



Beperken van de  
impact van  
waterkrachtcentrales  
op de trekvissen  
tijdens hun  
stroomafwaartse trek  
via maximale  
sterftecijfers per  
waterloop

Nederlandse aanpak

Tim Vriese (ATKB)

Jasper van Kempen (RWS CD)



# Inhoud van de presentatie

- Inleiding
- Oorzaken van vissterfte door waterkrachtcentrales (WKC's)
- Effecten van vissterfte op populaties aal en salmoniden
- WKC's en vergunningverlening: beleidsregel
  - Invloed op WKC's
  - Inhoud
  - Totstandkoming
- Experimenten om vissterfte te reduceren



# Inleiding

**Tabel 1.** Grotere WKC's in Nederland.

Rivier	Locatie	Bedrijf	Geregistreerd vermogen	Jaarlijkse productie	Jaar van ingebruikname
Maas	Lith/Alphen	Nuon	14,0 MW	44 GWh	1990
Maas	Linne	Essent	11,5 MW	35 GWh	1989
Nederrijn/Lek	Amerongen/Maurik	Nuon	10,0 MW	24 GWh	1988
Nederrijn/Lek	Hagestein#	Nuon	1,8 MW	3 GWh	1959
Ov. Vecht	De Haandrik	Essent	0,2 MW	0,3 GWh	1988
Roer	Roermond	Nuon	0,25 MW	0,1 GWh	2000

#: in 2005 buiten gebruik gesteld

In de periode 1988 tot 1990 zijn de drie grote WKC's in Nederland gerealiseerd. Verplichting tot het realiseren van visgeleidingssystemen was toen al opgenomen.

Echter, niet realiseerbaar tegen acceptabele kosten/effectiviteit.



# Inleiding

In 1999 bestuurlijk overleg tussen LNV, EZ en RWS aangaande WKC's.

Resultaat: Bestuurlijk document "WKC's en vismigratie in de Maas" (Van der Sar *et al.*, 2001) met een eerste normstelling.

- *"Waar het gaat om beschermde vissoorten (wettelijk beschermd en door beleid genoemde doelsoorten) heeft de werkgroep de indruk – onder groot voorbehoud – dat voorlopig met een ongedifferentieerde werknorm voor restschade moet worden gewerkt van 10% voor de Nederlandse Maas met de volgende basis":*
- *"Het doel is en blijft 0% schade";*
- *"De veronderstelling is dat andere, niet beschermde vissoorten in gelijke mate meeprofiteren van de genomen visschade voorkomende maatregelen".*
- *Bovenstaande cumulatieve werknorm voor de gehele Nederlandse Maas moet doorvertaald worden naar een norm voor individuele WKC's".*

