

VISINTREK DOOR GROOTSCHALIGE KOELWATERINNAME
Problematiek en aanbevelingen
Fwvo nota nr.:96.01

januari 1996



Opgesteld door de FWVO-werkgroep Koelwaterinname, bestaand uit:

mr. A. Ayal	RWS Directie Noord-Nederland
drs. P. Borgerding	RWS Directie Zuid-Holland
dr. P. de Graaf	RWS Directie Noord-Nederland
ir. Z. Jager	RWS RIKZ
ing. J.G.J. Kip	RWS Directie Oost-Nederland
ir. H. de Kruik	RWS RIKZ
ing. R.J. Saft	RWS RIZA (secr.)
Mw. M.C. de Wit	RWS Directie Zuid-Holland



1. Inleiding

Deze notitie is opgesteld door de werkgroep Koelwaterinname van Rijkswaterstaat. De aanleiding hiertoe vormen de signalen van elektriciteitsproducenten en waterkwaliteitsbeheerders over vissterfte als gevolg van de grootschalige inname van koelwater. Op basis hiervan is door de FWVO een werkgroep ingesteld die als taken kreeg inzicht te verschaffen in:

1. de problematiek van sterfte van aquatische organismen;
2. de vraag wie eventueel nader onderzoek financiert en uitvoert;
3. de vraag of onderzoeksverplichtingen opgenomen dienen te worden in de Wvo of de Wwh.

Deze afsluitende notitie van de werkgroep heeft tot doel de FWVO te adviseren over mogelijke aanbevelingen voor waterkwaliteitsbeheerders inzake bovengeschetste problematiek.



2. Probleemomschrijving

Pas sinds relatief korte tijd schenken een aantal waterkwaliteitsbeheerders aandacht aan vissterfte door grootschalige koelwaterinname (vanaf $\pm 5 \text{ m}^3/\text{s}$). Met name bij elektriciteitscentrales, maar ook bij een aantal grote procesindustrieën, worden forse hoeveelheden dode vis gevonden. De sterfte treedt enerzijds op doordat vis wordt doodgedrukt op de zeven die voor de koelwatercondensoren zijn geplaatst ('impingement'), anderzijds sterft veel kleine vis ($< 4 \text{ cm}$) in het koelwatersysteem als gevolg van mechanische beschadigingen ('entrainment'). In een later stadium is gebleken dat niet alleen vis, maar ook andere aquatische organismen (o.a. krabben, kreeften) het slachtoffer worden van de koelwaterinname.

In bijlage 2 zijn enkele gegevens opgenomen m.b.t. de sterfte van organismen. Deze gegevens komen deels uit literatuuronderzoek, deels uit de respons van een door de werkgroep uitgezette enquête. De sterfte per 1000 m^3 ingetrokken koelwater ligt voor de meeste centrales in een vergelijkbare ordegrrootte. In absolute getallen gezien kan de sterfte per dag oplopen tot enkele tienduizenden exemplaren. De grote spreiding binnen de gegevens van een centrale zijn te wijten aan seizoeninvloeden. In het late voorjaar en de zomer is de hoeveelheid ingezogen organismen veel groter als in de herfst en winter.

Het sterftepercentage onder ingezogen vis verschilt per vissoort. Met name aal heeft een goede overlevingskans in de condensoren. Voor de meeste andere soorten ligt het sterftepercentage echter tussen de 50 en 100%. Organismen welke op de zeven blijven hangen, worden in het merendeel van de gevallen in een container gestort waardoor de sterfte altijd 100% is.

Het blijkt dat sterfte met name optreedt onder vissen in de larvale stadia en onder de zgn. 0+ vis. Deze vissen hebben nog niet de kracht om de sterke stroming te weerstaan. Eenzelfde verhaal geldt voor jonge krabben en kreeft. De meeste organismen worden in het voorjaar en de zomer ingezogen.

Een uitzondering vormt volwassen, geslachtsrijpe aal die, met name in het najaar, juist sterk de neiging heeft om water met sterke stroming op te zoeken en zodoende wordt ingezogen.

Hoewel er gegevens bekend zijn over de sterfte van aquatische organismen, is er nog maar zeer weinig bekend over de effecten van de sterfte op de totale populatie in een watersysteem. Bij instituten als het RIVO en de KEMA zijn visstandgegevens verkrijgbaar, meestal afkomstig van beroepsvissers, doch deze gegevens zijn te summier om een goede inschatting te maken.

