mengzonevolume ( $T > 30\text{ °C}$ ) zeer beperkt blijft.

Uiteraard kan lokaal, mits onderbouwd, tot een wat gewijzigde invulling aan de mengzone worden gegeven. Bijvoorbeeld als de warmtelozing plaatsvindt in een haven. Dan kan bijvoorbeeld een deel van de haven worden aangewezen als mengzone.

Voor zoute wateren wordt de maximum temperatuur op de rand van de mengzone vastgesteld op  $25\text{ °C}$ , het ernstig risico niveau voor warmte in zoute wateren, waarbij in analogie met het zoete water de passeerbaarheid in estuaria van groot belang is. Een lokale benadering is essentieel gezien de grote verschillen tussen estuaria en de Noordzeekust.

Koudeminnende soorten kunnen in zoute wateren tot een temperatuur van  $22\text{ °C}$  goed overleven. Daarboven (zomerse omstandigheden) zullen deze vissen met een grote temperatuurgevoeligheid wegvluchten naar koudere wateren. Blootstelling van deze vissen aan de mengzone met een begrenzing van de  $25\text{ °C}$ -contour, kan alleen plaatsvinden bij temperaturen van het ontvangende water tot  $22\text{ °C}$ .

### **Opwarming**

De samenstelling van het aquatische milieu wordt beïnvloed door opwarming van het oppervlaktewater. Daarbij hebben bepaalde soorten voldoende lage temperaturen nodig om te kunnen voortplanten. In de ABK-richtlijnen (zie bijlage 2) was al voorzien in een toetsingscriterium voor de opwarming van oppervlaktewater ten gevolge van warmtelozingen. Deze toetsing blijft onderdeel uitmaken van de nieuwe systematiek en sluit daarmee aan op de EG richtlijnen 78/659/EEG en 79/923/EEG. Voor oppervlaktewater met de functie "water voor karperachtigen" betekent dit een maximum opwarming van  $3\text{ °C}$ . Oppervlaktewater met de functies "water voor zalmachtigen" en "water voor schelpdieren" dient te voldoen aan een maximum opwarming van  $1,5$  respectievelijk  $2\text{ °C}$ .

Opwarming moet worden gerelateerd aan een referentie. Voorgesteld wordt om uit te gaan van de temperatuur op de rand van een beheersgebied als referentie. Dit betekent dat indien afkoeling optreedt tussen verschillende watersystemen/beheersgebieden dit nog wel wordt verdisconteerd in de achtergrondtemperatuur. Tevens wordt een bovengrens van  $28\text{ °C}$ , de maximum temperatuur van water voor karperachtigen (78/659/EEG), aan de temperatuur in oppervlaktewater gesteld. Hiermee wordt opwarming ook in absolute zin begrensd.

Totdat gebiedsgerichte normstelling op basis van de KRW (2013) van kracht wordt stelt de subwerkgroep voor conform de Europese

---

viswaterrichtlijn een temperatuur van 28 °C, als maximum temperatuur voor water voor karperachtigen, in de systematiek op te nemen.

Door naast mengzone ook de opwarming op watersysteemniveau op te nemen in de beoordelingssystematiek wordt tevens invulling gegeven aan de het "stand-still-principe". Het "stand-still-principe" schrijft voor dat ten gevolge van lozingen de waterkwaliteit niet significant mag verslechteren. In de emissie-immissie beoordelingssystematiek voor stoffen wordt dit criterium per lozing lokaal vertaald als 10% van het MTR (bestaande lozingen) of 10% van de achtergrondwaarde (nieuwe lozingen). Bij de beoordelingssystematiek voor warmtelozingen zullen maatgevende omstandigheden, bijvoorbeeld een achtergrondtemperatuur van 25 °C, als invoer voor de beoordeling worden gehanteerd. Naar analogie van de emissie-immissie beoordelingssystematiek voor stoffen zou dit resulteren in een toelaatbare opwarming van 2,5 °C ( $0,1 * T$ -achtergrond) of 2,8 °C ( $0,1 * MTR$ ) als wordt uitgegaan voor de maximum toelaatbare temperatuur van 28 °C voor water voor karperachtigen, de functietoekenning die aan het overgrote deel van de Nederlandse wateren is toegekend. Een toelaatbare opwarming van maximaal 3 °C op watersysteemniveau komt hiermee goed overeen. Bovendien moet worden gerealiseerd dat dit criterium van toepassing is op watersysteemniveau. Indien zich meerdere warmtelozers aan een watersysteem bevinden leidt hantering van criteria voor mengzone en opwarming op watersysteemniveau lokaal tot een (veel) geringere toelaatbare opwarming.

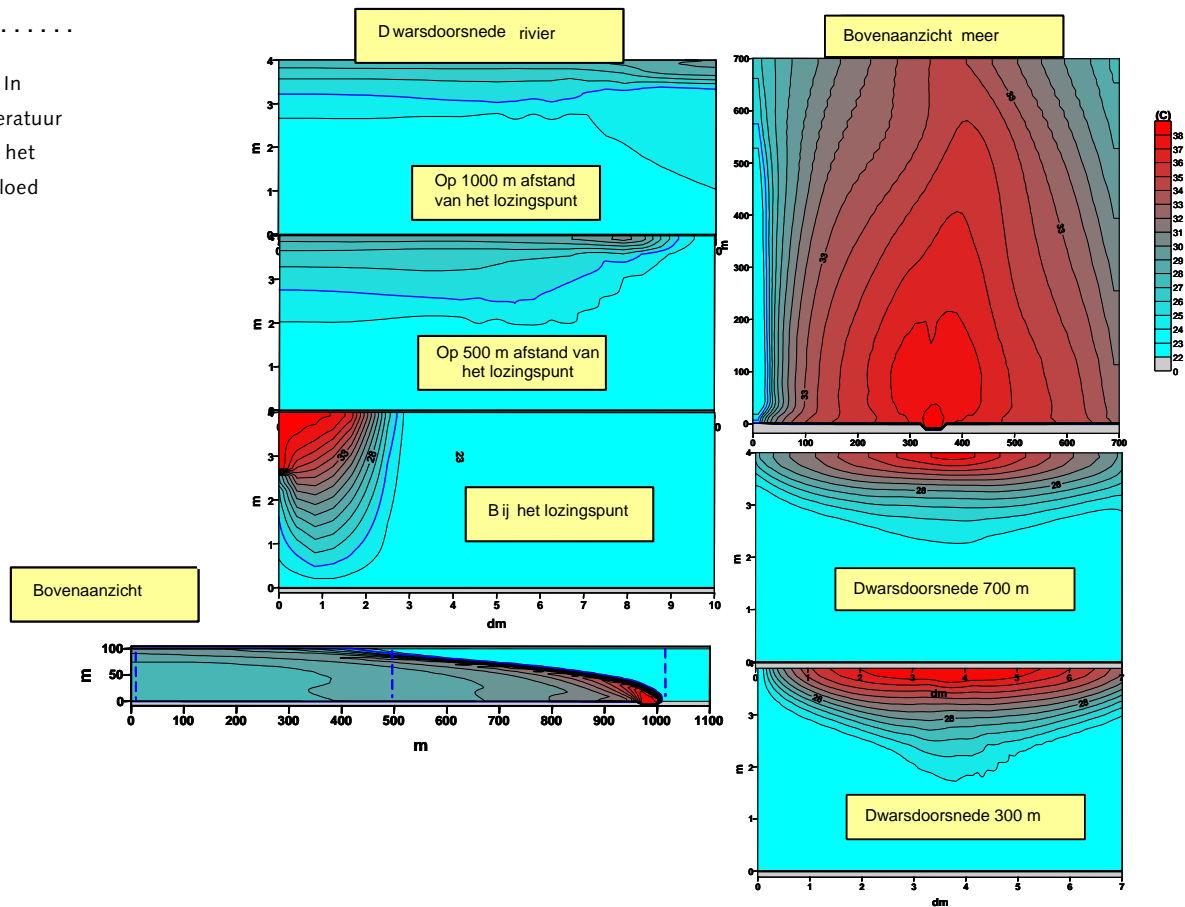
## 6.2 Consequenties nieuwe systematiek

Het voorstel voor de nieuwe beoordelingssystematiek heeft consequenties voor warmtelozers. Welke dat zijn is in deze rapportage niet op individueel niveau aan te geven, maar op hoofdlijnen kan dat wel. Het voorstel is om de emissie-eisen van de ABK-richtlijnen grotendeels te laten vervallen. Concreet betekent dit dat de eis van een maximum lozingstemperatuur van 30 °C en de eisen van een maximum opwarming in de koelwaterketen niet meer gelden. In plaats van deze eisen is een criterium voor de mengzone ingevoerd. De mengzone is begrensd door een maximum percentage van de dwarsdoorsnede en door een maximum temperatuur op de rand van de mengzone. Het maximum percentage van de dwarsdoorsnede begrenst tevens het volume van de mengzone. Deze maximum temperatuur is 30 °C voor zoet oppervlaktewater. Ten opzichte van de ABK-richtlijnen betekent dit dat warmtelozers meer ruimte krijgen om warmte te lozen, mits er voldoende stroming en afkoelingsoppervlakte lokaal aanwezig is. Immers er mag met een hogere temperatuur worden geloosd dan in de huidige situatie. De omvang van de ruimte is afhankelijk van het ontvangende oppervlaktewater. Indien de warmtelozing plaatsvindt op stromend oppervlaktewater zal door menging met het ontvangende oppervlaktewater de mengzone beperkt zijn. Echter in situaties waarbij een warmtelozing plaatsvindt op stagnant oppervlaktewater is de menging met het ontvangende oppervlaktewater beperkt. Een lozing met een temperatuur boven de 30 °C resulteert dan in een groter gebied waar temperaturen optreden hoger dan 30 °C. In figuur 6.2 zijn

beide situaties geïllustreerd door een warmtelozing op stromend en (semi) stagnant oppervlaktewater, bijvoorbeeld een rivier respectievelijk

Figuur 6.2

Warmtelozing op rivier en meer. In beide situaties is de lozingstemperatuur 38 °C, vindt de lozing plaats aan het wateroppervlak en is er geen invloed van de wind<sup>31</sup>.



een meer. De warmtelozing is in beide situaties gelijk. Voor een aantal grotere warmtelozers is een toetsing aan de dwarsdoorsnede uitgevoerd. In de berekeningen, gebaseerd op eenvoudige formuleringen (zie bijlage 4), is uitgegaan van de huidige warmtevracht, waaruit het lozingsdebiet is afgeleid. Vervolgens is dit lozingsdebiet gebruikt om berekeningen uit te voeren met lozingstemperaturen van 31, 32 of 33 °C. Voor de achtergrondtemperatuur is 25 °C gehanteerd. De resultaten van deze toetsing zijn in bijlage 4 gepresenteerd en laten duidelijk zien dat op rivieren het aan het de mengzone gestelde maximum niet of nauwelijks limiterend is. Uitzondering zijn de centrales aan de Maas en de Amer (zie tabel 6.2).

Tabel 6.2

Uitwerking voorbeeld:  
Beschikbare ruimte voor centrales bij lozing op watersystemen met geringe afvoer, uitgaande van 98-percentiel afvoer en  $T_a$  van 25 °C

Centrale	Watersysteem	Afvoer [m <sup>3</sup> /s]	P-beschikbaar [MW]
Amer	Amer	31	163
Claus	Maas	50	262
Prins Willem Alexander	Maas	50	262

<sup>31</sup> Op basis van: Heling, R. *et al.*, 2003. Cooling Water Study, Optimisation of discharges on river and lake systems, NRG.

---

Bij overschrijding van de in tabel genoemde toelaatbare warmtevracht moet indien mogelijk onder de gegeven omstandigheden (98-percentiel afvoer en  $T_a$  van  $25\text{ }^\circ\text{C}$ ) worden overgegaan op koeltorenbedrijf of beperking van productie. De Amer centrale en de Claus centrale beschikken over een koeltoren.

In stagnante wateren en kleine wateren met weinig doorstroming is de mengzone veelal beperkend. Daar kan de mengzone bijvoorbeeld de gehele dwarsdoorsnede van de watergang omvatten, waardoor migratie van organismen wordt tegengegaan. De mengzone wordt beperkend.

#### **Wijze van lozen**

De beoordelingssystematiek maakt in bepaalde gevallen, binnen de geldende randvoorwaarden, lozing van koelwater op een hoger temperatuurniveau dan  $30\text{ }^\circ\text{C}$  mogelijk. Fysisch gezien betekent dat afkoeling naar de lucht ook effectiever kan verlopen. Dit effect kan nog worden vergroot door gestratificeerd te lozen, waarbij de warmtepluim zich aan het oppervlak van het watersysteem bevindt. Of stratificatie in de praktijk ook daadwerkelijk kan worden gerealiseerd hangt onder andere af van watersysteem eigenschappen (dimensies, afvoer), het gebruik van het watersysteem (intensiteit van scheepvaart) en de dimensionering van de koelwateruitlaat.

Bij grote koelwaterlozingen worden thans reeds complexe verspreidingsmodellen ingezet om tot een realistische beeld van warmteverdeling in het ontvangende watersysteem te komen. Voor kleine warmtelozers is dit veelal niet haalbaar. Om toch een goede inschatting te kunnen maken of aan de criteria wordt voldaan, kan gebruik gemaakt worden van de rekenregels zoals weergegeven in bijlage 4. Het gebruik hiervan levert resultaten die in eerste aanleg redelijk vergelijkbaar zijn die van meer geavanceerde rekenmodellen, met dien verstande dat wordt uitgegaan van een 'veilige inschatting', waardoor de inschatting van de omvang van de mengzone hoger uit kan vallen dan bij een meer geavanceerde 3-D modellering.

Het criterium voor opwarming blijft ongewijzigd en sluit aan op geldende Europese regelgeving. De intrekking is van de twee betreffende richtlijnen is voorzien per 22 december 2013. Tot die tijd zijn de richtlijnen van kracht. Na intrekking moet de KRW in de benodigde regelgeving voorzien.