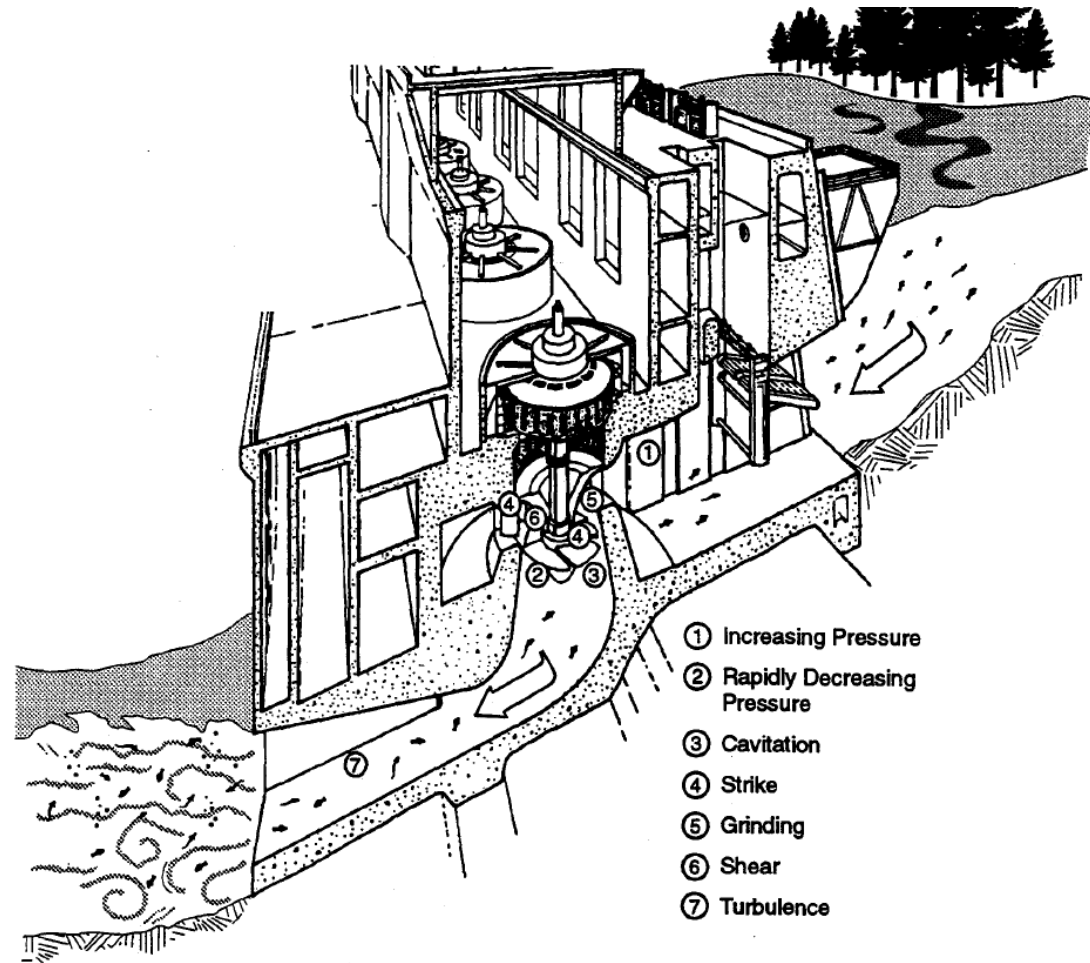


# Oorzaken van vissterfte door WKC's

Al sinds begin jaren '30 van de vorige eeuw wordt er onderzoek gedaan naar vissterfte door WKC's.

Belangrijkste oorzaken  
(laagverval turbines):

- 1). Barotrauma;
- 2). Botsing;
- 3). Shear en turbulentie.