Een uitgebreid populatieonderzoek vond slechts eenmaal in voldoende mate plaats, en wel bij de Bergumermeercentrale in Friesland (KEMA, 1979). Hier zijn voor vis (spiering, snoekbaars) in larvale stadia en voor 0+ vis (vis in het eerste levensjaar) sterftcijfers gemeten die 5-14% (larven) en $\pm 0,2\%$ (0+ vis) bedragen van de totale populatie.



De inschatting is dat deze meting in een relatief 'gesloten' watersysteem niet geëxtrapoleerd kan worden naar centrales aan riviersystemen of mariene systemen. Dergelijke systemen verschillen door hun dynamiek wezenlijk van de situatie in het Bergumermeer. Bovendien neemt men aan dat de visdichtheid in het Bergumermeer veel hoger is dan in een riviersysteem. Vreemd genoeg komt dit niet tot uitdrukking in de sterftcijfers uit bijlage 2.

Om een beeld te krijgen van het effect van vissterfte op de populaties in riviersystemen en mariene systemen, is nader onderzoek nodig. Naar de mening van een aantal geraadpleegde aquatische biologen is een dergelijk onderzoek zeer tijdrovend (ordegrootte van enkele jaren) en kostbaar.

Dergelijk onderzoek naar de effecten op watersystemen kan niet opgelegd worden aan de vergunningnemer. Dit onderzoek is in eerste instantie een taak voor de waterkwaliteitsbeheerder.



3. Wettelijk kader

Nadat het probleem van de vissterfte was gesignaleerd, hebben waterkwaliteitsbeheerders hier in vergunningen aandacht aan besteedt. De meeste beheerders geven een separate Wvo- (Wet verontreiniging oppervlaktewateren) en Wwh- (Wet op de waterhuishouding) vergunning af, waarbij de Wwh-vergunning voorschriften stelt ten aanzien van effecten op de waterhuishouding als gevolg van koelwaterinname. Een enkele beheerder (RWS Zuid-Holland) stelt voorschriften in een gecombineerde Wvo- en Wwh-vergunning. Overigens bestond er tot voor kort onenigheid over de vraag welk kader (Wvo of Wwh) het meest geschikt is voor het stellen van voorschriften die gericht zijn op bescherming van het aquatisch milieu bij koelwaterinname.

RWS Groningen (nu Noord-Nederland) heeft in een Wvo-vergunning ten behoeve van de EPON-centrale in Delfzijl voorschriften opgenomen waarin de vergunninghouder wordt verplicht onderzoek te verrichten naar maatregelen die de visintrek beperken en deze uit te voeren indien de haalbaarheid wordt aangetoond.

Andere waterkwaliteitsbeheerders gebruiken de Wwh voor dit doel. Een vergunning op grond van de Wwh is verplicht indien meer dan 5.000 m³ per uur kan worden geloosd/afgevoerd of indien meer dan 100 m³ per uur kan worden onttrokken/aangevoerd.

Artikel 24, lid 5 van de Wwh stelt dat 'aan de vergunning voorschriften gesteld kunnen worden ter bescherming van het belang van de waterhuishouding voor zover het bij krachtens de Wvo of de Grondwaterwet bepaalde daarin niet voorziet'. De elektriciteitsproducenten bestrijden dat met deze voorschriften wordt gedoeld op schade aan aquatische organismen. Tegen een dergelijke Wwh-vergunning is dan ook door een elektriciteitsproducent beroep aangetekend. Daarentegen is door een andere appellant (Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee) beroep ingesteld tegen het feit dat maatregelen ter beperking van visintrek niet waren voorgeschreven in een Wvo-vergunning. De Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State heeft in een tweetal uitspraken deze zaken nader toegelicht (lit. 1).

De Raad van State is van oordeel dat genoemde voorschriften niet thuishoren in de Wvo-vergunning. In deze uitspraak wordt geoordeeld dat de bezwaren betrekking hebben op 'gevaar, schade of hinder buiten de inrichting in de zin van artikel 13 van de Hinderwet'. Op dit moment kunnen de nadelige effecten aan de orde komen in de opvolger van de Hinderwet, de Wet milieubeheer, op grond van art. 8.8, lid 1b.

