

Vis, koelwater en waterkracht

Probleem en remedie tegen vissterfte

Voor de opwekking van energie en veel andere industriële activiteiten is oppervlaktewater onontbeerlijk. Als gevolg van inzuiging door koelwateronttrekking of als gevolg van passage door turbines van waterkrachtcentrales treedt vissterfte op. Maarten Bruijs beschrijft zowel het probleem als de mogelijke oplossingen.

Tekst Maarten Bruijs, KEMA Fotografie Jelger Herder en KEMA

Energiecentrales en industrieën gebruiken grote hoeveelheden water voor het afvoeren van warmte. Daarnaast zetten waterkrachtcentrales de kinetische energie in een rivier om in elektriciteit door middel van turbines. Om de benodigde watervoorziening zoveel mogelijk te waarborgen, staan energiecentrales en industrieën vooral aan stromende wateren (kanalen en rivieren) en aan kustwateren; de grotere waterkrachtcentrales liggen in rivieren op stuwlocaties met voldoende verval. Vissen die in de nabijheid van de inlaten zwemmen, hebben een kans om ofwel ingezogen te worden, dan wel de turbines te passeren. Hierdoor ontstaat vissterfte.

Koelwateronttrekking

In het geval van koelwatersystemen hebben vooral vislarven en 0+ vis kans om ingezogen te worden. Door hun beperkte zwemcapaciteit 'driften' ze passief mee met de waterstroom. Vooral 's nachts. Met het ingenomen koelwater passeren de vissen achtereenvolgens een grofrooster en een fijnmazige koel-

waterzeef. Vislarven die nog klein genoeg zijn, gaan door de mazen van de fijnmazige koelwaterzeven, passeren de condensor en worden met het verwarmde koelwater geloosd. Sterfte treedt op als gevolg van mechanische stress en/of de temperatuurschok. Naarmate de vis gedurende het seizoen groeit, houden de fijnmazige zeven een groter deel van de ingezogen vissen tegen. Deze sterfte is voornamelijk het gevolg van mechanische stress door het fysieke contact met de zeven. De zwemcapaciteit van de opgroeiende vis neemt gedurende het verloop van de zomer toe waardoor de mate van inzuiging afneemt. Vissen ouder dan één jaar worden nog nauwelijks ingezogen. Grotere ingezogen vissen zijn in de meeste gevallen individuele exemplaren met een verzwakte conditie.

Waterkracht en vispassage

Bij waterkrachtcentrales wordt een groot deel van de rivierafvoer door de turbines geleid. In de meeste gevallen is dit de hoofdstroom van de rivier. Daarbij passeren in principe de

meeste vissen die met de rivierafvoer meezwemmen de turbines, het overige deel passeert via stuw of vistrap. Sterftepercentages zijn afhankelijk van het type turbine, de vissoort en lengte van de vis, alsook de verdeling van het totale rivierdebiet over de centrale en de naastgelegen vistrap en stuw, waarlangs de vis kan passeren. Bij turbinepassage zijn het vooral de grotere vissen die schade en sterfte ondervinden. Uit onderzoeken is gebleken dat de minste vis schade wordt veroorzaakt door Kaplan turbines in horizontale toepassing bij een relatief klein verval, zoals in Nederland het geval is. Hierbij wordt de meeste schade veroorzaakt doordat de vis in aanraking komt met de loopschoepen. Vissoorten waarbij duidelijke effecten op de populatie kunnen optreden zijn – gedurende het voorjaar – vooral trekvis, zoals de zalm en zeeforel en – gedurende het najaar – paling (schieraal). Vooral omdat deze soorten meerdere waterkrachtcentrales passeren kan deze schade aanzienlijk zijn. Populaties van riviertrekvis met een

jaarlijkse paaitrek zoals barbeel, winde, kopvoorn en sneep zouden ook in hun ontwikkeling kunnen worden belemmerd maar hierover is nog weinig bekend. In principe migreren deze soorten over minder lange afstanden.

Kans op inzuiging

Het gedrag van vis heeft een duidelijke invloed op de mate van inzuiging in koelwatersystemen en passage van waterkrachtcentrales. Het bepaalt niet alleen hoe snel een individuele vis of soort wordt ingezogen, maar ook in welke mate beschadiging optreedt. Het gedrag komt enerzijds voort uit de wijze waarop een soort of individu zijn leefomgeving gebruikt en anderzijds de wijze waarop een vis reageert op zijn omgeving en hydraulische condities in het watersysteem.

