

## Groene stroom en visbescherming

Document over visgeleiding bij waterkrachtcentrales in Nederland in het riviersysteem van Rijn en Maas

### Inleiding

Dit document geeft zicht op de opwekking van elektriciteit met behulp van waterkrachtcentrales (WKC's) en de consequenties daarvan.

De gegevens betreffen de situatie in Nederland alsmede het Europese riviersysteem van Rijn en Maas. Daarnaast gaat het voornamelijk in op de negatieve effecten door deze vorm van energiewinning. Schade aan vis en visstand is te voorkomen, dan wel te verminderen door geleiding, inclusief aangepast beheer. Een overzicht en beoordeling van deze systemen en methodes zijn opgenomen. Juridische aspecten komen eveneens voor het voetlicht: beleidskaders, (Europese) richtlijnen en verplichtingen én vorm en inhoud van beheersovereenkomsten, die zijn of worden gesloten met exploitanten van centrales.

### Beleid duurzame energie

De Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (1999) bekrachtigt dat in 2000 3%, 2010 5% en in 2020 10% van de energiehuishouding in Nederland (verbruik) afkomstig moet zijn van duurzame energiebronnen. In 2001 was 1,3% gerealiseerd.

De nota 'Duurzame Energie in opmars' (1997) geeft aan dat de maximaal verwachte bijdrage van waterkracht aan de doelstelling voor 2020 3 PJ (petajoule) bedraagt. In 2000 is dit vastgelegd in de nota 'Duurzame energie in uitvoering', waarbij als knelpunt voor de totstandkoming de invloed op de visstand is genoemd.

### Waterkrachtcentrales in Nederland

Het potentieel aan economisch rendabele waterkracht in Nederland is beperkt, met name door de geringe hoogteverschillen. Daarom is benutting alhier slechts op basis van subsidie rendabel gebleken. Er zijn in Nederland vier grote WKC's: Lith (14,0 MW) en Linne (11,5 MW) in de Maas en Maurik (10,0 MW) en Hagestein (1,8 MW) in de riviertak Nederrijn/Lek. Daarnaast zijn er nog ongeveer tien kleine in beken in Gelderland, Limburg en Noord-Brabant. Die in de Overijsselse Vecht (Haandrik 0,1 MW) en Roer (Roermond 0,2 MW) zijn de belangrijkste. Essent N.V. heeft het voornemen een centrale te bouwen in de Maas bij Borgharen (7 MW). Tenslotte zijn er plannen voor WKC's op de Maas bij Grave en Sambeek. De verwachte levensduur van een centrale bedraagt 40 á 50 jaar.

### Waterkrachtcentrales in het riviersysteem van Rijn en Maas

In het stroomgebied van Rijn en Maas bevinden zich meer dan 2000 WKC's, waarvan 90% kleiner dan 1MW. Het merendeel ligt in Duitsland, met name in de zijrivieren van de Rijn. In de Rijn liggen tussen Iffezheim (700 kilometer stroomopwaarts) en Rotterdam twee centrales in de riviertak Nederrijn/Lek. In de benedenstroom van de Maas zijn er thans tot de monding van de Roer en Ourthe maar één, respectievelijk vier in werking. Dit zijn overigens wel de belangrijkste zijrivieren voor trekvis. Verder stroomopwaarts van de Maas bevinden zich nog 13 centrales, waarvan 1 buiten gebruik is.

Zo'n 85% van het stroomgebied van Rijn en Maas, met daarin de voor trekvissoorten belangrijke paai- en opgroeigebieden, ligt bovenstrooms van één of meer centrales. Het resterende deel ligt voornamelijk in Nederland.

Voor de Maas geldt dat vissen zowel in België als in Nederland WKC's moeten passeren. Afhankelijk van de plaats heeft een centrale meer of minder effect op de visstand (zie ook verder).

### Effecten van waterkrachtcentrales

Stuwen, met of zonder waterkrachtcentrales vormen een belemmering voor **stroomopwaarts** migrerende vis. Dit is op te lossen door aanleg van vistrappen: voorzieningen die vissen omleiden. Overigens kunnen deze vistrappen ook bij stroomafwaartse migratie hun diensten bewijzen. Dit kennisdocument gaat verder hoofdzakelijk over **stroomafwaartse** migratie.

**Stroomafwaarts** maken turbines een belangrijk verschil. Deze liggen namelijk in de hoofdstroom, die vissen instinctief eveneens gebruiken. Derhalve komen zij zonder visgeleiding in de turbine terecht. Die vissen lopen dan dus een grote kans op verwondingen of zelfs de dood.

### **Visschade door passage via de turbine(s)**

Uit onderzoek blijkt dat visschade wordt veroorzaakt door:

- verwonding door aanraking met turbinebladen;
- plotselinge veranderingen in hydrostatische druk;
- gasbelvorming door O<sub>2</sub>-oververzadiging (cavitatie);
- hoge turbulentie, die vis kan breken of verwonden.