In de tweede uitspraak heeft de Raad van State overwogen dat, nu de Wvo geen mogelijkheid biedt om dergelijke voorschriften op te nemen, het eventueel terugtreden van de Wwh op grond van artikel 24, vijfde lid niet aan de orde is. Met andere woorden: er zijn goede gronden om de voorschriften gericht op het tegengaan van de intrek en sterfte van aquatische organismen te verbinden aan een vergunning ingevolge de Wwh. De omstandigheid dat een voorschrift met een dergelijke strekking tevens kan worden verbonden aan een vergunning op grond van andere wetgeving (Wm), brengt hierin geen verandering.

Daar de producenten niet bestrijden dat er sprake is van schade aan aquatische organismen



(de beroepszaak betreft een principezaak), voldoen genoemde producenten momenteel aan alle gestelde (onderzoeks)voorschriften. Medio 1994 zijn hiervan de eerste resultaten verschenen. Daarin wordt geadviseerd dat bepaalde (combinaties van) maatregelen zinvol zijn. Het advies richt zich zowel op een bestaande elektriciteitsseenheid als op een nieuw te bouwen eenheid. Het kostenaspect is in het advies nauwelijks meegewogen (lit. 2).

De in het advies genoemde maatregelen komen ook in deze nota aan de orde. Het is nog niet duidelijk of deze maatregelen daadwerkelijk zullen worden uitgevoerd. Bij beide eenheden zal dat op basis van overleg tussen de waterkwaliteitsbeheerder en elektriciteitsproducent besproken moeten worden en vervolgens kan dat in een Wwh-vergunning worden vastgelegd cq. afgedwongen.

Wel is duidelijk dat de elektriciteitsproducenten zorgdragen voor de uitvoering en financiering van nader onderzoek en dat derhalve één van de vragen aan de werkgroep de facto reeds beantwoord is.

Ook in enkele m.e.r.-rapportages is inmiddels aandacht besteed aan de effecten van koelwaterinname op sterfte van aquatische organismen, soms zelfs met getalsmatig onderbouwd. Dit heeft evenwel nog niet geleid tot specifieke maatregelen om de sterfte te beperken omdat deze (nog) niet concreet waren aan te geven.



4. Maatregelen

De KEMA studeert al jaren op mogelijkheden om de visintrek te beperken. Hieraan liggen met name economische motieven ten grondslag. Capaciteitsverlies bij elektriciteitscentrales door bijv. verstopping van pompen is een zeer kostbare aangelegenheid.

De mogelijke maatregelen zijn in twee categorieën in te delen:

1. maatregelen die intrek van organismen voorkómen/beperken;
2. maatregelen die organismen een hogere overlevingskans bieden indien deze toch zijn ingetrokken.

Maatregelen uit de eerste categorie zijn onder meer kunstmatige verlichting, oriëntatie-objecten, luchtbellenschermen, geluidbarrières, elektrische viswering en verlaging van de instroomsnelheid van koelwater. Ook vermindering van de hoeveelheid ingetrokken koelwater zal de intrek doen verminderen. Dit laatste vergt echter grote investeringen in alternatieve koelsystemen, bijvoorbeeld met behulp van luchtkoeling of recirculatiekoeling met koeltorens. Deze afweging kan echter een rol spelen indien bij nieuwbouw om meerdere redenen (denk aan beperking van de warmtelozing) dergelijke alternatieven in beschouwing wordt genomen. Bij nieuwbouw is bovendien de meer-investering van dergelijke alternatieven in relatie tot de traditionele directe doorstroming in condensors minder omvangrijk.

Het gebruik van oriëntatie-objecten, luchtbellenschermen en elektrische visweringen blijkt onvoldoende effect te hebben op de intrek van vissen.

Het gebruik van kunstmatige verlichting en geluid heeft wel positieve resultaten opgeleverd, maar is sterk afhankelijk van de vissoort en de locatie van de centrale. Bij de Bergumermeercentrale hadden onderwaterlampen het beste effect, in verband met de geringe doorzicht, en werden gemiddelde afleidingspercentages van 30 a 40% gemeten.