Door de specifieke habitatvoorkeur en -gebruik van de vissoorten en hun leeftijdsklassen, is de verticale verspreiding en verplaatsing niet willekeurig verdeeld. Sommige soorten verblijven voornamelijk aan de bodem terwijl andere hoger in de waterkolom leven. Afhankelijk van de positie van de vis in relatie tot de hydraulische zone van de koelwateronttrekking, heeft een vis meer of minder kans om te worden ingezogen. Deze verschillen in diepteverspreiding tussen soorten en leeftijdsklassen variëren per seizoen of zelfs per dagdeel. Deze verschillen zijn duidelijk terug te zien in de mate waarin ze per seizoen en dagdeel worden ingezogen. Sommige vissoorten vertonen, mits de stroomsnelheid dit toelaat, een duidelijke aarzeling om een grofrooster te passeren. Actief migrerende diadrome-soorten zwemmen instinctief in stroomafwaartse richting. Als er geen stimulus is die ervoor zorgt dat ze roosters ontwijken, zullen ze snel in het koelwaterkanaal of in turbines terecht komen. Andere soorten die langere tijd in een gebied verblijven, zullen sterker reageren op hydraulische condities en meer in staat zijn om een rooster te detecteren en te ontwijken. Zonder stimulus om het rooster te ontwijken, zullen deze soorten langer voor het scherm zwemmen voordat ze deze passeren.

Dit zwemgedrag voor een rooster kan er echter weer voor zorgen dat ze fysiologisch vermoeid raken en uiteindelijk alsnog ingezogen worden door hun lagere zwemcapaciteit. Dergelijke stress beïnvloedt de overlevingskans.

Paling en zalm

Bij waterkrachtcentrales treedt het probleem vooral op bij paling en zalmachtigen. Beide soorten vertonen een duidelijke aarzeling om grofroosters bij inlaten van waterkrachtcentrales te passeren. Een relatief groot deel van de schieraal die in de buurt van het rooster komt, vertoont aarzeling en omkeergedrag en bovendien zwemt een deel van de schieraal zelfs weer in stroomopwaartse richting weg, om later weer een poging te doen. Stroomafwaarts migrerende smolts (jonge zalmachtigen) vertonen eveneens een natuurlijke weerstand bij een grofrooster en blijven in een groep voor het rooster zwemmen met de kop tegen de stroming in. Dit soort gedrag vindt plaats mits de stroomsnelheid dit toelaat. Over het specifieke gedrag van andere riviertrekvissoorten bij grofroosters is weinig bekend; wel weten we dat de meeste zich in het algemeen in de bovenste waterlagen ophouden.

Significante effecten

Het effect van vischade door inzuiging en turbinepassage is afhankelijk van de relatie tussen deze sterfte en de natuurlijke sterfte binnen de populatie. Het herstelvermogen van een populatie speelt hierbij een belangrijke rol. De invloed van vissterfte door koelwateronttrekking en turbinepassage hangt af van een aantal factoren die per locatie verschillend zijn:

- de hoeveelheid ingezogen vis
- het schadepercentage
- de omvang en opbouw van de populatie
- het herstelvermogen van de populatie
- de aanwezigheid van andere bedreigingen
- de aanwezigheid van gevoelige soorten.

De werkelijke effecten zijn lastig vast te stellen: de sterfte per soort >



Trommelzeven filteren het koelwater. Naast het vuil worden ook de vissen afgevangen, welke via een goot weer terug naar het oppervlaktewater worden gespoeld.



Vooral aal blijkt kwetsbaar voor waterkrachtcentrales.

moet gerelateerd worden aan de op dat moment aanwezige populatie. Slechts van een beperkt aantal, commercieel interessante soorten zijn voldoende langjarige populatiegegevens beschikbaar om dergelijke exercities goed uit te kunnen voeren en de effecten te kunnen duiden. In de meeste gevallen is de populatieomvang en -opbouw echter niet duidelijk in beeld te krijgen, waardoor de nodige aannames gemaakt moeten worden. Het is daarnaast ook moeilijk te bepalen wanneer een effect daadwerkelijk significant is. Vanuit de wet- en regelgeving zijn er, zowel voor koelwateronttrekking als waterkracht, nog geen uitontwikkelde tools beschikbaar om een juiste beoordeling te maken. Vooralsnog worden beoordelingen uitgevoerd op basis van zogeheten 'expert judgement'.

Onderzoek noodzakelijk

Onderzoek naar technieken om inzuiging en de daaraan gerelateerde sterfte van vis bij koelwaterinlaten, drinkwaterinnamepunten en waterkrachtcentrales te reduceren, vindt al plaats sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw. Ondanks dat er redelijke kennis is opgedaan over de technische mogelijkheden, zijn de meeste systemen

niet eenduidig in hun toepasbaarheid en te verwachten effectiviteit. De mogelijkheid van een specifieke technische maatregel om aan de wettelijke eisen te voldoen, wordt namelijk in belangrijke mate beïnvloed door een scala aan (vaak niet controleerbare) biologische, hydraulische en technische factoren. Voor het maken van een goede keuze moeten deze per specifieke locatie worden geëvalueerd.

Voor koelwaterinlaten in Nederland is er de 'BAT' (toepassing van Best Available Techniques) om in ieder geval de instroomsnelheid te beperken en een goedwerkende visopvang en -retoursysteem toe te passen. Conform de CIW Beoordelingssystematiek Koelwater, moet tevens worden voorkomen dat koelwater wordt ingenomen vanuit een paai- en opgroeigebied. Optimalisatie van het verzamelen van vis op de fijnmazige zeven en de toepassing van een effectief visretoursysteem is voor de meeste bestaande installaties de meest effectieve aanpak.