De schade per centrale blijkt sterk te variëren, afhankelijk van vele factoren. De belangrijkste zijn:

- vissoort (gedrag, kwetsbaarheid);
- lengte van de vis (leeftijd);
- type, rotatiesnelheid en diameter van de turbine;
- lokale omstandigheden (aanstroming).

Onderzoek bij Linne geeft aan dat 16% van de paling(schieraal) direct sterft en ruim 5% schade oploopt. Een deel daarvan zal alsnog doodgaan of zich niet meer kunnen voortplanten.

Uit buitenlands onderzoek bij vergelijkbare turbines (horizontale Kaplan) blijkt de sterfte vaak nog hoger.

Schade aan andere vissoorten is in het Nederlandse deel van de Maas slechts zeer beperkt onderzocht. Toch kan op basis van buitenlands onderzoek bij vergelijkbare turbines, een grove schatting van de directe sterfte worden gemaakt: 4 à 5 procent. Over de latere sterfte is minder bekend.

### **Cumulatieve visschade**

Bij een reeks achter elkaar liggende WKC's - zoals in het systeem van Rijn en Maas veel voorkomt - is er een cumulatief effect. Naarmate de centrale meer stroomafwaarts in het systeem ligt, is de impact op de trekvispopulaties navenant groter. Dit komt door de dan (bijna) hele bovenstroomse populaties.

Bij trekvissoorten die op weg naar zee verscheidene centrales moeten passeren, is zeker sprake van cumulatieve schade. Dit is vooral van belang indien paai- en/of opgroeigebied een beperkende factor zijn bij de (her)opbouw van een populatie (zalm) of wanneer de populatie onder druk staat (aal). Deze populaties dreigen dan namelijk beneden het biologisch minimum te komen.

Uitgaande van de te verwachten ongeveer 5 % mortaliteit per centrale voor jonge zalm en zeeforel en 15% voor aal, loopt deze directe sterfte bij het passeren van meer centrales derhalve op. De indirecte mortaliteit (letale verwondingen, predatie) verhoogt dit percentage nog.

De aanwezigheid van vele WKC's stroomafwaarts van de resterende paai- en opgroeigebieden, maakt herintroductie van de zalm – zonder goede geleiding - praktisch onmogelijk.

Zelfs indien de visschade met 50% kan worden beperkt, resteert er na passage van 10 centrales een voor de populaties (te) grote schade.

### **Mogelijkheden tot beperking van de visschade**

Trekvissoorten zijn afhankelijk van het bereiken van hun voortplantingshabitat. Voor schieraal is dat de zee, voor zalm zijn dat de bovenlopen van beken en rivieren. Deze levenscyclus dwingt de vissen tot het passeren van alle versperringen. Dus moet er een alternatieve route zijn door:

- fysieke barrières die de vis beletten de WKC via de turbine(s) te passeren;
- methodes gebaseerd op gedrag van de vis (licht, geluid, bellenscherm);
- management van de centrale (monitoring migratie en tijdelijk stilleggen van de centrale).

Combinaties van maatregelen zijn vanzelfsprekend mogelijk.

De eerste twee methodes leiden de vissen langs de turbine(s); de derde legt de centrale tijdelijk stil.

De fysische methodes zijn gebaseerd op hekwerk. Schuin geplaatste (fijn)roosters geven zeer goede resultaten.

Het is een dure optie, met betrekking tot zowel aanleg als onderhoud. Dit is echter wél het enige systeem dat voor nagenoeg alle te beschermen soorten tegelijk werkt en verreweg het grootste rendement heeft (circa 95%).

Op gedrag gebaseerde methodes werken selectief per vissoort.

Uit onderzoek blijkt dat niet elk individu zich laat leiden door dezelfde methode. Bovendien treedt na meer confrontaties met belemmeringen gewenning op.

Vaak zorgen deze methodes voor de ene vissoort voor afstoten en voor de andere voor aantrekken. Zo schrikt licht aal af en trekt het salmoniden aan. Dit betekent dat rekening moet worden gehouden met het toepassen van combinaties van licht, geluid en bellenschermen.

Bij Linne is onderzoek uitgevoerd naar geleiding van paling door licht. Het scherm bleek paling af te schrikken. Literatuuronderzoek heeft vervolgens tot een schatting geleid, dat licht maximaal 80% geleidt. Voor geleiding van zalm en zeeforel door middel van licht, geluid en luchtballen, schatten de onderzoekers dit ook op maximaal 80%. Voor overige migrerende vissoorten is dit 60 á 75%.