Het gebruik van geluidssignalen lijkt eveneens een veelbelovend middel, maar is in een Nederlandse situatie nog nooit onderzocht. Voor beide maatregelen worden de kosten geschat in de ordegrootte van KFI 50-100.

Verlaging van de instroomsnelheid heeft een duidelijk positief effect op de hoeveelheid ingezogen vis (lit. 3), met name als de stroomsnelheid lager is als 0,1-0,3 m/s. Dit betekent overigens dat bij grootschalige koelwaterinname inlaatopeningen van minimaal 50 m² tot soms zelfs 500 m² nodig zijn. Ook is het mogelijk de inlaatopening op visarme diepten te situeren. Dit is alleen zinvol in diepere watersystemen waar de waterdiepte minimaal 4-5 meter bedraagt. De plaats van het inlaatwerk in de horizontaal is eveneens van belang. Aan de oever en in kribvakken is de visdichtheid hoger dan in de hoofdstroom van een rivier. Aanpassing van het inlaatwerk heeft echter nauwelijks effect op de inzuiging van vissen in de larvale stadia en vissen tot ongeveer 4 cm. Deze organismen laten zich min of meer passief met de stroom meevoeren. Voor deze organismen zijn aanvullende maatregelen nodig (zie hieronder).



De tweede categorie maatregelen richt zich vooral op aanpassing van de maaswijdte van de zeven en terugvoerkanalen voor ingezogen vis.

Gebleken is dat een maaswijdte van 5*5 mm een goede balans vormt tussen het beperken van verstoppingsproblemen en vermindering van sterfte door verdrukking tegen de zeef.

Deze maatregel heeft echter alleen zin als de afgezeefde vis niet naar een afvalcontainer wordt gestuurd, maar door terugvoerkanalen naar het oorspronkelijke watersysteem wordt teruggevoerd. Indien de zeven continu worden afgespoeld, biedt dit systeem de organismen een goede overlevingskans. Uit literatuur is bekend dat, m.n. in de VS, verschillende afspuit- en afvoersystemen zijn ontwikkeld.

Wel dient men bij dit systeem rekening te houden met een aantal mogelijke praktische problemen. Zo dient het terugvoerkanaal op aanzienlijke afstand (stroomafwaarts) van het inlaatpunt uit te monden en dient voorkomen te worden dat 'beroepsvissers' (zowel mens als dier) dit systeem benutten als een eenvoudig visserijsysteem.

De vislarven en zeer kleine 0+ vis die de zeef passeren, hebben wellicht in de condensors nog een overlevingskans. Dit is o.m. afhankelijk van de temperatuursprong over de condensors en de omvang van de drukverschillen in de condensors. De hoogte van de temperatuursprong (en ook de maximale temperatuur van het koelwater) wordt daartoe gereguleerd door de toepassing van de koelwaterriichtlijnen die door de ABK (Algemene Beraadsgroep Koelwater) zijn opgesteld. De sterfte die momenteel in de condensors optreedt, is dan ook met name te wijten aan fysische beschadigingen.

Over de kosten van eerdergenoemde maatregelen is nog maar weinig bekend. Ten aanzien van bestaande elektriciteitsseenheden mag verwacht worden dat eventuele maatregelen zeer kostbaar zullen zijn. Zowel de hoge ombouwkosten, als de kosten van langere stilstandperiodes, spelen hierbij een rol.

Voor nieuw te bouwen eenheden geldt dat de kosten mogelijkerwijs op een meer acceptabel niveau komen te liggen.

Het kostenaspect is één van de belangrijkste aspecten die in de onderzoeksverplichtingen uit de Wwh-vergunning naar voren moet komen.



5. Conclusie en aanbeveling

Door koelwaterinname treedt er sterfte op onder aquatische organismen. De omvang van de sterfte kan zeer groot zijn, maar is sterk afhankelijk van seizoeninvloeden. Een duidelijk effect van de sterfte op de populatie in een aquatisch systeem is door het ontbreken van kennis over populaties niet of nauwelijks vast te stellen.

Viswerende maatregelen zijn kostbaar en niet altijd effectief. De effectiviteit is sterk afhankelijk van de lokale situatie en het is derhalve niet mogelijk een algemene oplossing aan te dragen.