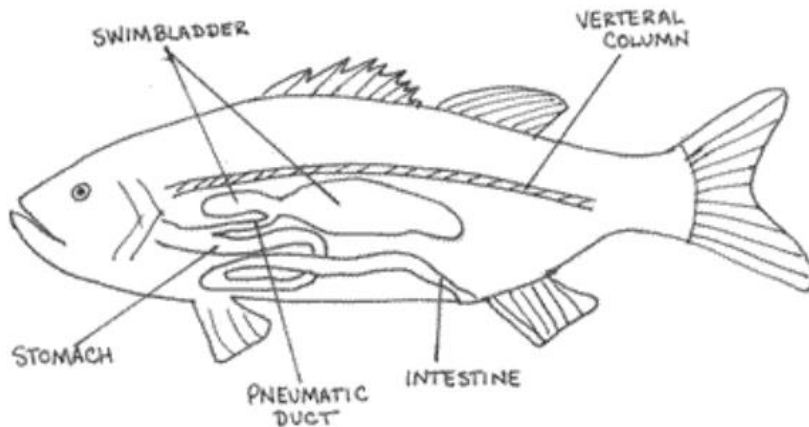


# Oorzaken van vissterfte door WKC's

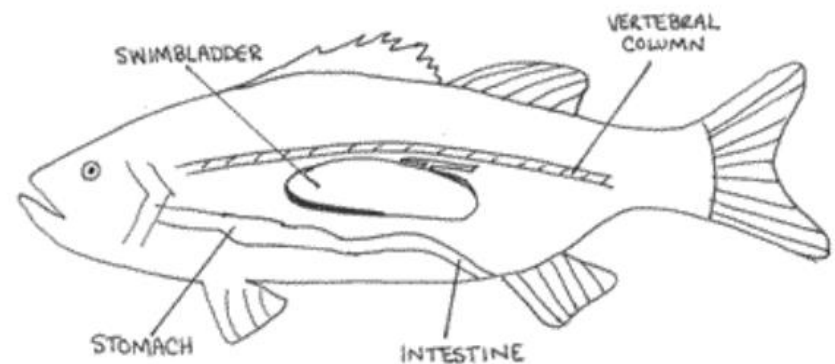
1). Barotrauma (letsel als gevolg van drukverlaging).

Wet van Boyle: schade ontstaat door het uitzetten van aanwezig gas (bijvoorbeeld in de zwemblaas van vissen).

Physostome vissoorten

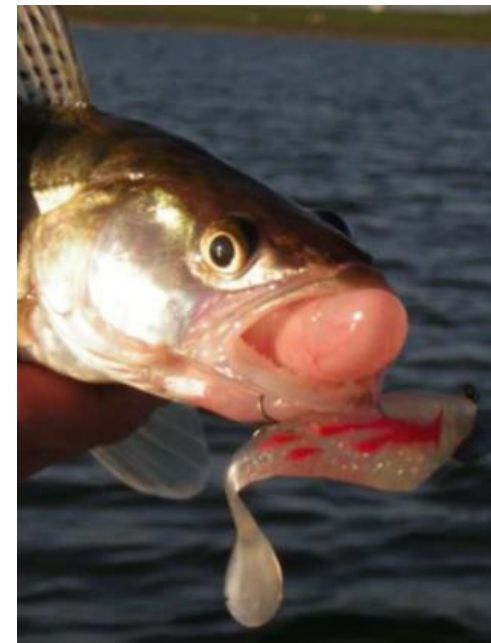
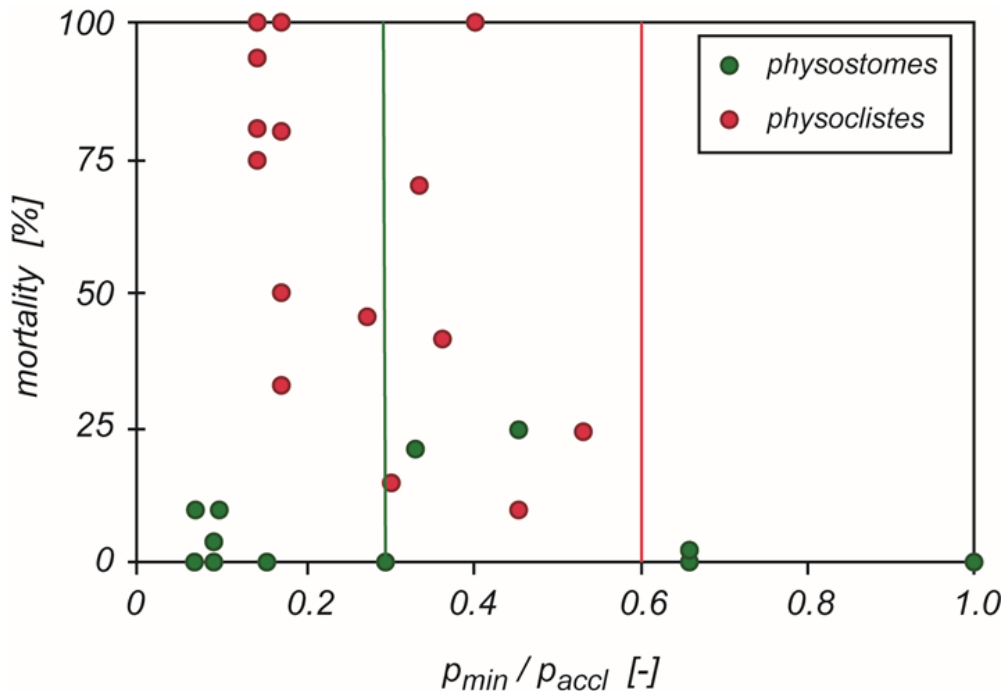