Onttrekking is een nieuw criterium in de beoordelingssystematiek voor warmtelozingen. Vertrekpunt voor dit criterium is het voorkomen dat een onttrekking plaatsvindt in een gebied met veel vislarven en juveniele vis. Ook trekroutes van juveniele vis dienen te worden vermeden. Bij nieuwe locaties kan dit ook worden meegenomen in een MER-procedure. Voor een 19-tal grote koelwaterlozers is de wateronttrekkingsverhouding bepaald. Deze wateronttrekkingsverhouding geeft aan hoe groot het koelwaterdebiet is ten opzichte van het oppervlaktewater waaruit het is onttrokken. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 4 en laten zien dat de onttrekkers op de rivieren

---

slechts een beperkt percentage van het rivierdebiet onttrekken. Uitzondering hierop vormen de centrales aan de Maas en Amer. Deze centrales zijn echter voorzien van koeltorens die bij lage afvoeren in bedrijf kunnen worden genomen. Dit is in de berekeningen niet meegenomen.

Bij kanalen ligt de wateronttrekkingsverhouding beduidend hoger door het geringe debiet van het kanaal. Met name de elektriciteitscentrales aan het Amsterdam Rijnkanaal onttrekken veel oppervlaktewater in verhouding tot het kanaal. Ook de centrale aan het Bergumermeer heeft een grote onttrekking in verhouding tot de omvang van het meer. In feite kan het volume van het meer in een aantal dagen worden ingezogen. Toch zijn er geen signalen dat de visstand op het meer heeft te leiden van de onttrekking, zoals is beschreven in "Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu". Reden hiervoor is dat de centrale in feite water onttrekt uit het Prinses Magrietkanaal. Dit onderstreept nog een keer de wens om gericht onderzoek te doen naar de effecten van onttrekkingen op de populaties en dat bij de beoordeling de lokale situatie goed moet worden meegenomen.

Doordat een warmtelozing in de nieuwe beoordelingsystematiek naast de parameter *opwarming* ook middels de parameter *mengzone* rechtstreeks wordt gelimiteerd door de afvoer van een watersysteem is de betekenis van afvoer in de nieuwe systematiek prominenter dan bij de beoordeling op basis van ABK-richtlijnen. Dit betekent dat waterverdeling, het reguleren van afvoer (indien mogelijk), ook in dit opzicht vergaande (meer dan in het verleden bij ABK-richtlijnen) consequenties voor de actuele toelaatbare warmtevracht met zich mee kan brengen. Daar waar afvoer is te regelen door beheerder kunnen keuzes/afwegingen in deze van invloed zijn op de beschikbare koelcapaciteit en dus het beschikbare vermogen van een elektriciteitscentrales of productiecapaciteit in de procesindustrie.

De beoordeling resulteert in een toelaatbare warmtevracht, al of niet gerelateerd aan de momentane afvoer en temperatuur. Dit betekent dat de handhaver ook moet beschikken over adequate momentane gegevens van het watersysteem.

Adequate uitvoering en handhaving van de nieuwe beoordelings-systematiek in de praktijk pleit voor het opzetten van een monitorings-netwerk waarin gegevens met betrekking tot temperatuur en afvoer online worden vastgelegd.



---

# 7 Conclusies en aanbevelingen

---

## 7.1 Conclusies

De conclusies zijn in de volgende punten opgesomd.

- In de beoordelingssystematiek voor warmtelozingen via koelwater zijn drie toetsingsparameters opgenomen. Dit zijn de onttrekking van koelwater, de mengzone en opwarming van het oppervlaktewater. Voor de mengzone en opwarming zijn tevens kwantitatieve criteria opgenomen.
- De beoordelingssystematiek is gericht op zowel zoete als zoute oppervlaktewateren.
- Integraal gewogen lijkt minimalisatie van het debiet grotere voordelen voor het aquatische milieu op te leveren dan strikte limitering van de lozingstemperatuur.
- De beoordelingssystematiek kent geen emissiecriteria. In plaats daarvan wordt de toetsparameter mengzone ingevoerd. De systematiek sluit aan op het waterkwaliteitsbeleid. Daarin is voor warmte aangegeven dat de beoordeling plaatsvindt door middel van de waterkwaliteitsaanpak.
- De mengzone wordt gelimiteerd door het dwarsdoorsnede-criterium. Dit criterium zorgt voor limitering van het mengzone-volume, zowel lokaal als op watersysteemniveau, en de wateronttrekkingsverhouding.
- Bij het opstellen van de beoordelingssystematiek is rekening gehouden met Europese regelgeving. Concreet betekent dit dat het criterium voor opwarming direct aansluit op de Europese richtlijnen 78/659/EEG en 79/923/EEG.
- Voor het criterium “onttrekking” is vastgesteld dat deze essentieel is voor een adequate bescherming van het aquatische milieu, maar is tevens geconstateerd dat er nog onzekerheden zijn ten aanzien van de te hanteren maatlat bij een beoordeling. Uitgangspunt is dat significante effecten ten gevolge van onttrekking niet mogen optreden.

---

## 7.2 Aanbevelingen

De aanbevelingen zijn in de volgende punten opgesomd.

- De voorgestelde nieuwe beoordelingssystematiek voor warmtelozingen is een immissie-aanpak. De handhaving kan dan ook plaatsvinden door monitoring van de effecten in het oppervlaktewater. Deze wijze van handhaven is echter lastiger dan het handhaven van de warmte-emissie naar het oppervlaktewater. Indien voor deze laatste optie wordt gekozen is het noodzakelijk om de effecten van de warmte-emissie voor het oppervlaktewater te berekenen, waarbij de keuze van de te hanteren uitgangspunten essentieel is voor goed resultaat. In bijlage 6 is een voorstel opgenomen voor de te hanteren uitgangspunten.
- De effecten van inzuiging voor organismen zijn redelijk in beeld, maar wat deze effecten vervolgens betekenen voor het aquatische milieu op populatieniveau is nog onvoldoende in bekend. Ook de invloed van een mengzone op de migratiemogelijkheden van vissen in de praktijk nog weinig onderzocht. Aanvullend onderzoek op deze specifieke terreinen is nodig.
- Voorgesteld wordt om de beoordelingssystematiek bijvoorbeeld na ongeveer 5 jaar te evalueren, waarbij ook nieuwe inzichten uit de KRW moeten worden betrokken. Opedane ervaringen uit MER-studies waarbij afwegingen zijn gebaseerd op basis van de nu voorliggende beoordelingssystematiek kunnen hierbij een plaats krijgen. Op basis van deze informatie, aangevuld met informatie uit het KRW-traject, moet worden gestreefd naar verdere gebiedsgerichte (kwantitatieve) invulling van maatlatten. Tevens in de evaluatie meenemen welk criterium bepalend is.
- Wellicht is ook een evaluatie van de opgedane ervaringen met de nieuwe beoordelingssystematiek op kortere termijn, bijvoorbeeld na volgende zomer, zinvol.
- Aandacht voor de warmteproblematiek zowel nationaal en internationaal is noodzakelijk. Het onderwerp moet een plaats krijgen op de KRW- en IKSR-agenda.
- Per watersysteem of delen van watersysteem moet worden aangegeven of dit behoort tot "natuurlijk wateren", "sterk veranderde wateren" of "kunstmatige wateren", hetgeen van belang is voor de uiteindelijk te stellen normen.
- Per gebied moeten randvoorwaarden met betrekking tot de parameter temperatuur worden vastgesteld om te kunnen voldoen aan de Goede Ecologische Toestand (GET) of het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) uit de KRW.

- 
- Om dit te kunnen doen is internationale afstemming noodzakelijk. Om een goede naleving van randvoorwaarden voor temperatuur ook in Nederland te kunnen waarborgen en tot harmonisatie te kunnen komen van gebiedsgerichte normstelling is positionering van de warmteproblematiek vanuit Nederlands perspectief hierbij van groot belang
  - Om te kunnen evalueren is ook een goede monitoring van de problematiek noodzakelijk. Hierbij kan gedacht worden aan het (bij voorkeur on-line) monitoren van temperatuur en afvoer en het opzetten van meetcampagnes eventueel gecombineerd met het uitvoeren van IR-scans met behulp van vliegtuigen.

---

## 8 Literatuur

---

### Geraagpleegde literatuur :

Haddingh R.H., J.P.M. Janssen-Mommen, 2000. Inventarisatie gevoeligheid oppervlaktewateren voor warmtelozingen, KEMA rapport 500500786 KPS/MEC 00-6057.

Haddingh, R.H., Z. Jager, 2002. Comparison of fish impingement by a thermal power station with fish populations in the Ems Aestuary, *Journal of Fish Biology* 61 (supp A): 105-124.

Hartholt, J.G., Z. Jager, 2004. Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu, RIKZ xxxxx.

Heling, R., V. Maderich, V. Koshebutsky, 2003. Cooling Water Study, Optimisation of discharges on river and lake systems, NRG.

Hunik, R., G. Koopmans, 2003. Studie naar parameters voor verspreidingsmodellen van koelwater, KEMA rapport 50331042-KPS/TPE 03-1113.

Kerkum, F.C.M., A. bij de Vaate, D. Bijstra, B. de Jong, H.A. Jenner, 2004. Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu, RIZA xxxx.

Koops F.B.J., 1994. Koelwaterpluimen in rivieren en migrerende vis, Kema, rapportnr. 63529-KES/MAD 93-3001

Kuiper, P.J.C., H.A.J. Senhorst, 2002. Koelwater en klimaatverandering – een eerste verkenning -, RIZA werkdocument.

Stortelder, B.J.M., J.J. Wolff, 1996. klimaatverandering en de gevolgen voor het gebruik van koelwater, Kema, rapportnr. 64536-KES/DET 96-3219

Inventarisatie naar verbruik van actief chloor ten behoeve van conditionering van koelwater uitgevoerd in opdracht van FWVO (1998).

Wolters H, Aanvulling koelwater rapportage in het kader van de droogtestudie 2003, Riza 2004

Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling, IPPC 2000.

---

### Overige literatuur:

Ploumen, P.W. , 2004. Warmteoverdracht van koelwater naar lucht, KEMA rapport 50431003.CL 04P3.8.5

Ploumen, P.J., S.P.N. van Rijen, 2003. Invloed van de koelwatertemperatuur op vermogen en rendement voor een STEG-, kolengestookte en Combi-eenheid, KEMA rapport 50331044-KPS/TPE 03-1112.

Heling, R., V. Maderich, M. Morgunov, B. Janssen, 2003. Cooling Water Discharges in the Amsterdam-Rhine Canal, Evaluation of the impact on the aquatic environment by the 3D thermo-hydrodynamical model THREETOX, NRG.

Heling, R., V. Maderich, M. Morgunov, B. Janssen, 2004. Evaluation of the Gelderland-13 Power Plant, Modelling the cooling water in the Waal river near Nijmegen by THREETOX, KEMA 21207/04.57/969/P.

Boderie, P., L. Dardengo, 2003. Warmtelozing in oppervlaktewater en uitwisseling met de atmosfeer – een inventarisatie van rekenmethodieken en modellen-, Waterloopkundig Laboratorium Delft Hydraulics.

---

## Bijlage 1: Taakopdracht

### Inleiding

De problematiek van warme zomers heeft in de jaren '90 gezorgd voor de nodige problemen: door oplopende temperatuur van het oppervlaktewater tot boven 23 °C, konden bedrijven niet voldoen aan de in de vergunning opgenomen eisen en lokaal konden warmtelozingen aanleiding geven tot overschrijding van de MTR waarde (25 °C).

In het emissiebeleid geldt voor de parameter warmte de *waterkwaliteitsaanpak*: de toelaatbaarheid van lozingen en de te nemen maatregelen zijn afhankelijk van de nagestreefde milieukwaliteitsnormen. In de praktijk van vergunningverlening wordt voor de parameter warmte doorgaans de emissieaanpak gehanteerd, veelal gebaseerd op de ABK-richtlijnen. De ABK richtlijnen richten zich met name op de grote wateren. Een genuanceerde afweging tussen emissie enerzijds en de consequenties van de warmtelozing voor kwaliteit van het ontvangende watersysteem anderzijds om te komen tot eisen in de vergunning vindt doorgaans niet plaats.

In 1999 is door FWVO (Functionele Werkgroep Verontreiniging Oppervlaktewateren) een werkgroep in het leven geroepen die als taak heeft meegekregen: "Het aangeven van een voorkeursvolgorde in de inzet van elektriciteitscentrales ingeval van overschrijding van de koelwaternormen, rekeninghoudend met de gevoeligheid van het ontvangende oppervlaktewater voor deze warmtelozingen".

Om de 'waterkwaliteitsaanpak' voor warmte, zoals die verankerd is in het beleid, ook in de praktijk ten uitvoer te kunnen brengen is inzicht in de (locale) effecten van warmtelozingen op het ontvangende water noodzakelijk. Om dit op een adequate en uniforme wijze te kunnen doen is een *beoordelingssystematiek* nodig. Criteria die mogelijk in een dergelijke beoordelingssystematiek kunnen worden meegenomen zijn: beschikbare koelcapaciteit, de functietoekenning van het ontvangende watersysteem, visstand ter plaatse, het risico op insluiting in de koelwaterpluim en het risico op optreden van botulisme. Naast de directe lozingen van warmte zijn ook in de tijd variërende factoren als luchttemperatuur en zoninstraling en afkoeling van invloed op de temperatuur van oppervlaktewater.

Een dergelijke beoordelingssystematiek sluit goed aan bij de in juni 2000 door CIW vastgestelde emissie-immissie beoordelingssystematiek voor stoffen. De immissietoets geeft aan in hoeverre een lozing op basis van waterkwaliteitsaspecten ter plaatse al of niet toelaatbaar is. In dit instrument is géén module voor warmte opgenomen. Ondanks het feit dat de problematiek van warmtelozingen een wat andere benadering vraagt dan de lozing van individuele stoffen, lijkt uitbreiding van de CIW-beoordelingssystematiek met een module voor warmte zeer wel mogelijk.

---

Het onderbrengen van een module voor beoordeling van warmtelozingen in het CIW-emissie-immissie instrument heeft grote voordelen met betrekking tot uniformiteit, transparantie, acceptatie, toegankelijkheid en toepassingsmogelijkheden (zowel geschikt voor kleinere wateren (waterschappen) als grotere wateren).