Bovendien is tot nog toe niet mogelijk een relatie te leggen tussen kosten van maatregelen en het effect ervan op vissterfte en dus vispopulaties. Hierdoor is het niet mogelijk een acceptabel kostenniveau (ordegrootte) vast te stellen.

De maatregel die in termen van effectiviteit het meeste perspectief biedt, is aanpassing van het innamewerk in het algemeen en verlaging van de stroomsnelheid van koelwater bij het innamepunt in het bijzonder. Ook het gebruik van geluids- en lichtinstallaties kan tot vermindering van de intrek leiden.

Hierbij dienen aanvullende maatregelen, bijvoorbeeld het installeren van terugspoelsystemen, getroffen te worden om organismen die toch worden ingetrokken (m.n. vissen in de larvale stadia) een hogere overlevingskans te bieden.

De verwachting is dat in individuele situaties een combinatie van maatregelen het meeste effect zal sorteren en dat bij nieuw te bouwen koelsystemen dergelijke maatregelen in het ontwerpstadium reeds de aandacht behoeven.

Het voorstel van de werkgroep is om een aanbeveling naar waterkwaliteitsbeheerders uit te brengen waarin aangegeven wordt dat in de aanloopfase naar de vergunningverlening van nieuwe elektriciteitsseenheden en andere grote koelwatersystemen reeds aandacht moet worden besteed aan kosten en effectiviteit van viswerende maatregelen. Dit is een taak voor de vergunningnemer. Het meest geschikte kader hiervoor is de m.e.r.-rapportage. De wettelijke verplichting tot uitvoering van maatregelen dient te worden vastgelegd in de vergunning op grond van de Wwh.

De werkgroep acht het niet aanbevelenswaardig om bestaande electriciteitsseenheden en andere grote koelwatersystemen uit te breiden met nieuwe viswerende maatregelen, tenzij uit onderzoek mocht blijken dat dit tegen relatief lage kosten mogelijk is. Dergelijk onderzoek is in eerste instantie een taak van het betrokken bedrijf. Een onderzoeksvoorschrift kan worden opgelegd indien er een aanpassing van de Wwh-vergunning plaats vindt, hetgeen overigens vaak zal samengaan met grootschalige aanpassingen van het koelsysteem.



Bijlage 1

Belangrijkste literatuur:

1. Uitspraak t.b.v. Wvo: no. G05.91.1763, 31 oktober 1994
Uitspraak t.b.v. Wwh: no. G03.92.0289, 18 juli 1995
2. Mogelijkheden ter beperking van schade aquatische organismen bij de centrale Gelderland. KEMA, 64110-KES, september 1994.
3. R.H. Hadderingh en J.W. van der Stoep, Elektriciteitscentrales en vis (stand van onderzoek en toekomstige ontwikkelingen). Elektrotechniek nr.64, november 1986
4. R.H. Hadderingh, Schade aan ingezogen vis door elektriciteitscentrales (het probleem en wat er aan te doen is). Elektrotechniek nr.57, november 1979
5. KEMA, Visschade als gevolg van koelwatergebruik door een eventuele nieuwe eenheid van 600 MW bij de centrale Merwedehaven. December, 1984



Bijlage 2 Vissterfte als gevolg van koelwaterinnamen

locatie	centrale IJssel	centrale Hemweg	centrale Velsen	centrale Merwedehaven
sterfte - vis - overig	250-30.000 exx per dag	40-40.000 exx per dag	400-100.000 exx per dag	> 1,6 10 ⁶ exx per dag *
	garnalen, slakken, mosselen, krabben	garnalen, krabben	garnalen, krabben	
koelwaterdebiet m ³ /s	11,7-17,2	25	17	26
inlaatwerk	filters 38 mm resp. 4 mm	rooster 4 cm, trommelzeef 3 mm	rooster 4 cm, trommelzeef 4 mm	
per 1000 m ³	0,2-30	0,02-18	0,3-68	> 7 10 ²

locatie	centrale Nijmegen	centrale Bergum	centrale Maasvlakte
sterfte - vis - overig	tot 15.000 exx per dag		
	± 1000 kg per dag		
koelwaterdebiet m ³ /s	max. 26		40
inlaatwerk	rooster 25 mm, bandzeef 5 mm		
per 1000 m ³	7	25	10

* piekschatting