Bij de methodes van managementgestuurde visschadebeperking wordt de centrale tijdelijk stilgelegd, indien monitoring aangeeft dat de trek een bepaald niveau (binnenkort) bereikt. De effectiviteit is sterk afhankelijk van de nauwkeurigheid van de monitoring en de ervaringsdeskundigheid. Niet alle vis van een soort trekt namelijk op hetzelfde moment op dezelfde plaatsen in de rivier. Ook bestaat een grote kans op storingen bij toepassing van deze methodes. Dan komt bij meer centrales achter elkaar, het rendement van het geheel voor de vis onder druk te staan. Voor schieraal is er met deze methode een veelbelovend onderzoek uitgevoerd (Silver Eel).

### **Beleid inzake vismigratie in het kader van ecologisch herstel**

Omdat een waterkrachtcentrale effect heeft op vissen, visbestanden en leefgebieden en met name een belemmering vormt in de vrije trekroutes, kan aanleg en gebruik onderhevig zijn aan een specifieke natuurbehoudtoets. Het beleid richt zich op de soorten- en gebiedsbescherming en op het in stand houden van trekroutes van migrerende soorten. Vrije migratie is uitgangspunt.

1. Soortenbescherming vindt plaats door de Flora- en faunawet. Beschermde vissoorten mogen zonder ontheffing of vrijstelling niet worden verstoord, gevangen of gedood.

Gebruikelijk is in de ontheffing voorschriften op te nemen met de aard van de te nemen maatregelen. Ontheffing van het verbod om beschermde vissen te doden of te verwonden wordt alleen verleend, wanneer duidelijk is welke soorten het betreft, er sprake is van een zwaarwegend maatschappelijk belang, er geen andere alternatieven zijn die tot geen of minder schade leiden en dat de mitigerende en compenserende maatregelen, die worden getroffen om de effecten op de duurzame instandhouding van de betreffende soorten te beperken, aantoonbaar effectief zijn.

Bij een waterkrachtcentrale zijn een visgeleidingssysteem of -methode het meest geschikte instrument.

2. Gebiedsbescherming vindt plaats ingevolge o.a. de Europese Habitatrichtlijn. Op grond hiervan zal Nederland gebieden aanmelden en aanwijzen als speciale beschermingszones. Voorts zal Nederland maatregelen nemen om het behoud van deze gebieden en individuele soorten veilig te stellen. Zowel actief (via het beheer) als passief (via o.a. het ruimtelijk beleid en de Natuurbeschermingswet). Dit betekent dat plannen en activiteiten zullen moeten worden beoordeeld op hun effecten op de soorten en hun leefgebied.

De grote rivieren maken tenslotte ook alle deel uit van de ecologische hoofdstructuur (EHS) van Nederland. Daarin zijn geen ruimtelijke ontwikkelingen toegestaan, tenzij:

- sprake is van een zwaarwegend maatschappelijk belang (onder andere veiligheid);
- alternatieven ontbreken;
- de negatieve effecten voor de natuur worden gemitigeerd;
- het areaalverlies wordt gecompenseerd.

3. Voor het instandhouden van vrije trekroutes is de Europese Kaderrichtlijn Water van belang. Deze schrijft voor dat alle ingrepen in het betreffende watersysteem worden beoordeeld op de effecten binnen het gehele systeem. Zo nodig dienen mitigerende maatregelen plaats te vinden voor de (trek)vis.

Verder is van belang de Benelux-beschikking M (96) 5 inzake de vrije migratie van vissoorten in de hydrografische stroomgebieden van de Beneluxlanden. De beschikking is op 26 april 1996 ondertekend. Ze stelt ondermeer dat de betrokken regering deze vrije migratie moet verzekeren. De overweging hierbij geeft aan dat gemeenschappelijke concepten ter bescherming, het herstel en beheer van trekvissoorten en meer in het bijzonder van de grote anadrome trekvissoorten, moeten worden opgesteld.

Op grond van het bovenstaande dient bij twee bestaande centrales de reeds in beheersovereenkomsten opgelegde verplichting voorzieningen voor visgeleiding aan te leggen, alsnog te worden uitgevoerd. Voor te bouwen of in gebruik te nemen waterkrachtcentrales zal er, voorafgaand aan de ingebruikstelling, een visgeleidingssysteem of -methode moeten zijn, alvorens ontheffing wordt verleend.

## Vergunning of ontheffing

De waterkrachtcentrale moet planologisch worden ingepast in het bestemmingsplan.

Voor de bouw en exploitatie zijn van verschillende overheden een vergunning of ontheffing vereist in het kader van:

- de Wet milieubeheer (Gemeente)
- de Natuurbeschermingswet (Ministerie van LNV)
- de Wet verontreiniging oppervlaktewater (Ministerie van V&W)
- de Ontgrondingenwet (Gemeente)
- de Grondwaterwet (Gemeente)
- de Wet beheer Rijkswaterstaatswerken (Ministerie van V&W)
- de Wet op de waterhuishouding (Ministerie van V&W)
- de Wet bodembescherming (Ministerie van V&W)
- de Flora- en faunawet (Ministerie van LNV).