Basisinformatie waarop op dit moment de CIW-nota zal zijn gebaseerd bestaat o.a. uit :

- taakopdracht van deze subwerkgroep
- beleid
- onderliggende stukken waarop het huidige beleid (ABK-richtlijnen) is gebaseerd
- basisinformatie waarop de MTR voor temperatuur voor verschillende biotopen is gebaseerd
- Kema-studie "inventarisatie gevoeligheid oppervlaktewateren voor warmtelozingen" (2000)
- Riza-nota 96.027 "warmte-emissies in Wvo-vergunningen : een handreiking voor vergunningverleners" (1996)
- Concept-Fwvo-nota "Warmtelozingen en gevoeligheid van oppervlaktewater" (2001)
- CIW-nota "Emissie-immissie – prioritering van bronnen en de immissietoets" (2000)
- Reference Document on the application of best Available Techniques to Industrial Cooling Systems (IPPC) (2000)
- Reeds ontwikkelde modellen voor de verspreiding van warmte in zoetwatersystemen en estuaria, fysische afkoelingsmodellen
- etc.etc.....

#### **Opzet en taak van de CIW subwerkgroep "beoordelingssystematiek warmtelozingen via koelwater"**

De taak van de CIW subwerkgroep bestaat uit het opstellen van een beoordelingssystematiek voor de warmtelozingen via koelwater. Op basis van informatie (*input*) met betrekking tot het ontvangende water (functietoekenning, afvoer, omvang (lengte breedte en diepte), zoet/zout , ecologische risico's (waaronder botulisme) , biotoop etc.), de warmtelozing (warmtevracht, lozingstemperatuur) en indien nodig informatie met betrekking tot in de nabijheid gelegen andere warmtelozingen op het ontvangende water, eventueel aangevuld met informatie met betrekking tot luchttemperatuur en zoninstraling, moet met behulp van de beoordelingssystematiek een afweging kunnen worden gemaakt ten aanzien van aanvaardbaarheid van de lozing.

De werkgroep zal een analyse maken van de beschikbare relevante literatuur met betrekking tot effecten van warmtelozingen, normgeving (inclusief onderbouwing hiervan) voor warmtelozingen en modellering van de verspreiding van de lozing van warmte op oppervlaktewater. In lijn met de opdracht zoals die door CIW is gegeven zal het beleid zoals is geformuleerd in NW4 in eerste instantie als vertrekpunt fungeren voor de werkgroep.

Indien de resultaten van de verkennende inventarisaties m.b.t. onderbouwing van het huidige koelwaterbeleid (ABK-richtlijnen en de

---

MTR-waarde voor temperatuur) resulteren in hiaten of leemtes in kennis zal dit ook aan CIW worden gemeld.

De werkgroep zal tevens voorstellen moeten doen voor een te hanteren modellering voor de verspreiding van warmte in oppervlaktewater en welke relevante criteria moeten worden meegenomen in de beoordelingssystematiek. Tevens zal een voorstel moeten worden gedaan voor de kwantitatieve invulling van deze criteria. Om inzicht te verschaffen in consequenties van bovengenoemde keuzes zal de werkgroep verschillende cases nader moeten uit werken, door voor verschillende waarden van deze criteria de cases door te rekenen. Vervolgens zal tezamen met deze voorbeelden een voorstel voor de hanteren modellering en criteria, inclusief de kwantitatieve invulling hiervan, ter beoordeling aan CIW IV moeten worden voorgelegd. Na goedkeuring van CIW IV kan vervolgens de beoordelingssystematiek worden opgesteld.

Met behulp van de beoordelingssystematiek moet de gevoeligheid van het ontvangende water voor de te beoordelen warmtelozing worden vastgesteld. Tevens moeten de resultaten uit de beoordelingssystematiek inzicht verschaffen in hoeverre onder (calimiteuze) omstandigheden (warme zomers) af kan worden geweken (indien nodig) van de 'normale' eisen zoals vastgelegd in de vergunning.

De beoordelingssystematiek zal gebruikt moeten worden als hulpmiddel bij het opstellen van vergunningen.

De resultaten van de beoordelingssystematiek zullen bepalend zijn voor de eisen (met betrekking tot koelcapaciteit, lozingstemperatuur en eventuele ruimte in temperatuureisen onder warme omstandigheden) op te nemen in de vergunning.

Hoe met de lozing van koelwater moest worden omgegaan bij electriciteitscentrales was tot voor kort geregeld in de het koelwaterprotocol tussen de Electriciteits-sector (SEP), Rijkswaterstaat en het Ministerie van Economische Zaken. Met de liberalisering van de energiesector en het wegvallen van SEP als vertegenwoordiger van de Electriciteitssector is ook de noodzaak ontstaan voor een nieuw koelwaterprotocol.

Na gereedkomen van de beoordelingssystematiek kan dit instrumentarium als basis dienen voor de opstelling van een nieuw koelwaterprotocol.

In het koelwaterprotocol zal onder verwijzing naar beleidsonderbouwende nota's, deze CIW-nota en de nog af te ronden FWVO-nota, worden opgenomen dat 'eventuele ruimte' in de temperatuureisen (onder calamiteuze omstandigheden) voor warmtelozers in een gebied, waaronder Electriciteitscentrales, is vastgelegd in de Wvo-vergunning.



---

### **Samenstelling van de subwerkgroep**

Voorzitter : Jelle Jelsma, Ministerie van V&W, Rijkswaterstaat  
directie Zuid Holland

Secretaris: Dju Bijstra, ministerie van V&W, Rijkswaterstaat (RIZA)

Leden : Dik Ludikhuize, ministerie van V&W, Rijkswaterstaat  
(RIZA) (tot 1 oktober 2003) ;  
Frans van Baardwijk (Unie van waterschappen) ;  
Lambert Paping (VNO/NCW en VEMW/NCC) ;  
Hans Butter (VNO/NCW en VEMW/NCC)  
Henk Jenner (E-sector);  
Bas de Jong, ministerie van V&W, Rijkswaterstaat  
(RIZA) (vanaf 1 oktober 2003)  
Bert Wilbrink - Ministerie van Economische Zaken  
(agendalid)

### **Resultaten**

Resultaten zullen worden vastgelegd in een CIW nota. Indien daartoe  
aanleiding is kan tussentijds een tussenrapportage worden opgesteld.

### ABK-richtlijnen

Op hoofdlijnen bestaan de ABK-richtlijnen uit de volgende punten.

1. De temperatuur van het koelwater in het koelsysteem mag maximaal 30°C bedragen.
2. In de zomer mag het temperatuurverschil tussen ingenomen en geloosd koelwater maximaal 7°C bedragen, met dien verstande dat wanneer de inlaattemperatuur groter is dan 23°C de temperatuursprong kleiner dan 7°C moet zijn vanwege de bij 1 genoemde richtlijn. Voor zeecentrales koelend op brak en zout water geldt in de zomer een temperatuurverschil van maximaal 10°C. In de winter mag het temperatuurverschil tussen ingenomen en geloosd koelwater niet meer bedragen dan 15°C bij een inlaattemperatuur van 0°C. Tussen de zomer- en wintersituatie is een geleidelijke overgang mogelijk. De details van deze overgang kunnen per centrale worden geregeld.
3. De totale omvang van de warmtelozing dient gerelateerd te zijn aan de spreiding in en omvang van het ontvangende water. De totale belastbaarheid van het ontvangende water met warmte is afhankelijk van de 'koeltechnische' eigenschappen van het water en de toelaatbare gemiddelde temperatuurverhoging.
  - *Rivieren*. Voor rivieren is als waterkwaliteitsgrenswaarde gesteld: "De temperatuurverhoging boven de natuurlijke temperatuur gemiddeld over het dwarsprofiel van de rivier mag niet meer bedragen dan 3°C bij lage afvoeren." De natuurlijke temperatuur wordt gedefinieerd als de achtergrondtemperatuur die ter plaatse heerst bij afwezigheid van de warmtelozing(en). Met lage afvoeren wordt doorgaans bedoeld de afgesproken maatgevende lage afvoeren.
  - *Getijderivieren*. Maximaal 3°C opwarming boven de natuurlijke temperatuur gemiddeld over het dwarsprofiel van de rivier, direct na de uitlaat van de centrale, gemiddeld over een getijdenperiode.
  - *Grote meren*. Geen concrete richtlijn. Gestreefd dient te worden naar één richtlijn op basis van de relatie tussen opgesteld vermogen en het meeroppervlak. Hiervan kan worden afgeweken als de resultaten van studies naar plaatselijke effecten daar aanleiding toe geven.
  - *Kleine meren, koelcircuits, grindgaten*. Een klein meer of koelcircuit wordt gezien als het meest kwetsbare oppervlaktewater. Waar een andere wijze van koeling c.q. een andere vestigingsplaats mogelijk is, is dit vanuit waterkwaliteitsoogpunt zeker aan te bevelen. Ten aanzien van grindgaten is gebleken dat het stellen van een dergelijke norm niet zinvol is.

- 
- *Kanalen*. Richtlijn voor Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal: "De grootte van het gebied waarbinnen meer dan 3 °C opwarming optreedt wordt begrensd tot 20% van het betreffende kanaaloppervlak in die voege dat het genoemde gebied zodanig wordt verdeeld dat per bestaande lokatie (2 centrales langs elk der 2 kanalen) maximaal 10% van het betreffende kanaaloppervlak met meer dan 3 °C mag worden opgewarmd." Ten aanzien van andere kanalen wordt soms aansluiting gezocht bij deze richtlijn.
  - *Hollandsch Diep*. Richtlijn: "Een temperatuurverhoging van maximaal 1 °C ter plaatse van de overgang van de noordelijke ondiepe oeverzone naar het open water. De oppervlakte van het gebied dat een temperatuurverhoging van 3 °C of meer boven de natuurlijke temperatuur mag ondergaan wordt in eerste instantie beperkt tot 2,5 km<sup>2</sup>."

---

## Bijlage 3 Noodzaak van criterium voor opwarming en mengzone

---

### Inleiding

Waarom toetsen aan mengzone (en de wateronttrekkingsverhouding in geval van watersystemen met paaifunctie) en aanvullend hierop ook aan opwarming? Is het niet mogelijk om te volstaan met minder toetsingscriteria? De aanleiding voor deze vraag ligt voor de hand, namelijk het realiseren van een zo eenvoudig mogelijke beoordelingssystematiek voor warmtelozingen. Daarbij dient een keuze voor het weglaten van een parameter niet te resulteren in minder waarborgen voor de bescherming van het ecosysteem. De beantwoording van de vragen is echter niet eenvoudig, omdat talloze combinaties van warmtelozingen en ontvangend oppervlaktewater denkbaar zijn. Daarom is gekozen om te zoeken naar realistische voorbeelden waarmee de volgende stelling is te falsificeren: "Het weglaten van een toetsingsparameter heeft géén nadelige gevolgen voor de bescherming voor het ecosysteem".

### Berekeningswijze

Voor de wateronttrekkingsverhouding zijn formules gehanteerd zoals beschreven in bijlage 5 en voor de "natte dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ °C}$ )" als begrenzer voor de mengzone zijn formules gehanteerd zoals beschreven in bijlage 4. Voor opwarming is uitgegaan van volledige menging direct na lozing en rekening gehouden met afkoeling naar de lucht. Er is gerekend met een warmteoverdrachtscoëfficiënt van  $40\text{ W/m}^2$ . Opwarming wordt gegeven door de volgende relatie:

$$\Delta T_x = P / (Q_v \cdot \rho \cdot c_p) \cdot \exp(-k \cdot B \cdot x / (Q_v \cdot \rho \cdot c_p))$$

$P$  = warmtevracht (W);  $Q_v$  = afvoer watersysteem ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  
 $\rho$  = dichtheid water ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  $c_p$  = soortelijke warmte ( $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{°C}$ );  
 $B$  = breedte watersysteem (m);  $x$  afstand tot het lozingspunt (m)  
 $K$  = warmteoverdrachtscoëfficiënt ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{°C}$ )

De mengzones ( $T > 30\text{ °C}$ ) die ontstaan als gevolg van warmtelozingen mogen géén significante reductie van de habitat op watersysteem-niveau met zich meebrengen. Het volume van de mengzone ( $T > 30\text{ °C}$ ) is *indicatief* ingeschat op basis van de gevonden resultaten van "Cooling Water Study – optimilisation of discharges on river and lake systems", uitgevoerd door NRG in 2003. Voor een rechtlijnig watersysteem met een afvoer van  $400\text{ m}^3/\text{s}$ , een breedte van 100 m, een diepte van 4 m, een achtergrond-temperatuur van  $23\text{ °C}$  en een warmtelozing ter grootte van 1260 MW met een lozingstemperatuur van  $38\text{ °C}$  komt het volume van de mengzone ( $T > 30\text{ °C}$ ) uit op 9000  $\text{m}^3$ . De maximale natte dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ °C}$ ) bedraagt in dat geval 10,7 %. Aangenomen is dat het mengzonevolume ( $T > 30\text{ °C}$ ) evenredig is met de "natte dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ °C}$ )" en de dimensies van het watersysteem (de totale natte dwarsdoorsnede van het watersysteem). De natte dwarsdoorsnede wordt gegeven door de relatie :

---

$$A\text{-dwars}(\%) = Q_{\text{loz}}/Q_{\text{afv}} * ((T_{\text{loz}}-30)/(30-T_a) + 1) \text{ (zie bijlage 4)}$$

In het eerdere voorbeeld met een mengzonevolume ( $T > 30\text{ }^\circ\text{C}$ ) ter grootte van  $9000\text{ m}^3$  was sprake van een watersysteem met een breedte van  $100\text{ m}$  en een diepte van  $4\text{ m}$ , resulterend in een totale dwarsdoorsnede (A-dwars-tot) ter grootte van  $400\text{ m}^2$ . Onder de aanname dat het mengzonevolume evenredig is met A-dwars ( $T > 30\text{ }^\circ\text{C}$ ) en de totale natte dwarsdoorsnede van het watersysteem wordt het mengzonevolume gegeven door de volgende relatie :

Mengzonevolume =  $f * A\text{-dwars} (T > 30\text{ }^\circ\text{C}) * A_{\text{dwars-tot}}/400$   
Met  $A_{\text{dwars-tot}} = B * d_{\text{gem}}$  (=gemiddelde diepte) ofwel

$$\text{Mengzonevolume} = f'' * A\text{-dwars} (T > 30\text{ }^\circ\text{C}) * B * d_{\text{gem}}$$

(met  $f'' = 9000/0,107/400 = 210,3$ )

### **Uitgangspunten voor berekening**

Om bovenstaande vraagstelling te beantwoorden zijn voor een rechtlijnig watersysteem met een vaste afvoer van  $400\text{ m}^3/\text{s}$  en een achtergrondtemperatuur van  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , met een zestal warmtelozingen van gelijke omvang gelegen op onderlinge afstand van  $20\text{ km}$ , een drietal situaties uitgewerkt. Door het jaar heen kunnen koelwaterdebieten en bijbehorende  $\Delta T$  over het koelsysteem, de afvoer en achtergrondtemperatuur van het watersysteem variëren. De situatie is door-gerekend voor een drietal waarden van  $\Delta T$ -koelsysteem te weten:  $7$ ,  $10$  en  $15\text{ }^\circ\text{C}$ , uitgaande van een vaste wateronttrekkingsverhouding per lozer van  $0,11$  en  $0,5$  op watersysteemniveau (zie formules bijlage 5).