Physocliste vissoorten



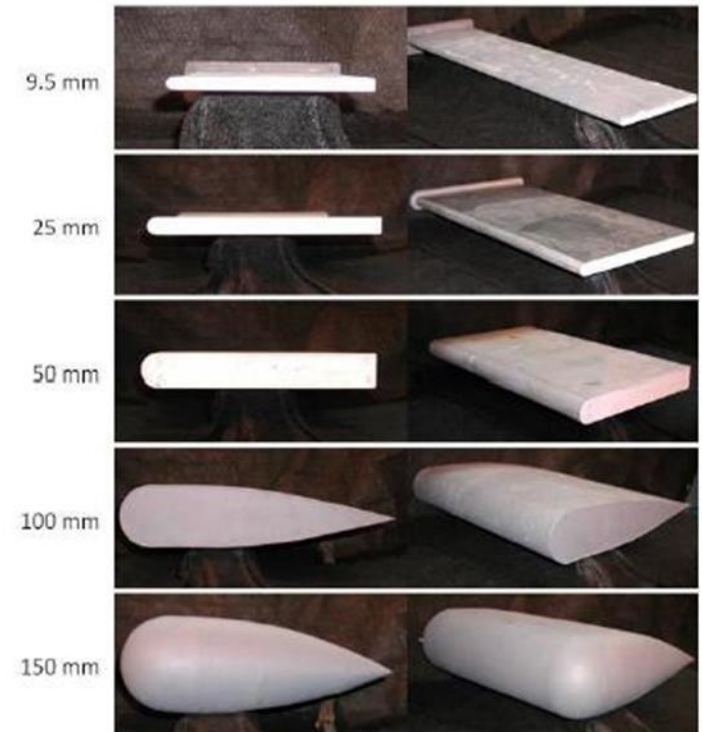
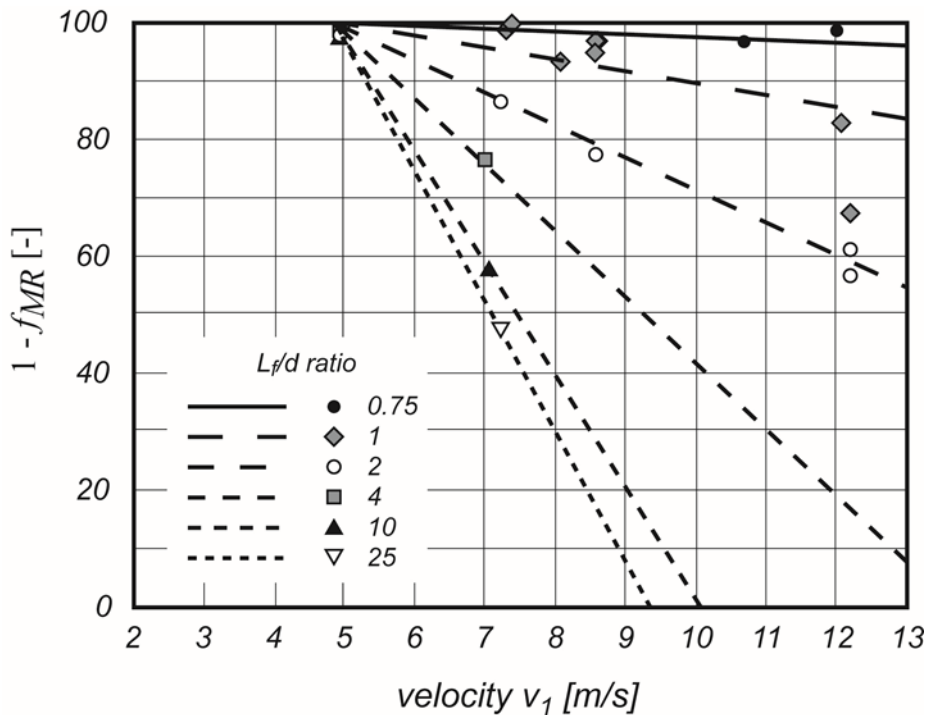
# Oorzaken van vissterfte door WKC's

- Physostome vissoorten kunnen snel druk verlagen:  $p > 0,3 \times p_{accl}$ ;
- Physocliste vissoorten hebben uren nodig om gas via bloed te laten diffunderen:  $p > x 0,6 p_{accl}$ .