## Milieueffectrapportage

De bouw en exploitatie vallen onder de m.e.r.-beoordelingsplichtige activiteiten. Het bevoegd gezag bestaat uit de gemeente en de ministeries van V&W en LNV. De gemeente coördineert.

Uit het milieu effect rapport (MER) Borgharen blijkt dat een WKC negatieve gevolgen heeft voor vissen die daar doorheen geleid worden. De ronddraaiende turbinebladen zullen een significant deel van die vissen doden dan wel beschadigen. Dit laatste leidt uiteindelijk veelal ook tot hun dood. Met name is dit zorgelijk voor de kwetsbare migrerende vissoorten als paling, zalm en zeeforel. Deze moeten voor het volbrengen van hun levenscyclus immers grote delen van het riviersysteem op- en afzwemmen. In het genoemde MER staat geen uitspraak over de mate waarin de ontwikkeling van levensvatbare populaties migrerende vissoorten door waterkrachtcentrales wordt belemmerd. Verder heeft dit MER geen aandacht besteed aan methodes om vissen uit de turbines te weren. Dit naar aanleiding van toen bestaande leemten in kennis.

## Financiële consequenties

In grote lijnen kunnen de financiële consequenties worden onderscheiden in:

- kosten van aanleg, beheer en onderhoud van een visgeleidingssysteem of -methode, inclusief de daarbij benodigde monitoring;
- verloren gaan van investeringen in waterkrachtcentrales indien toepassing van visgeleiding leidt tot niet meer rendabele productie;
- schade door het niet kunnen benutten van de visstand door beroepsvissers (consumptievis) en het verlies aan aantrekkelijkheid van een bepaald gebied voor de sportvisserij;
- ecologische schade die zich zou kunnen vertalen in het opgelegd krijgen van een boete of dwangsom wegens het niet nakomen van de EU-richtlijnen.

Sommige kosten zijn eenmalig, zoals aanlegkosten.

In alle gevallen zullen de financiële gevolgen moeten worden afgezet tegen de winst die een waterkrachtcentrale oplevert in economische en ecologische zin. Er zal dus een afweging moeten plaatsvinden tussen economisch belang, natuur-, vis- en duurzaam energiebelang.

Vele financiële consequenties zijn niet eenvoudig vast te stellen. Een uitzondering hierop vormen de visgeleidingssystemen. Zie onderstaande tabel, gebaseerd op gegevens van de KEMA, afkomstig uit het Stappenplan Waterkrachtcentrales fase II.

Systeem	Eenheid	kosten per eenheid (EUR miljoen)	afmeting / hoeveelheid per centrale	kosten per centrale (EUR miljoen)
<b>Geleidingssysteem</b>				
schuingeplaatst rooster	lengte 100 m hoogte 10 m	3,5	200 m	7
Lichtstelsel	lengte 100 m	0,2	200 m	0,4
Geluid (BAFF)	lengte 100 m	0,3	200 m	0,6
<b>Bypass</b>				
Vistrap		n.v.t.		aanpassing nodig, kosten onbekend
surface bypass		0,2 – 0,4	1 – 4	1 bypass: 0,2 – 0,4 4 bypasses: 0,8 – 1,6
diepe bypass		0,2 – 0,4	1 – 4	1 bypass: 0,2 – 0,4 4 bypasses: 0,8 – 1,6

De kosten van aanleg van een geleidingssysteem hangen sterk af van lengte en diepte ervan. Hoe korter, hoe goedkoper. Onderstaand is uitgegaan van een tamelijk groot systeem. Bij bestaande centrales kunnen deze kosten hoger zijn dan bij nieuwe.

Uitgaande van een geleiding van 200 meter en het toepassen van twee surface bypasses en twee diepe bypasses, liggen de kosten per waterkrachtcentrale - afhankelijk van het gekozen systeem van visgeleiding - minimaal op € 1,2 miljoen en maximaal op € 8,6 miljoen. Dit is 3 tot 25% van de bouwkosten van een waterkrachtcentrale, die op ca. 35 tot € 45 miljoen kunnen worden gesteld.

Overigens zijn eventuele kosten voor de aanpassing van de vistrap niet meegenomen (zie tabel).

Over het aandeel van de beheer- en onderhoudskosten van een visgeleidingssysteem of -methode in de exploitatierekening en over de eventuele restschade, zijn momenteel geen gegevens. Dit aandeel is vanzelfsprekend ook afhankelijk van het toegepaste systeem of de toegepaste methode.

**17april 2003**