Vervolgens is bekeken hoe de mengzone (% dwarsdoorsnede) zich verhoudt tot de maximale opwarming in het ontvangende water en het mengzonevolume ( $T > 30\text{ }^\circ\text{C}$ ) op watersysteemniveau.

Om na te gaan in hoeverre een geringere afvoer en hogere wateronttrekkingsverhouding hierop van invloed zijn is ook een voorbeeld uitgewerkt met een afvoer van  $50\text{ m}^3/\text{s}$  en een wateronttrekkingsverhouding van  $20\%$ .

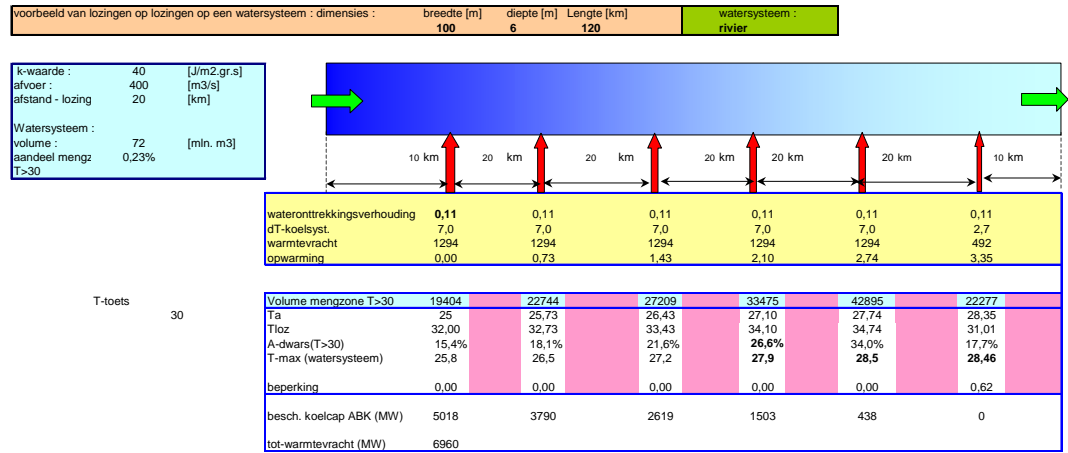
Ook is nog een voorbeeld uitgewerkt voor een watersysteem van geringere omvang en lozingen op een geringe onderlinge afstand van  $2\text{ km}$ .

### **Resultaten berekening**

In de navolgende figuren zijn de resultaten voor de verschillende situaties weergegeven. Limiterende criteria zijn vet afgedrukt.

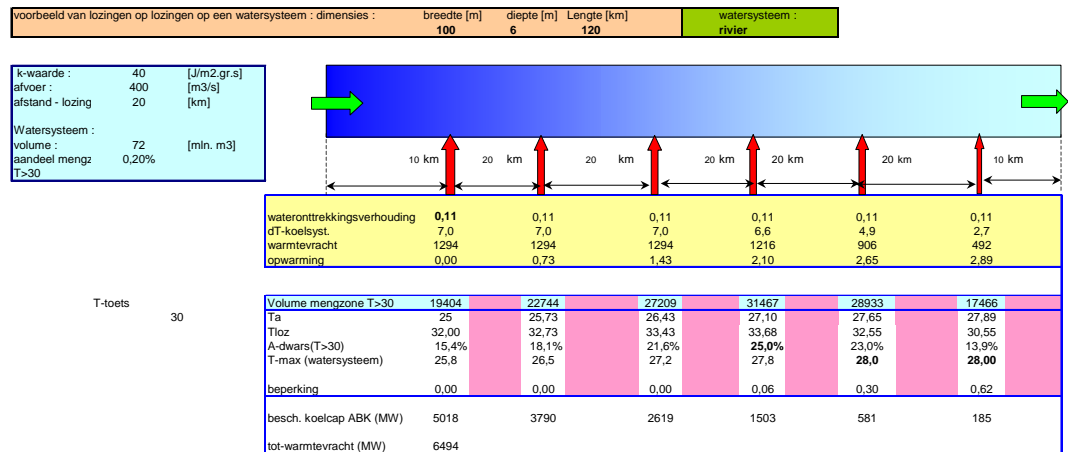
Fig. B3.1

Relatie tussen opwarming en mengzone (% dwarsdoorsnede), mengzone-volume ( $T > 30^\circ\text{C}$ ) uitgaande van een constante onttrekking en een  $\Delta T$ -koelsysteem van  $7^\circ\text{C}$  zonder beperkingen.



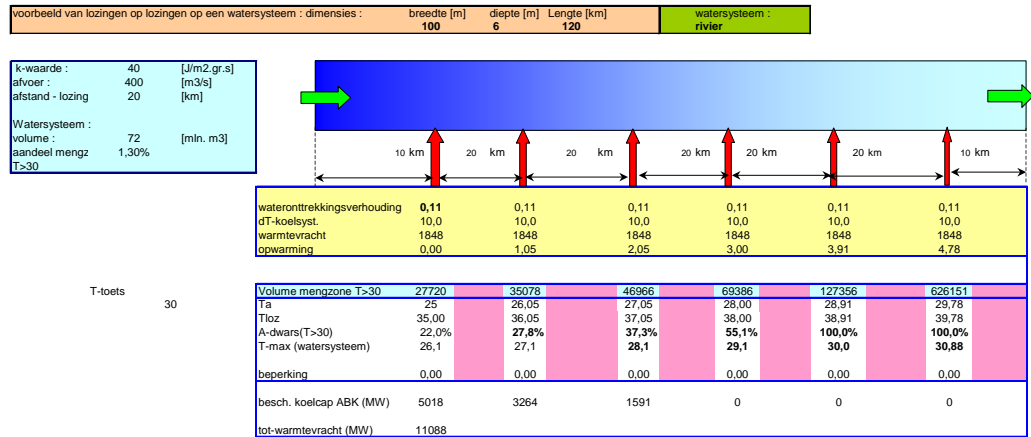
Figuur B3.2

Relatie tussen opwarming en mengzone (% dwarsdoorsnede), mengzone-volume ( $T > 30^\circ\text{C}$ ) uitgaande van een constante onttrekking en een  $\Delta T$ -koelsysteem van  $7^\circ\text{C}$  en hantering van criteria voor dwarsdoorsnede en opwarming



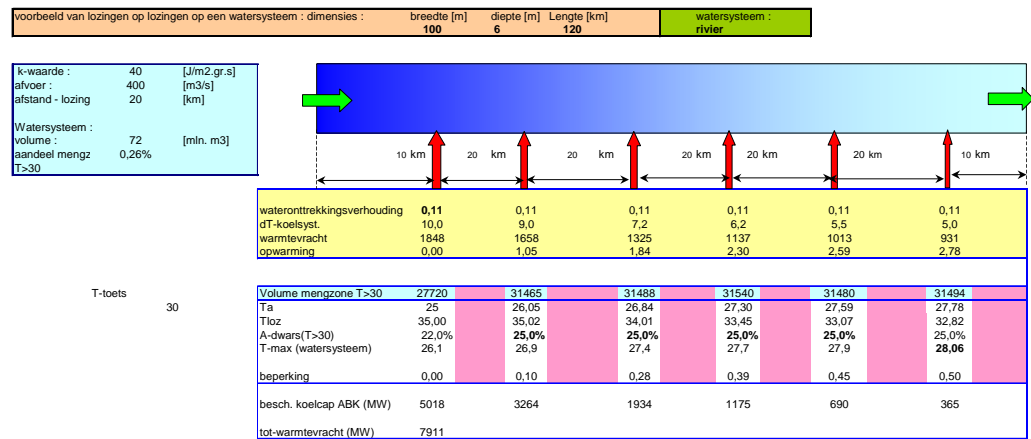
.....  
 Figuur B3.3

Relatie tussen op-  
 warming en  
 mengzone (%  
 dwarsdoorsnede),  
 mengzone-volume  
 ( $T > 30^{\circ}\text{C}$ ) uitgaande  
 van een constan-  
 te onttrekking  
 en een  $\Delta T$ -koel-  
 systeem van  $10^{\circ}\text{C}$   
 zonder  
 beperkingen



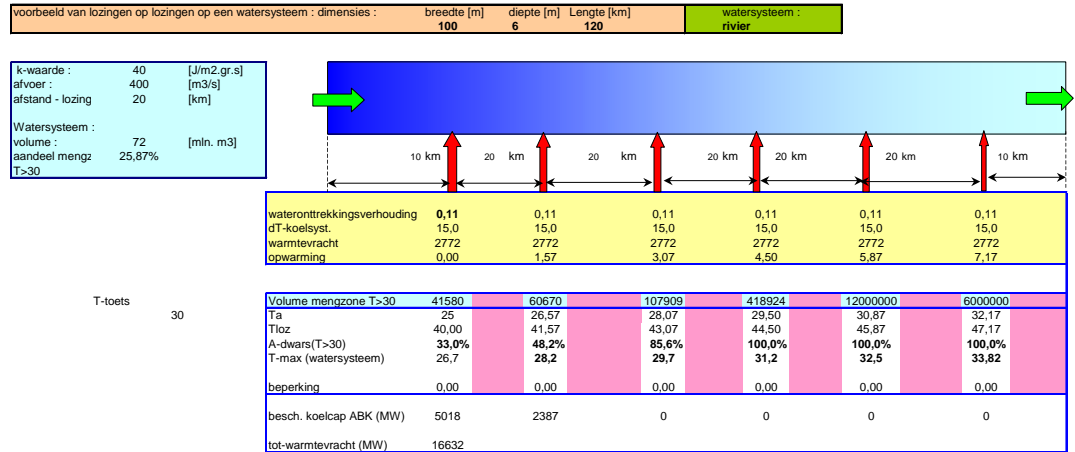
.....  
 Figuur B3.4

Relatie tussen op-  
 warming en  
 mengzone (%  
 dwarsdoorsnede),  
 mengzone-volume  
 ( $T > 30^{\circ}\text{C}$ ) uitgaande  
 van een constan-  
 te onttrekking en een  
 $\Delta T$ -koelsysteem van  
 $10^{\circ}\text{C}$  en naleving van  
 criteria voor opwar-  
 ming en natte dwars-  
 doorsnede



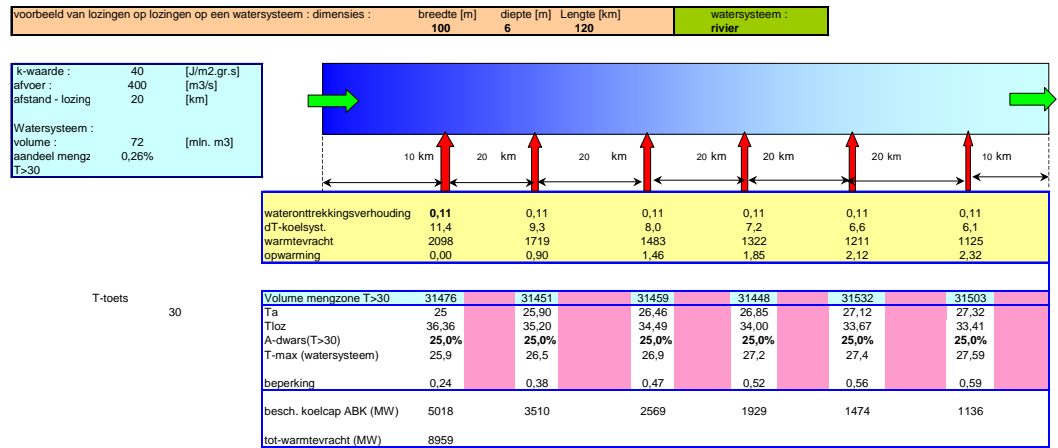
.....  
 Figuur B3.5

Relatie tussen op-  
 warming en mengzone  
 (% dwarsdoorsnede),  
 mengzone-volume  
 ( $T > 30^\circ\text{C}$ ) uitgaande  
 van een constante  
 onttrekking en een  $\Delta T$ -  
 koelsysteem van  $15^\circ\text{C}$   
 zonder beperkingen



.....  
 Figuur B3.6

Relatie tussen op-  
 warming en  
 mengzone (%  
 dwarsdoorsnede),  
 mengzone-volume  
 ( $T > 30^\circ\text{C}$ ) uitgaande  
 van een constante  
 onttrekking en een  
 $\Delta T$ -koelsysteem van  
 $15^\circ\text{C}$  en naleving  
 van criteria voor  
 opwarming en natte  
 dwars-doorsnede





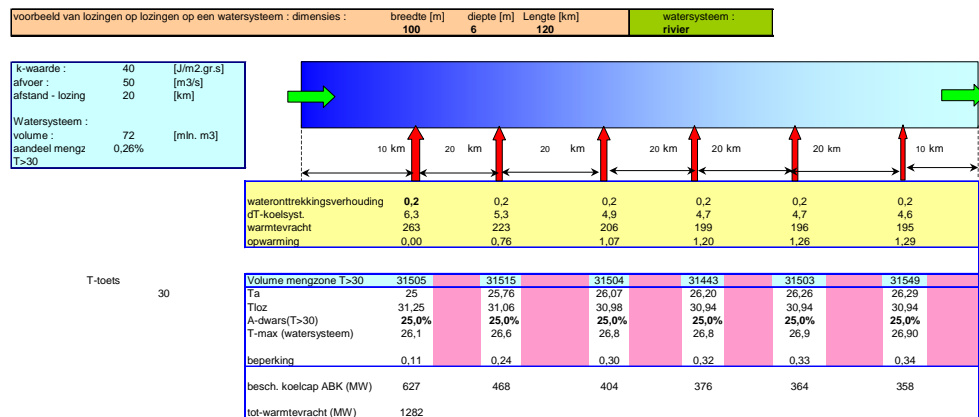
Wanneer invulling wordt gegeven aan de criteria voor opwarming en de "natte dwarsdoorsnede" blijkt dat het mengzone-criterium (dwarsdoorsnede) het eerst wordt overschreden en vervolgens het criterium voor opwarming. Echter op het moment dat het criterium voor opwarming wordt overschreden is dit ook het meest limiterende criterium, het criterium voor de dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ °C}$ )  $< 25\%$  is niet voldoende om ervoor te zorgen dat ook aan het criterium voor opwarming wordt voldaan. Beide criteria zijn nodig om ervoor te zorgen dat het volume van de mengzone beperkt blijft en wordt voldaan aan geldende criteria voor de opwarming van het watersysteem (viswaterrichtlijn 78/659/EEG).