Om de passage van stroomafwaarts migrerende vis door de turbines van een waterkrachtcentrale te voorkomen, moet er een alternatieve route aanwezig zijn – een zoge-

naamde bypass – zodat de vis onbeschadigd de installatie kan passeren. Vis zal bij natuurlijke aarzeling om het rooster te passeren, 'van nature' op zoek gaan naar een alternatieve route. Bypasses worden ook in combinatie met mechanische of gedragsgebaseerde barrières of geleidingssystemen toegepast. De efficiëntie van een bypass hangt sterk af van de verticale positie, de geometrie van de ingang en de hydraulische condities. Deze moeten afgestemd zijn op de vereisten van specifieke soorten.

Te zetten stappen

In Nederland is er veel aandacht voor het beperken van vissterfte als gevolg van inzuiging door koelwateronttrekking en passage van waterkrachtcentrales, zowel voor de ontwikkeling van regelgeving en tools voor beoordeling en handhaving, alsook voor de ontwikkeling van technische maatregelen. Op beide vlakken moeten nog een aantal stappen gezet worden voordat op een adequate wijze maatregelen doorgevoerd kunnen worden. Een snelle voortgang hiervan is in het bijzonder van belang voor waterkrachtcentrales ten behoeve van de aalstand en het populatieherstel van zalm. **V**

Bestaande maatregelen

Maatregelen om inzuiging door koelwateronttrekking te beperken, bestaan uit technieken die voorkomen dat vis wordt ingezogen en technieken die de overleving van de ingezogen vis vergroten. Voor waterkrachtcentrales moet een systeem worden toegepast dat voorkomt dat vis het grofrooster passeert door deze naar een bypass te geleiden. De variatie aan technieken is ontstaan door de verscheidenheid aan locaties met locatiespecifieke biologische, hydrodynamische en technische factoren. Er zijn vier hoofdcategorieën:

- *mechanische barrières (houden de vis fysiek tegen)*
- *verzamelssystemen (actief verzamelen van de vis en terugvoer naar het oppervlaktewater)*
- *afscheidingssystemen (afschieden van de vis uit de koelwaterstroom naar een bypass en terugvoer naar het oppervlaktewater)*
- *gedragssystemen (veranderen of gebruik maken van het natuurlijke gedrag van vis om deze te lokken of af te schrikken).*

Naast deze hoofdcategorieën is het nog mogelijk om de bedrijfsvoering aan te passen om de instroomsnelheid en -richting te veranderen, of een hybride systeem toe te passen waarbij een combinatie van systemen wordt toegepast om de algehele effectiviteit te vergroten.

Aanpassingen aan bestaande koelwaterinlaten en de bouw van visgeleidingssystemen zijn grote investeringen. Bovendien is de effectiviteit van de maatregelen op een specifieke locatie niet op voorhand goed vast te stellen.

Geraadpleegde literatuur

- Hadderingh, R.H., 1979. Fish intake mortality at power stations, the problem and its remedy. *Hydrobiological Bulletin*, 13:83-93.
- Hadderingh, R.H., Van Aerssen, G.H.F.M., Groeneveld, L., Jenner, H.A. & Van Der Stoep, J.W., 1983. Fish impingement at power stations situated along the rivers Rhine and Meuse in the Netherlands *Hydrobiol. Bull.* 17:129-141.
- Hadderingh R.H. & Bakker, H.D., 1998. Fish mortality due to passage through hydroelectric power stations on the Meuse and Vecht rivers. In: Jungwirth, M., Schmutz, S. & Weiss, S. (eds.) *Fish migration and fish bypasses*. Fishing News Books, Oxford. 315-328.
- Hadderingh, R.H. & M.C.M. Bruijs, 2002. Hydroelectric power stations and fish migration. *Tribune de l'eau*, Vol. 55; 619-620/5-6: 79 – 87.
- Bruijs M.C.M. 2004. Effectiviteit visgeleidingssystemen bij de bestaande waterkrachtcentrales Linne en Alphen. KEMA rapport nr. 04-7019.
- Bruijs, M.C.M., 2007. Bureaustudie naar technische en operationele maatregelen bij koelwaterinlaten om de effecten van visinzuiging te reduceren. KEMA rapport nr. 07-9183.
- DWA, 2005. *Fish Protection Technologies and Downstream Fishways. Dimensioning, Design, Effectiveness Inspection*. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser and Abfall e.V. Hennef, Germany.
- Vriese, F.T., M.C.M. Bruijs & A. bij de Vaate, 2009. *Ecologische effecten van onttrekking van (koel-)water op vis: aanzet tot een handreiking*. Nieuwegein. VA2009_38.
- IPPC, 2001. "Reference document on the application of Best Available Techniques to industrial cooling systems"., december 2001.

De visretourleiding van de Eemscentrale.