# Oorzaken van vissterfte door WKC's

2). Botsing met onderdelen van de turbine is belangrijkste oorzaak van mortaliteit (EPRI, 2001).

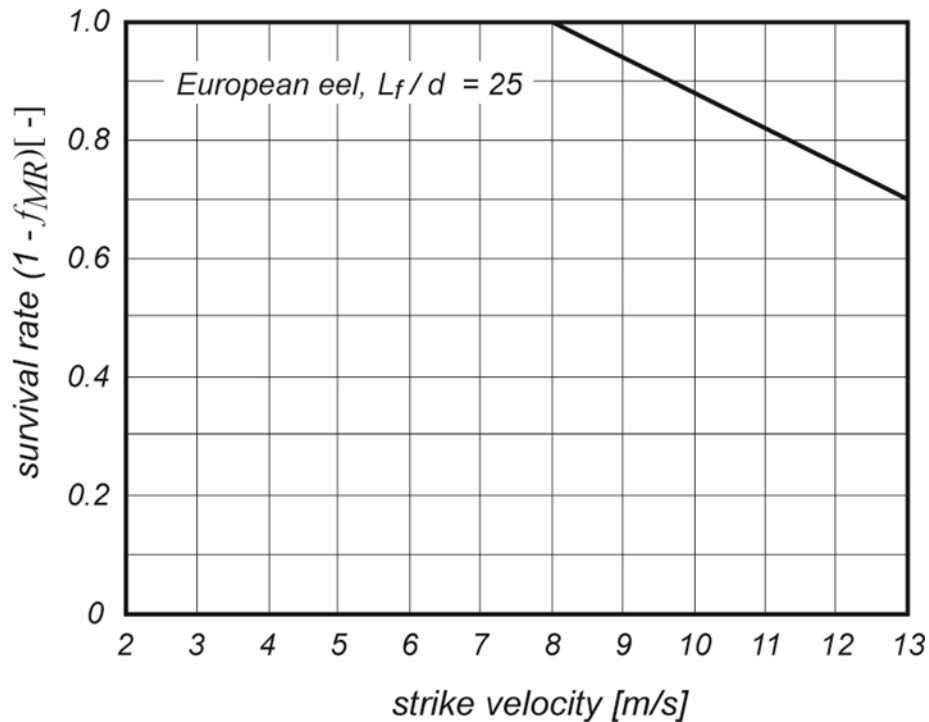






# Oorzaken van vissterfte door WKC's

Voor aal



Van Esch & Spierts,  
2014



# Oorzaken van vissterfte door WKC's

## 3). Shear en turbulentie

Onlosmakelijk met elkaar verbonden, als er shear is, is er ook turbulentie en vice versa.