Indien géén beperkingen voor opwarming of mengzone worden gehanteerd kan het mengzonevolume bij een  $\Delta T$ -koelsysteem van  $15\text{ °C}$  en dus een hoge warmtevracht per lozer oplopen tot  $25\%$  op watersysteemniveau. Hantering van criteria voor dwarsdoorsnede en opwarming leidt tot een vergaande beperking van het mengzonevolume ( $T > 30\text{ °C}$ ). Dit blijft dan beperkt blijft ca. tot  $0,2\text{--}0,3\%$  op watersysteemniveau, hetgeen als zeer beperkt kan worden aangemerkt.

In de besproken voorbeelden was sprake van watersysteem met een grote afvoer en een relatief geringe wateronttrekkingsverhouding. In het navolgende voorbeeld is eveneens een situatie uitgewerkt voor een watersysteem met een geringere afvoer ter grootte van  $50\text{ m}^3/\text{s}$  en een wateronttrekkingsverhouding van  $0,2$  per lozer.

Figuur B3.7

Relatie tussen opwarming en mengzone (% dwarsdoorsnede), mengzone-volume ( $T > 30\text{ °C}$ ) voor een watersysteem met geringe afvoer uitgaande van een constante onttrekking en een  $\Delta T$ -koelsysteem van  $7\text{ °C}$ .



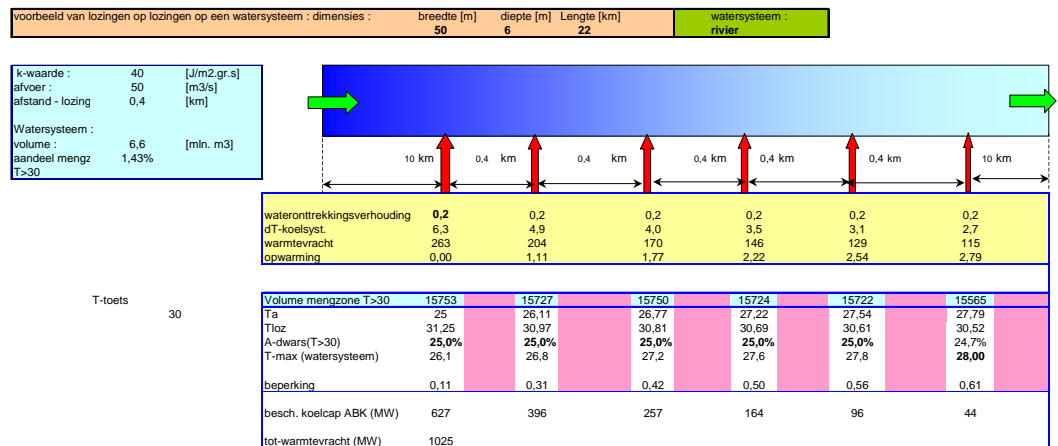
In dit voorbeeld is het mengzonecriterium limiterend. Doordat de mengzone(dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ °C}$ )  $< 25\%$ ) eerder beperkend wordt ten gevolge van een kleinere afvoer neemt het mengzonevolume op watersysteemniveau weliswaar toe maar blijft beperkt tot minder dan  $0,26\%$ . Ook valt op dat bij een wateronttrekkingsverhouding van  $20\%$  het mengzone(dwarsdoorsnede) criterium in alle gevallen limiterend is en indien de  $\Delta T$ -koelsysteem op  $7\text{ °C}$  wordt gefixeerd zal het mengzone(dwarsdoorsnede)-criterium dus ook limiterend zijn voor de wateronttrekking.

Om inzicht te verkrijgen in hoeverre spreiding van lozingen en de omvang van het watersysteem van invloed zijn op het beeld is ook een

voorbeeld uitgewerkt met lozingen op geringe afstand van elkaar en een watersysteem van geringere omvang (lengte 22 km).

Figuur B3.8

Relatie tussen opwarming en mengzone (% dwarsdoorsnede), mengzone-volume ( $T > 30^\circ\text{C}$ ) voor een gering watersysteem en lozers op geringe onderlinge afstand uitgaande van een constante onttrekking en een  $\Delta T$ -koelsysteem van  $7^\circ\text{C}$



Voor een watersysteem van kleinere omvang met lozers op geringe afstand van elkaar is ook opwarming van belang. Het relatieve mengzonevolume op watersysteemniveau is weliswaar groter dan voor watersystemen van grotere omvang, maar toch nog gering (max. 1,5 %) op watersysteemniveau.

Samenvattend kan worden gesteld dat de achtergrondtemperatuur ( $T_a$ ) en warmtevracht uiteindelijk bepalend zijn of de overall opwarming van het watersysteem of de mengzone (% van dwarsdoorsnede) limiterend is.

Gezien het feit dat de achtergrondtemperatuur ( $T_a$ ) per watersysteem kan verschillen evenals de te lozen warmtevracht betekent dit dat opwarming aanvullend op de parameter mengzone als parameter moet worden meegenomen in de systematiek.

Op deze wijze wordt bovendien een transparante koppeling met EG-viswater-richtlijn gewaarborgd. Daarnaast mag onttrekking van koelwater géén aanleiding geven tot significante effecten (op populatieniveau) voor het watersysteem.

De combinatie van het "dwarsdoorsnede criterium" en het criterium voor opwarming zorgen ervoor dat het mengzonevolume ( $T > 30^\circ\text{C}$ ) op watersysteemniveau (zeer) beperkt blijft.



---

## Bijlage 4 Toetsing mengzone

---

### Inleiding

De mengzone is een beperkte zone rond het lozingspunt waar het geloosde koelwater zich in beperkte mate mengt met oppervlaktewater. Indien in de mengzone strikt wordt vastgehouden aan de realisatie van de waterkwaliteitsdoelstellingen leidt dit er toe dat de eisen die aan een emissie worden gesteld op het niveau van de waterkwaliteitsdoelstellingen moeten liggen. In het tweede IMP-water is al aangegeven dat in de mengzone rond een lozingspunt de waterkwaliteitsdoelstelling niet geldt. Voor warmtelozingen is gekozen voor een maximaal percentage van de natte dwarsdoorsnede en een maximum volume waar de temperatuur hoger is dan het ER. Met eenvoudige formules is voor het criterium ten aanzien van de natte dwarsdoorsnede een inschatting te maken. Deze inschatting is in deze bijlage uitgewerkt voor een 19-tal warmtelozers.

### Berekeningswijze

De mengzone-toets is gebaseerd op menging van het geloosde koelwater met het ontvangende oppervlaktewater tot een temperatuur die gelijk is aan het ER. Daarbij is uitgegaan van een volledige menging in de mengzone, waardoor het een worst-case inschatting van de omvang van de mengzone betreft. In de toetsingsmethode is in deze bijlage geen onderscheid gemaakt tussen stromende en stagnerende wateren.

$$\text{Mengzone} = Q_{\text{koelwater}} / Q_{\text{afvoer}} * \left( 1 + \frac{(T_{\text{loz}} - \text{ER})}{(\text{ER} - T_{\text{achtergrond}})} \right)$$

De formule geeft aan welk deel van dwarsdoorsnede van het watersysteem overeenkomt met een temperatuur groter of gelijk aan 30 °C. Om de methode te illustreren is het volgende voorbeeld opgenomen. Stel een bedrijf loost 10 m<sup>3</sup>/s met een temperatuur van 35 °C op een rivier met een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s en een temperatuur van 25 °C. In deze situatie is dan 10 m<sup>3</sup>/s van 25 °C nodig om 10 m<sup>3</sup>/s van 35 °C door volledig menging op een temperatuur van 30 °C te brengen. De mengzone is dan 20% van de natte dwarsdoorsnede. Of volgens de formule:

$$\text{Mengzone} = 10 / 100 * (1 + (35 - 30)/(30 - 25)) = 0,2$$

Een lozing op stagnerend water leidt dus automatisch tot een maximale lozingstemperatuur van 30 °C. Voor meren, die als (semi)stagnerend worden beschouwd, zal bij lozing boven een temperatuur van 30 °C bij toepassing van de mengzonetoets de mengzoneverhouding vrijwel altijd resulteren in een waarde groter dan 1, daar de stroming ter

---

plaatse nagenoeg alleen wordt beïnvloed door de lozingsdebiet zelf ( $Q_{loz}/Q_{afv} \geq 1$ ).

De beschreven toetsingsmethode is een eenvoudige benadering voor het bepalen van de omvang van de mengzone. Uiteraard zijn er ook meer geavanceerde methoden beschikbaar, zoals 3D berekeningen, waarmee een scherper beeld van de omvang van de mengzone kan worden bepaald. Deze informatie kan dan worden gebruikt voor de toetsing.

### **Uitgangspunten voor berekening**

Om de berekening te kunnen uitvoeren zijn gegevens nodig van enerzijds het watersysteem en anderzijds de warmtelozers. De gegevens van het watersysteem zijn uit DONAR gehaald en omvatten:

- Afvoer voor een 95-percentiel situatie. Dit betekent dat gedurende 95% van de tijd de afvoer hoger is dan de gehanteerde waarde;
- Afvoer voor een 98-percentiel situatie. Dit betekent dat gedurende 98% van de tijd de afvoer hoger is dan de gehanteerde waarde;
- Afvoer voor een 99-percentiel situatie. Dit betekent dat gedurende 99% van de tijd de afvoer hoger is dan de gehanteerde waarde.

De gegevens van de warmtelozers zijn verkregen via de Regionale Directies van RWS en omvat:

- Vergunde warmtevracht bij een opwarming over koelsysteem van 7 °C.

De vergunde warmtevracht is vervolgens omgerekend naar een lozingsdebiet. Dit lozingsdebiet is in de berekeningen constant gehouden, waarbij is gevarieerd in de lozingstemperaturen. Voor de lozingstemperatuur is 31, 32 en 33 °C genomen. De achtergrondtemperatuur van het oppervlaktewater is constant gehouden op 25 °C. Dit betekent dat in de berekeningen een grotere warmtevracht wordt geloosd dan nu is toegestaan! Immers in de huidige situatie dient de lozingstemperatuur aan een maximum van 30 °C te voldoen.

### **Resultaten berekening**

De resultaten zijn gepresenteerd in drie tabellen. In de tabellen is het volgende opgenomen.

- Lozingsdebiet;
- Watersysteem en watersysteemtype;
- Afvoer ter plaatse van lozing;
- Percentage dat mengzone vormt van de natte dwarsdoorsnede van het oppervlaktewater uitgaande van lozingstemperaturen van resp. 31, 32 en 33 °C.

Ter illustratie is de lozing van de Amercentrale op de Amer als voorbeeld uitgaande van de 95-percentiel afvoer, uitgewerkt.

$Q_{loz} = 59,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ; afvoer =  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ; ER= 30 °C;  $T_{loz} = 31 \text{ °C}$ ;  $T_a = 25 \text{ °C}$

$$\text{mengzone} = 59,2/50 * (1 + (31-30)/(30-25)) = 1,42$$

Dit betekent dat de mengzone 142% bedraagt van de natte dwarsdoorsnede. Kortom de gehele dwarsdoorsnede zal worden opgewarmd tot boven de 30 °C.

SCENARIO : mengzone(dwarsdoorsnede) afvoer : 95-perc						Mengzone(dwarsdoorsnede)		
bedrijf	debiet	watersysteem	type	afvoer [m3/s]	volumen WS [mln. m3]	Mengzone		
						lozing debiet [m3/s] 1)	percentage mengzone t.o.v. natte dwarsdoorsnede	
						T-loz [°C] :		
						33	32	31
Lage weide	17,7	ARK	kanaal	15	58	>100%	>100%	>100%
Merwedehaven	12,1	ARK	kanaal	15	58	>100%	89%	72%
Hemweg	31,9	NZK	kanaal	45	282	93%	79%	65%
Velsen	37,0	NZK	kanaal	45	282	>100%	90%	74%
Harculo	10,2	IJssel	rivieren	320	80	4%	4%	3%
nijmegen	27,0	Waal	rivieren	1300	160	3%	2%	2%
Galleistraat	5,3	Keilehaven/Nieuwe Maas	rivieren	250	16	3%	2%	2%
Roca	0,1	Hollandse IJssel	rivieren	11	5	0%	0%	0%
Amer	59,2	Amer	rivieren	50	100	>100%	>100%	>100%
Moerdijk	11,0	Hollandsch Diep 1)	rivieren	300	240	5%	4%	3%
Claus	23,8	Maas	rivieren	50	60	62%	52%	43%
Willem-Alexander	9,4	Maas	rivieren	50	60	24%	21%	17%
Eemshaven	37,1	Waddenzee 2)	kustwateren		nvt			
IJmond	4,8	Noordzee	kustwateren		nvt			
Maasvlakte	43,4	Noordzee	kustwateren		nvt			
Borssele	29,1	Westerschelde 2)	kustwateren	20000	nvt			
Bergum	14,0	Bergumermeer	meren	3	2,43	>100%	>100%	>100%
Flevo	15,6	IJsselmeer	meren	320	15000	4%	3%	2%
Shell Moerdijk	31,0	Hollandsch Diep 1)	rivieren	300	240	13%	11%	9%

SCENARIO : mengzone(dwarsdoorsnede) afvoer : 98-perc						Mengzone(dwarsdoorsnede)		
bedrijf	debiet	watersysteem	type	afvoer [m3/s]	volumen WS [mln. m3]	Mengzone		
						lozing debiet [m3/s] 1)	percentage mengzone t.o.v. natte dwarsdoorsnede	
						T-loz [°C] :		
						33	32	31
Lage weide	17,7	ARK	kanaal	14	58	>100%	>100%	>100%
Merwedehaven	12,1	ARK	kanaal	14	58	>100%	95%	78%
Hemweg	31,9	NZK	kanaal	40	282	>100%	89%	73%
Velsen	37,0	NZK	kanaal	40	282	>100%	>100%	83%
Harculo	10,2	IJssel	rivieren	310	80	4%	4%	3%
nijmegen	27,0	Waal	rivieren	1250	160	3%	2%	2%
Galleistraat	5,3	Keilehaven/Nieuwe Maas	rivieren	210	16	3%	3%	2%
Roca	0,1	Hollandse IJssel	rivieren	10	5	0%	0%	0%
Amer	59,2	Amer	rivieren	31	100	>100%	>100%	>100%
Moerdijk	11,0	Hollandsch Diep 1)	rivieren	250	240	6%	5%	4%
Claus	23,8	Maas	rivieren	30	60	>100%	87%	71%
Willem-Alexander	9,4	Maas	rivieren	30	60	41%	34%	28%
Eemshaven	37,1	Waddenzee 2)	kustwateren		nvt			
IJmond	4,8	Noordzee	kustwateren		nvt			
Maasvlakte	43,4	Noordzee	kustwateren		nvt			
Borssele	29,1	Westerschelde 2)	kustwateren	20000	nvt			
Bergum	14,0	Bergumermeer	meren	1	2,43	>100%	>100%	>100%
Flevo	15,6	IJsselmeer	meren	310	15000	4%	3%	2%
Shell Moerdijk	31,0	Hollandsch Diep 1)	rivieren	250	240	16%	14%	11%

SCENARIO : mengzone(dwarsdoorsnede) afvoer : 99-perc						Mengzone(dwarsdoorsnede)		
bedrijf	debiet	watersysteem	type	afvoer [m3/s]	volume WS	Mengzone		
						lozing debiet [m3/s] 1)	percentage mengzone t.o.v. natte dwarsdoorsnede	
						T-loz [°C] :		
						33	32	31
Lage weide	17,7	ARK	kanaal	13	58	>100%	>100%	>100%
Merwedehaven	12,1	ARK	kanaal	13	58	>100%	>100%	84%
Hemweg	31,9	NZK	kanaal	32	282	>100%	>100%	91%
Velsen	37,0	NZK	kanaal	32	282	>100%	>100%	>100%
Harculo	10,2	IJssel	rivieren	300	80	4%	4%	3%
nijmegen	27,0	Waal	rivieren	1200	160	3%	2%	2%
Galileistraat	5,3	Keilehaven/Nieuwe Maas	rivieren	180	16	4%	3%	3%
Roca	0,1	Hollandse IJssel	rivieren	9	5	1%	0%	0%
Amer	59,2	Amer	rivieren	23	100	>100%	>100%	>100%
Moerdijk	11,0	Hollandsch Diep 1)	rivieren	200	240	7%	6%	5%
Claus	23,8	Maas	rivieren	20	60	>100%	>100%	>100%
Willem-Alexander	9,4	Maas	rivieren	20	60	61%	51%	42%
Eemshaven	37,1	Waddenzee 2)	kustwateren		nvt			
IJmond	4,8	Noordzee	kustwateren		nvt			
Maasvlakte	43,4	Noordzee	kustwateren		nvt			
Borssele	29,1	Westerschelde 2)	kustwateren	20000	nvt			
Bergum	14,0	Bergumermeer	meren	1	2,43	>100%	>100%	>100%
Flevo	15,6	IJsselmeer	meren	300	15000	4%	3%	2%
Shell Moerdijk	31,0	Hollandsch Diep 1)	rivieren	200	240	20%	17%	14%

De mengzone (dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ °C}$ )) hangt af van  $T_a$ , de lozingstemperatuur, het lozingsdebiet en met name de afvoer van het ontvangende watersysteem. Als de afvoer toeneemt zal ook de dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ °C}$ ) ten gevolge van de wateronttrekkingsverhouding afnemen en veelal ook  $T_a$  indien meerdere lozers van invloed zijn op de lokale oppervlaktewatertemperatuur. Als consequentie zal dan bij hogere afvoer de mengzone (dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ °C}$ )) meer dan evenredig afnemen. Met andere woorden afvoer is van grote invloed op de omvang van de mengzone. Daar waar afvoer is te regelen (waterverdeling) door beheerder kunnen keuzes/afwegingen in deze van invloed zijn op de beschikbare koelcapaciteit en dus het beschikbare vermogen van een electriciteitscentrale.

---

## Bijlage 5 Onttrekking in relatie tot oppervlaktewater

---

### Inleiding

De onttrekking van oppervlaktewater ten behoeve van koeling moet gericht zijn op het beperken van de schade aan organismen. Primair geldt de insteek van voorkomen van inzuiging door de intreklocatie niet te situeren in paaigebieden en opgroeigebied voor juveniele vis. Significante effecten (op populatieniveau) mogen niet optreden. Om gevoel te krijgen voor de omvang van de onttrekking in relatie tot het oppervlaktewater zijn indicatieve berekeningen gemaakt.

### Berekeningswijze

Een ruwe indicatie op de kans op inzuiging wordt verkregen door de wateronttrekkingsverhouding, ook wel wateronttrekkingsverhouding genaamd. De wateronttrekkingsverhouding is de verhouding tussen de hoeveelheid koelwater in relatie tot het oppervlaktewater waaruit het wordt onttrokken. Daarbij is onderscheid gemaakt naar stromende en

$$Wov_{\text{stromende waterern}} = Q_{\text{-koelwater}} [\text{m}^3/\text{s}] / Q_{\text{-afvoer}} [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$Wov_{\text{(semi)stagnante wateren}} = \frac{90 * 3600 * 24 * Q_{\text{-koelwater}} [\text{m}^3/\text{s}]}{(90 * 3600 * 24 * Q_{\text{-afvoer}} [\text{m}^3/\text{s}] + \text{Volume van watersysteem} [\text{m}^3])}$$

$$Wov_{\text{(meren)}} = \text{opp} (v > 0,015) / \text{opp}_{\text{-watersysteem}}; \quad r = Q_{\text{koelwater}} / (\text{diepte} * \pi * 0,015)$$

$$Wov_{\text{(meren)}} = \pi/2 * (Q_{\text{koelwater}} / (\pi * \text{diepte} * 0,015))^2 / \text{opp}_{\text{meer}}$$

(semi-)stagnante oppervlaktewateren.

Uitgaande van een uniforme verdeling van organismen over de waterkolom geeft de wateronttrekkingsverhouding een indicatie van de hoeveelheid ingezogen organismen. Daarbij is nog wel verondersteld dat het vrij zwevende organismen betreft. Indien organismen wegzwemmen van de intreklocatie neemt de hoeveelheid af.

Voor stromende oppervlaktewateren is de berekening eenvoudig, namelijk het quotiënt van het koelwaterdebiet en het debiet van het oppervlaktewater waaruit wordt onttrokken. Bij deze eenvoudige toetsingswijze is géén rekening gehouden met optreden van recirculatie. Dat wil zeggen dat een deel van het geloosde koelwater weer wordt ingetrokken. Indien de omvang van de recirculatie bekend is, bijvoorbeeld door 3D modelberekeningen, kan dit in de wateronttrekkingsverhouding worden verdisconteerd. De wateronttrekkingsverhouding zal dan lager uitvallen. Vertrekpunt voor de toetsing is het quotiënt van het koelwaterdebiet en rivierdebiet.



---

Voor (semi-)stagnante oppervlaktewater is de toetsing het quotient van enerzijds het koelwaterdebiet gedurende het biologische voorjaar en anderzijds de som van het debiet van het oppervlaktewater gedurende het biologische voorjaar en het volume van het oppervlaktewater-systeem. Ook hier is geen rekening gehouden met het mogelijk optreden van recirculatie.

Bij onttrekking moet onderscheid worden gemaakt tussen toetsing op lokaal niveau (alleen consequenties van één lozer beoordelen) en consequenties op watersysteemniveau, waarbij de wateronttrekkingsverhouding is bepaald als resultante van alle lozingen op het watersysteem. Dit kan gebeuren door middel van reciproke optelling.

Bij n lozers op een watersysteem wordt de overall wateronttrekkingsverhouding (wov) als volgt bepaald:

$$wov_{ov} = 1 - ((1 - wov_1) * (1 - wov_2) \dots (1 - wov_n))$$

### **Uitgangspunten voor berekening**

Om de berekeningen te kunnen uitvoeren zijn gegevens nodig van enerzijds het watersysteem en anderzijds de warmtelozers. De gegevens van het watersysteem zijn uit DONAR gehaald en omvatten:

- Afvoer voor een 95-percentiel situatie. Dit betekent dat gedurende 95% van de tijd de afvoer hoger is dan de gehanteerde waarde.
- Afvoer voor een gemiddelde situatie in de periode van maart tot en met juni. Dit betekent dat de gemiddelde afvoer voor de genoemde periode is gehanteerd.

De gegevens van de onttrekking zijn verkregen via de Regionale Directies van RWS en omvat:

- Vergunde warmtevracht bij een opwarming over het koelsysteem van 7 °C en 10 °C.

De vergunde warmtevracht is vervolgens omgerekend naar een lozingsdebiet.

### **Resultaten berekening**

De resultaten zijn gepresenteerd in vier tabellen. In de tabellen is het volgende opgenomen:

- Warmtevracht;
- Lozingsdebiet bepaald voor opwarming over koelsysteem van 7 °C of 10 °C;
- Watersysteem en type watersysteem;
- Debiet oppervlaktewater voor 95-percentiel en gemiddelde (maart - juni) situatie;
- Wateronttrekkingsverhouding per lozer en som der lozers op watersysteem (voor wateronttrekkingsverhouding is alleen gerekend met formules voor stromend water en (semi) stagnant water).

Bij de bepaling van de wateronttrekkingsverhouding op watersysteemniveau speelt ook de definitie van het watersysteem een rol. In het navolgende rekenexercitie is in eerste instantie gekozen om systeemgrenzen van watersystemen op te hangen aan namen van watersystemen: dus bijvoorbeeld Amsterdam-Rijn-Kanaal (ARK) heeft de grenzen die toebehoren aan het watersysteem met de naam Amsterdam-Rijn-Kanaal (ARK) (inclusief havens en delen van zijwateren zoals is omschreven in de ABK-richtlijnen).

Ter illustratie is het als voorbeeld de lozing van de centrale Lage Weide op het ARK uitgewerkt.

$$Q_{loz} = 17,7 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{afv} (95\text{-perc}) = 15 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$\text{volume watersysteem} = 58 \cdot 10^6 \text{ m}^3;$$

$$\text{wateronttrekkingsverhouding}_{\text{locaal}} = (17,7 \cdot 90 \cdot 24 \cdot 3600 / (58 \cdot 10^6 + 90 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 15)) = 0,79$$

$$\text{wateronttrekkingsverhouding}_{\text{ov-lozers}} = (12,1 \cdot 90 \cdot 24 \cdot 3600 / (58 \cdot 10^6 + 90 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 15)) = 0,54$$

$$\text{wateronttrekkingsverhouding}_{\text{overall-watersysteemniveau}} = (1 - (1 - 0,79) \cdot (1 - 0,54)) = 0,90$$

Bovenstaande voorbeeld geeft aan dat de wateronttrekkingsverhouding, hetgeen een maat is voor het aandeel van het watersysteem dat wordt gebruikt als koelwater, aanzienlijk kan oplopen. In dit voorbeeld loopt de wateronttrekkingsverhouding op watersysteemniveau op tot 90%.