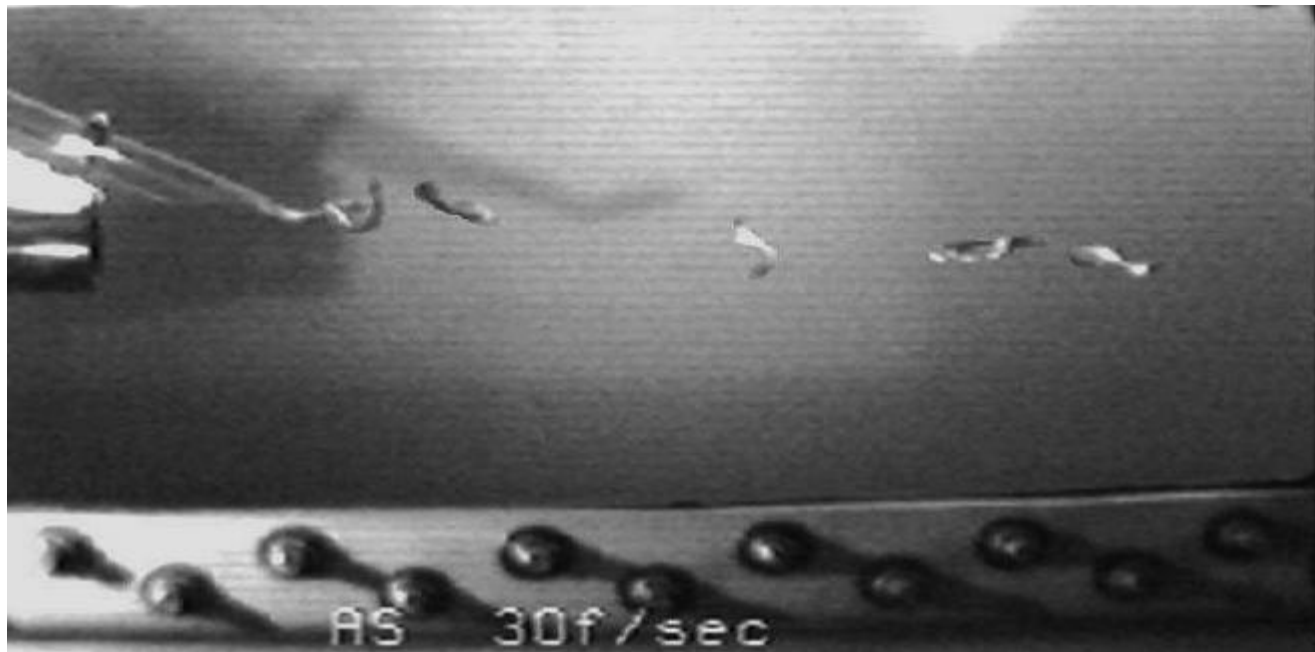
Shear ontstaat wanneer twee waterlagen met verschillende snelheid (en ook richting) langs elkaar stromen. Als een vis zich in beide waterlagen bevindt, worden er krachten op het lichaam uitgeoefend in verschillende (tegengesteld) richtingen. Het schadebeeld dat hierbij ontstaat heeft de volgende kenmerken (Eicher *et al*, 1987):

- Ogen die uit de oogkas zijn getrokken;
- Onthoofdingen en doorgescheurde lichamen;
- Afgescheurde kieuwdeksels.