bedrijf	warmtelozing [MW]	debiet dT= 7 °C [m3/s] 1)	watersysteem	type	afvoer [m3/s] :		overige lozers :			WATERONTTREKKINGSVERHOUDING:		
					watersysteem	periode : voorjaar 95-perc	volume WS [mln. m3]	aantal	vracht [MW]	debiet max [m3/s] 1)	locaal op watersysteemnivo	
											scenario : afvoer lozingsdebiet	max
Lage weide	520	17,7	ARK	kanaal	75	58				0,79	0,90	
Merwedehaven	355	12,1	ARK	kanaal	15	58				0,54	0,90	
Hemweg	670	31,9	NZK	kanaal	50	282				0,37	0,64	
Velsen	1087,0	37,0	NZK	kanaal	50	282	500	11,9		0,43	0,64	
Harculo	300	10,2	IJssel	rivier	320	80				0,03	0,03	
nijmegen	794	27,0	Waal	rivier	1400	160	60	1,4		0,02	0,02	
Galileistraat	156	5,3	Keilehaven/Nieuwe Maas	rivier	350	16	190	4,5		0,02	0,03	
Roca	2,3	0,1	Hollandse IJssel	rivier	14	5				0,00	0,00	
Amer	1741	59,2	Amer	rivier	75	100				0,79	0,79	
Moerdijk	322	11,0	Hollandsch Diep	rivier	500	240	900	21,4		0,02	0,06	
Claus	700	23,8	Maas	rivier	75	60	41	1,0		0,32	0,33	
Willem-Alexander	275	9,4	Maas	rivier	75	60				0,12	0,12	
Eemshaven	1090	37,1	Waddenzee	kustwater		nvt						
IJmond	140	4,8	Noordzee	kustwater		nvt						
Maasvlakte	1276	43,4	Noordzee	kustwater		nvt						
Borssele	857	29,1	Westerschelde	kustwater	20000	nvt	1	900	21,4	0,00	0,00	
Bergum	412	14,0	Bergumemeer	meer	5	6				2,43	0,00	
Flevo	459	15,6	IJsselmeer	meer	320,0	15000				0,01	0,00	
Shell Moerdijk	900	31,0	Hollandsch Diep	rivier	500	240			11,0	0,03	0,05	

bedrijf	warmtelozing [MW]	debiet dT= 10 °C [m3/s] 1)	watersysteem	type	afvoer [m3/s] :		overige lozers :			WATERONTTREKKINGSVERHOUDING:			
					watersysteem	periode : voorjaar 95-perc	volume WS [mln. m3]	aantal	vracht [MW]	debiet gem [m3/s] 1)	locaal	op watersysteemniveau	
											scenario : afvoer	gem	95-perc gem
Lage weide	520	17,7	ARK	kanaal	15	58					0,79	0,90	
Merwedehaven	355	12,1	ARK	kanaal	15	58					0,54	0,90	
Hemweg	670	31,9	NZK	kanaal	50	282					0,37	0,64	
Velsen	1087,0	37,0	NZK	kanaal	50	282		500	11,9		0,43	0,64	
Harculo	300	10,2	IJssel	rivier	320	80					0,02	0,02	
nijmegen	794	27,0	Waal	rivier	1400	160		60	1,4		0,01	0,01	
Gallieistraat	156	5,3	Keilehaven/Nieuwe Maas	rivier	350	16		190	4,5		0,01	0,02	
Roca	2,3	0,1	Hollandse IJssel	rivier	14	5					0,00	0,00	
Amer	1741	59,2	Amer	rivier	75	100					0,55	0,55	
Moerdijk	322	11,0	Hollandsch Diep	rivier	500	240		900	21,4		0,02	0,06	
Claus	700	23,8	Maas	rivier	75	60		41	1,0		0,22	0,23	
Willem-Alexander	275	9,4	Maas	rivier	75	60					0,09	0,09	
Eemshaven	1090	37,1	Waddenzee	kustwater		nvt							
IJmond	140	4,8	Noordzee	kustwater		nvt							
Maasvlakte	1276	43,4	Noordzee	kustwater		nvt							
Borssele	857	29,1	Westerschelde	kustwater	20000	nvt	1	900	21,4		0,00	0,00	
Bergum	882	14,0	Bergumermeer	meer	5	6					2,43	0,00	
Flevo	983	15,6	IJsselmeer	meer	320,0	15000					0,01	0,00	
Shell Moerdijk	900	31,0	Hollandsch Diep	rivier	500	240					0,04	0,06	

bedrijf	warmtelozing [MW]	debiet dT= 7 °C [m3/s] 1)	watersysteem	type	afvoer [m3/s] :		overige lozers :			WATERONTTREKKINGSVERHOUDING:			
					watersysteem	periode : voorjaar gem	volume WS [mln. m3]	aantal	vracht [MW]	debiet max [m3/s] 1)	locaal	op watersysteemniveau	
											scenario : afvoer	max	gem
Lage weide	520	17,7	ARK	kanaal	25	58					0,54	0,71	
Merwedehaven	355	12,1	ARK	kanaal	25	58					0,37	0,71	
Hemweg	670	31,9	NZK	kanaal	95	282					0,24	0,46	
Velsen	1087,0	37,0	NZK	kanaal	95	282		500	11,9		0,28	0,46	
Harculo	300	10,2	IJssel	rivier	370	80					0,03	0,03	
nijmegen	794	27,0	Waal	rivier	1600	160		60	1,4		0,02	0,02	
Gallieistraat	156	5,3	Keilehaven/Nieuwe Maas	rivier	680	16		190	4,5		0,01	0,01	
Roca	2,3	0,1	Hollandse IJssel	rivier	20	5					0,00	0,00	
Amer	1741	59,2	Amer	rivier	272	100					0,22	0,22	
Moerdijk	322	11,0	Hollandsch Diep	rivier	750	240		900	21,4		0,01	0,04	
Claus	700	23,8	Maas	rivier	230	60		41	1,0		0,10	0,11	
Willem-Alexander	275	9,4	Maas	rivier	230	60					0,04	0,04	
Eemshaven	1090	37,1	Waddenzee	kustwater		nvt							
IJmond	140	4,8	Noordzee	kustwater		nvt							
Maasvlakte	1276	43,4	Noordzee	kustwater		nvt							
Borssele	857	29,1	Westerschelde	kustwater	20000	nvt	1	900	21,4		0,00	0,00	
Bergum	412	14,0	Bergumermeer	meer	18	6					0,75	0,00	
Flevo	459	15,6	IJsselmeer	meer	370,0	15000					0,01	0,00	
Shell Moerdijk	900	31,0	Hollandsch Diep	rivier	750	240					0,02	0,04	

bedrijf	warmtelozing [MW]	debiet dT= 10 °C [m3/s] 1)	watersysteem	type	afvoer [m3/s] :		overige lozers :			WATERONTTREKKINGSVERHOUDING:			
					watersysteem	periode : voorjaar gem	volume WS [mln. m3]	aantal	vracht [MW]	debiet gem [m3/s] 1)	locaal	op watersysteemniveau	
											scenario : afvoer	gem	gem
Lage weide	520	17,7	ARK	kanaal	25	58					0,54	0,71	
Merwedehaven	355	12,1	ARK	kanaal	25	58					0,37	0,71	
Hemweg	670	31,9	NZK	kanaal	95	282					0,24	0,46	
Velsen	1087,0	37,0	NZK	kanaal	95	282		500	11,9		0,28	0,46	
Harculo	300	10,2	IJssel	rivier	370	80					0,02	0,02	
nijmegen	794	27,0	Waal	rivier	1600	160		60	1,4		0,01	0,01	
Gallieistraat	156	5,3	Keilehaven/Nieuwe Maas	rivier	680	16		190	4,5		0,01	0,01	
Roca	2,3	0,1	Hollandse IJssel	rivier	20	5					0,00	0,00	
Amer	1741	59,2	Amer	rivier	272	100					0,15	0,15	
Moerdijk	322	11,0	Hollandsch Diep	rivier	750	240		900	21,4		0,01	0,04	
Claus	700	23,8	Maas	rivier	230	60		41	1,0		0,07	0,08	
Willem-Alexander	275	9,4	Maas	rivier	230	60					0,03	0,03	
Eemshaven	1090	37,1	Waddenzee	kustwater		nvt							
IJmond	140	4,8	Noordzee	kustwater		nvt							
Maasvlakte	1276	43,4	Noordzee	kustwater		nvt							
Borssele	857	29,1	Westerschelde	kustwater	20000	nvt	1	900	21,4		0,00	0,00	
Bergum	882	14,0	Bergumermeer	meer	18	6					0,75	0,00	
Flevo	983	15,6	IJsselmeer	meer	370,0	15000					0,01	0,00	
Shell Moerdijk	900	31,0	Hollandsch Diep	rivier	750	240					0,03	0,04	



## Bijlage 6 Benodigde gegevens bij modellering

### Inleiding

De handhaving van een vergunde warmtelozing kan in principe op twee manieren plaatsvinden. Ten eerste door de effecten in het oppervlaktewater te monitoren en ten tweede door het begrenzen van de warmtevracht die wordt geloosd. Bij deze laatste optie is inzicht nodig in de effecten van de warmtelozingen op het ontvangende oppervlaktewater. Berekeningen, zowel eenvoudige als meer gecompliceerde 3D, bieden dan uitkomst. Om de berekeningen te kunnen maken zijn gegevens nodig. De benodigde gegevens voor het uitvoeren van berekeningen staan in deze bijlage centraal.

### Mengzone

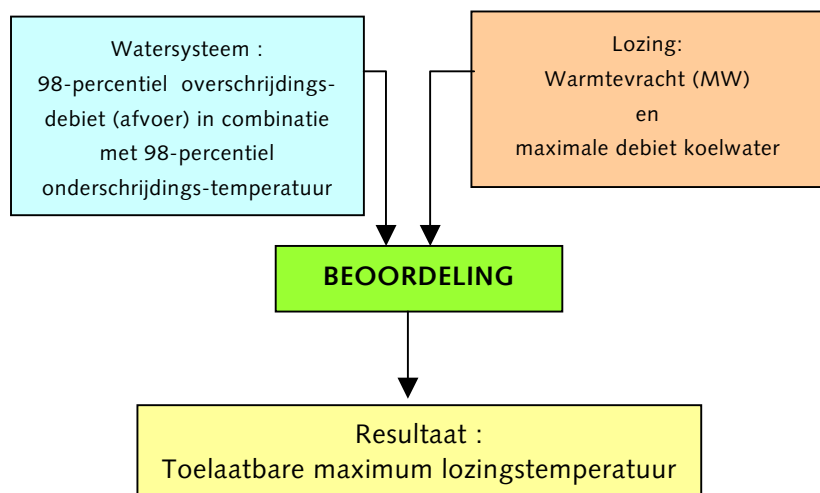
Om de toetsing uit te voeren zijn de volgende gegevens nodig:

- Warmtevracht (MW);
- Maximale debiet koelwater ;
- combinatie van een hoge achtergrondtemperatuur en bijbehorende afvoer die maximaal in 2 % van de tijd kunnen voorkomen

Indien geen combinatie van afvoer en temperatuur voorhanden is kan ook worden uitgegaan van:

- Debiet oppervlaktewater (bijvoorbeeld 98% overschrijdingspercentiel);
- Temperatuur oppervlaktewater (bijvoorbeeld 25 °C, of 98-percentiel onderschrijdingstemperatuur)

Fig. B 6.1  
Schema mengzonoets  
uitgaande van kritische  
omstandigheden voor afvoer en  
achtergrondtemperatuur



Combinatie van inname-temperatuur en lozingstemperatuur en lozingsdebiet resulteert in een toelaatbare warmtevracht.

---

De kritische periode voor de mengzone is een situatie met een hoge achtergrondtemperatuur van het oppervlaktewater en een lage afvoer van het watersysteem. Dit betekent dat de berekeningen niet moeten worden uitgevoerd met een lage achtergrondtemperatuur voor het oppervlaktewater en een hoge afvoer. De berekeningen geven dat namelijk geen goed beeld van de kritische periode. In de rapportage "Effecten van warmte in het aquatische milieu" (Kerkum, F.C. *et al.*, 2004) is aangegeven dat 30 °C op de rand van de mengzone als ER-niveau geldt en dat een maximale eenmalige overschrijding van 7 dagen op jaarbasis toelaatbaar is. Tijdens een dergelijke periode geldt een toetscriterium van maximaal 32 °C op de rand van de mengzone. Om hieraan invulling te geven zou een zodanige combinatie van lage afvoer en hoge temperatuur moeten worden gekozen die maximaal 2% van de tijd in nog extremere richting wordt overschreden. Indien alleen afvoer gegevens beschikbaar zijn zou ook gekozen kunnen worden voor een 98% overschrijdingspercentiel voor het debiet. Dat wil zeggen 98% van de tijd is het debiet hoger dan de gehanteerde waarde voor de berekening. Voor de temperatuur zou dan bijvoorbeeld 25 °C kunnen worden genomen.

Het resultaat van de eenvoudige benadering, op basis van de 'mengzonetoeets', ter bepaling van de omvang van de mengzone kan aanleiding zijn voor de vergunningaanvrager om een nauwkeuriger en meer complexe bepaling uit te voeren. Bijvoorbeeld door middel van 3D berekeningen. In die situatie zijn aanvullende gegevens nodig van het koel- en oppervlaktewatersysteem. Afhankelijk van de gekozen aanpak valt te denken aan de volgende aanvullende gegevens:

- Geometrie lozingspunt (dimensionering lozingswerk)
- Geometrie oppervlaktewatersysteem (breedte, diepte, afvoer, battimetrie/bodemligging)

Een voorbeeld van 3D-berekeningen is de rapportage "Cooling Water Discharges in the Amsterdam-Rhine Canal" (Heling, R., *et al.*, 2003) waarin de effecten van de warmtelozingen ter plaatse van Utrecht op het Amsterdam Rijnkanaal zijn gemodelleerd.

### **Opwarming**

Het stellen van eisen met betrekking tot de opwarming is bedoeld om te voorkomen dat door diverse opeenvolgende lozers het oppervlaktewater steeds verder opwarmt. Dat geldt overigens niet alleen voor de zomerperiode, maar ook voor andere perioden in het jaar. Voor de toetsing aan de opwarming zijn de volgende gegevens met betrekking tot het watersysteem nodig:

- Functie van het oppervlaktewater;
- Aantal lozers (inclusief warmtevracht en plaats van lozing) op het betreffende watersysteem;
- debiet oppervlaktewater (bijvoorbeeld 99% overschrijding);
- of combinatie van temperatuur en afvoer die maximaal 2% van de tijd voorkomt)

---

Bovenstaande gegevens moeten door de waterbeheerder ter beschikking worden gesteld door de waterbeheerder aan de aanvragers van een vergunning.

Benodigde gegevens met betrekking tot de te beoordelen lozing:

- debiet koelwater (max. debiet);
- max. temperatuur koelwater ;
- warmtevracht

Bovenstaande gegevens zullen door de aanvrager als invoer door de aanvrager in de beoordelingssystematiek.

Indien wordt voldaan aan de toets uitgaande van kritische omstandigheden, betekent dit dat onder andere omstandigheden hieraan zeker kan worden voldaan. Dit is de reden dat in eerste instantie wordt getoetst uitgaande van deze invoergegevens. Echter dit betekent dat de beoordelingssystematiek voor watersystemen met een sterk fluctuerende afvoer resulteert in een sterke beperking van de toelaatbare warmtevracht.

Op basis van specifieke informatie met betrekking tot en het watersysteem kan een beheerder gemotiveerd afwijken. Een beheerder kan besluiten de toelaatbare warmtevracht afhankelijk te maken van de momentane afvoer en temperatuur van oppervlaktewater, zoals dat ook onder de huidige ABK-richtlijnen het geval is, mits de nog toe opgedane ervaringen met betrekking tot de waterkwaliteit dit rechtvaardigen.

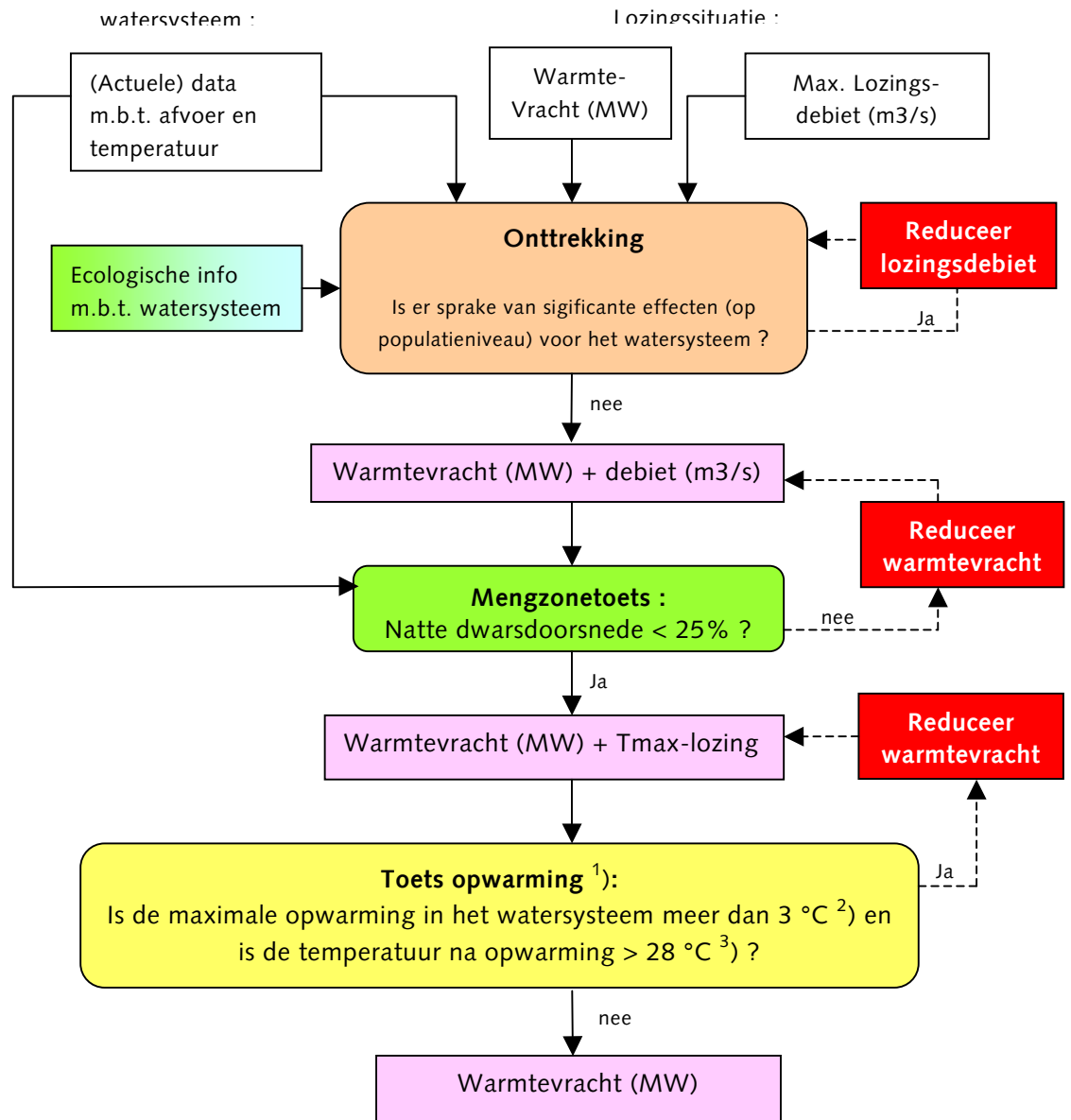
In dat geval moet de beoordelingssystematiek inzicht geven in de toelaatbare warmtevracht uitgaande van verschillende waarden voor de oppervlaktewatertemperatuur en afvoer. Uiteindelijk resulteert dit in een matrix van toelaatbare warmtevrachten afhankelijk van achtergrondtemperatuur en afvoer.

Dit heeft als consequentie dat om te kunnen handhaven ook adequate watersysteemgegevens voor de handhaver beschikbaar moeten zijn.

In figuur B 6.2 is weergegeven hoe op basis van de beschikbare data met betrekking tot de lozing en het watersysteem de beoordelingssystematiek stap voor stap moet worden doorlopen.

Fig. B 6.2

Schema beoordelingssystematiek  
 uitgaande van actuele omstandigheden voor  
 afvoer en achtergrondtemperatuur



<sup>1)</sup> Beheerder kan op basis van specifieke informatie met betrekking tot het beschouwde watersysteem, gemotiveerd afwijken. Voor kanalen kan voor bestaande situaties gedurende een realistische overgangperiode aansluiting worden gezocht bij de nu geldende criteria in de ABK-richtlijnen, mits tot nog toe opgedane ervaringen m.b.t. waterkwaliteit dit rechtvaardigen. Ook andere lozingen binnen het beheersgebied moeten in de beoordeling worden meegenomen

<sup>2)</sup> Toelaatbare opwarming is respectievelijk 3 °C voor water voor karperachtigen, 2 °C voor schelpdierwater en 1,5 °C voor water voor zalmachtigen

<sup>3)</sup> Toelaatbare temperatuur is respectievelijk 28 °C voor water voor karperachtigen, 25 °C voor schelpdierwater en 21,5 °C voor water voor zalmachtigen



---

In eerste instantie zal bovenstaande beoordeling uitgevoerd worden op basis van een quick scan gebaseerd op eenvoudige formuleringen. Het betreft hier een worst-case benadering. Dit betekent dat indien aan de quick scan kan worden voldaan een meer complexe berekening op basis van een 3-D modellering in principe niet nodig is.

Echter indien de door het bedrijf aanvraagde warmtevracht op basis van de quick scan aanleiding geeft tot overschrijding van de waterkwaliteitsdoelstellingen mag het bedrijf ook een meer complexe 3-D berekening laten uitvoeren.

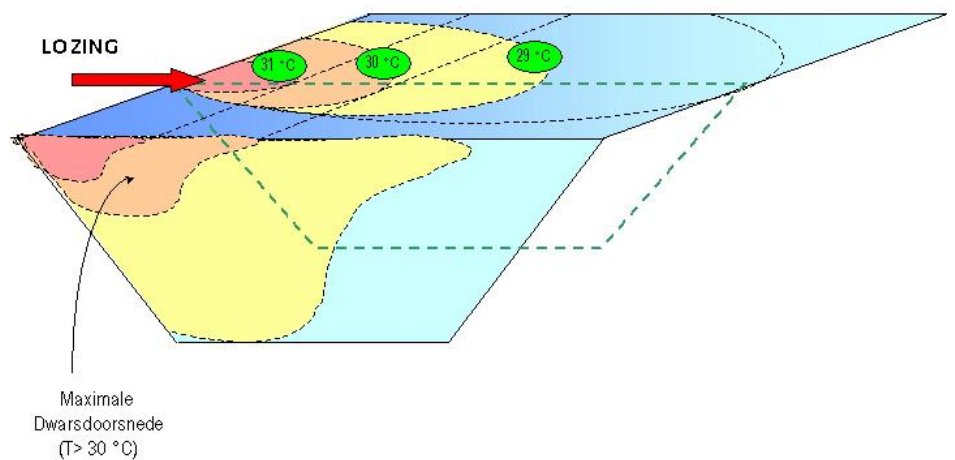
**Bijlage 7 Overzicht van letale temperaturen voor groepen van vissen met verschillende gevoeligheid. (\*) = acclimatisatietemperatuur onder 22 °C**

<b>Tolerant</b> Letale Temp. > 32°C .....	<b>Gevoelig</b> Letale Temp. 28 - 30.5°C .....	<b>Zeer gevoelig</b> Letale Temp. < 27°C .....
<i>EURYTOOP</i>		
Aal		
Baars		
Blankvoorn		
Brasem		
Karper		
Pos		
Snoekbaars		
<i>LIMNOFIEL</i>		
Kroeskarper		
Rietvoorn		
Snoek		
Zeelt		
<i>RHEOFIEL partieel</i>		
Alver		
Riviergrondel		
Winde		
<i>RHEOFIEL obligaat</i>		
Bermpje	Barbeel (*)	Beekforel
Kopvoorn		
Rivierdonderpad		
<i>RHEOFIEL zoet-zout</i>		
Driedrn. Stekelbaars	Bot (*)	Grote marene (*)
Zeeprik	Zalm	Spiering Zeeforel
<i>ZEEVISSOORTEN</i>		
Tong	Ansjovis (*) Koolvis	Haring (*) Kabeljauw Schelvis
		Tarbot
<b>Totaal 20</b>	<b>Totaal 5</b>	<b>Totaal 8</b>



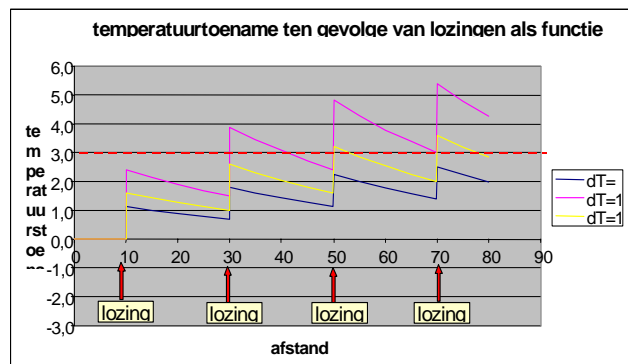
Mengzone ( $T > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	dat deel van het watersysteem (in de nabijheid van een lozingspunt) dat ten gevolge van een warmtelozing op een temperatuur van méér dan $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ is gebracht, dat wordt begrensd door de ruimtelijke $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -isotherm.
Wateronttrekkings-Verhouding	indicatieve kans op inzuiging van vislarven uitgedrukt als dimensieloze eenheid, gebaseerd op het gemiddelde afvoerdebit in het biologische voorjaar, gedurende de periode van 1 maart tot 1 juni.
Natte dwarsdoorsnede	de verhouding tussen de maximale natte dwarsdoorsnede ( $T > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) van dat deel van de pluim waar de temperatuur méér dan $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ bedraagt (het gedeelte dat wordt begrenst door de ruimtelijke $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -isotherm (zie navolgende figuur)), en de totale natte dwarsdoorsnede van de waterloop uitgaande van de afvoer en bijbehorende waterhoogte, die als uitgangspunt voor de beoordeling is genomen.

**MENGZONE**



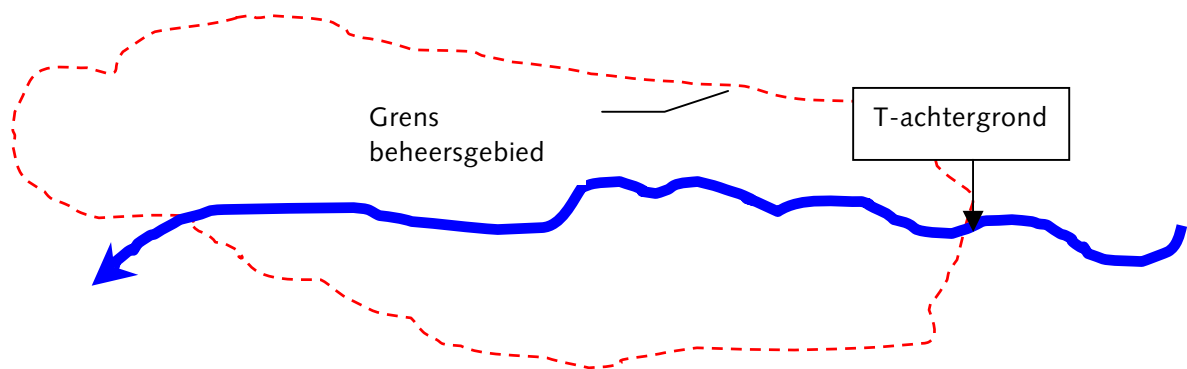
## Opwarming

Opwarming van het ontvangende watersysteem ten gevolge van een warmtelozing. De opwarming wordt getoetst ten opzichte van een referentiepunt, de achtergrondtemperatuur op de rand van het watersysteem. Door afkoeling zal de opwarming als functie van de afstand tot het lozingspunt afnemen (zie onderstaande figuur). De maximale opwarming ten opzichte van de achtergrondtemperatuur op watersysteemniveau is, behoudens uitzonderingssituaties, maatgevend (zie onderstaande figuur).



Achtergrondtemperatuur

de temperatuur bovenstrooms op de rand van het beheersgebied (zie onderstaande figuur)



watersysteem

een onderscheiden oppervlaktewater van aanzienlijke omvang, zoals een meer, een waterbekken, een stroom, een rivier, een kanaal, een deel van een stroom, rivier of kanaal, een overgangswater of een strook kustwater

---

beheersgebied	watersysteem of watersystemen of delen van watersystemen die onder verantwoordelijkheid vallen van de lokale waterkwaliteitsbeheerder.
warmtevracht	de geloosde hoeveelheid warmte per seconde uitgedrukt in J/s (W).
afvoer	het debiet van het ontvangende watersysteem in m <sup>3</sup> /s
paaigebied	gebied waar eiafzetting van paairijpe vis plaats vindt en waar in het algemeen vislarven in grote getale voorkomen
opgroeigebied voor juveniele vis	gebied waar vislarven en juveniele vis voldoende bescherming vinden om tot te kunnen opgroeien.
Temperatuur oppervlaktewater	temperatuur op een afstand van minimaal 1/3 van de breedte van de waterloop uit de oever gemeten op 1 m diepte
Temperatuur (als invoergegeven voor de beoordelings-systematiek)	daggemiddelde temperatuur.
toelaatbare warmtevracht	berekende toelaatbare warmtevracht (MW) (als resultaat van beoordeling) uitgaande van een daggemiddelde afvoer en daggemiddelde temperatuur van het watersysteem als invoerparameters
toelaatbare warmtevracht (als handhavingparameter)	de te handhaven warmtevracht gedefinieerd als product van daggemiddelde afvoer en verschil tussen (lozingstemperatuur en inname temperatuur) en soortelijke massa en warmtecapaciteit van water : $P = Q_{afv-daggemiddeld} * (T_{loz} - T_{iname}) * \rho * c_p$
Biologisch voor(na)jaar	periode van het jaar waarin paai en opgroei van juveniele vis plaatsvindt

---