# Oorzaken van vissterfte door WKC's

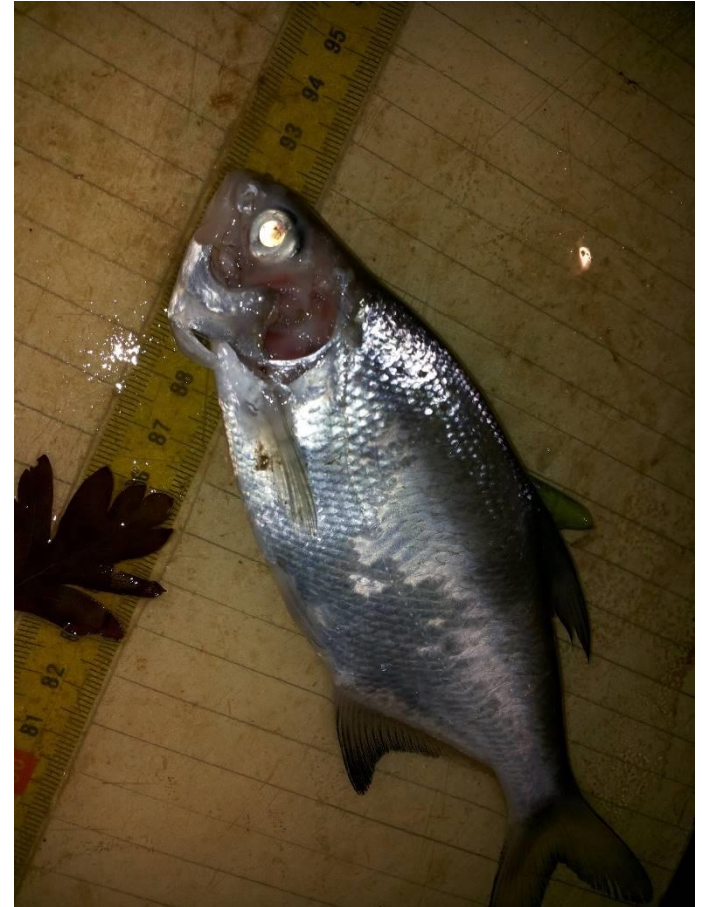
## 3). Shear en turbulentie



## Oorzaken van vissterfte door WKC's

### 3). Shear en turbulentie

Turnpenney *et al.* (1992) onderzocht de effecten op zalm, (zee)forel, regenboogforel, zeebaars, tong, wijting, haring, fint en aal. Shear niveaus: 0, 206, 774, 1920 en 3410 N/m<sup>2</sup>: overeenkomend met stroomsnelheid van 0, 5, 10, 15 en 20 m/s. Samengevat: pas vanaf 15 m/s (shear 1920 N/m<sup>2</sup>), was er sprake van mortaliteit. Aal was het best bestand tegen shear.

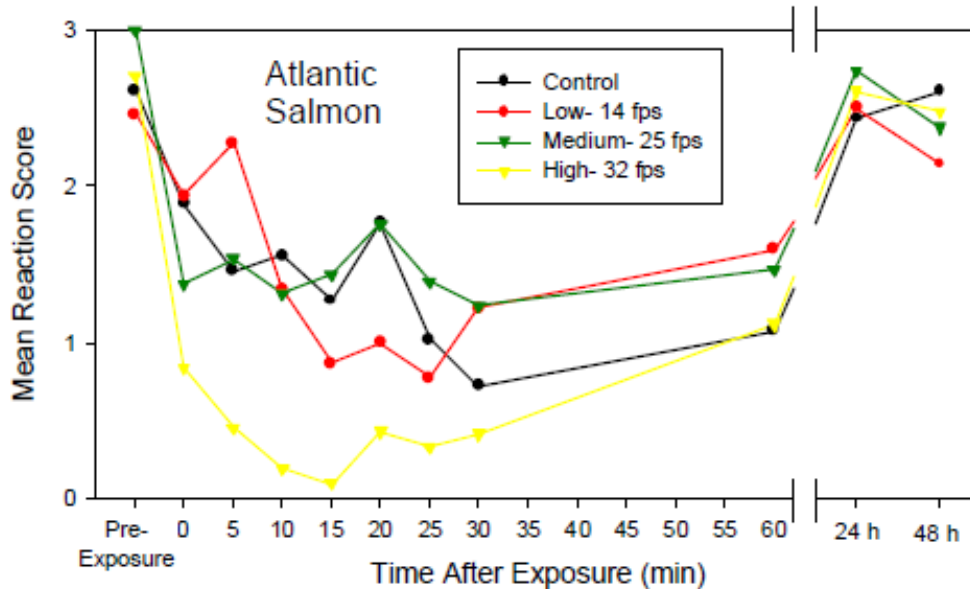


# Oorzaken van vissterfte door WKC's

## 3). Shear en turbulentie

Kleinschalige turbulentie: kneuzingen en schubverlies;

Grootschalige turbulentie: desoriëntatie, evenwichtsverlies en verminderde zwemcapaciteiten.



Groter risico op predatie.

Odeh *et al.*, 2002

## Oorzaken van vissterfte door WKC's



Forel die een aal heeft  
ingeslikt die  
beschadigd is door  
een turbine.

Uit modelmatig onderzoek, maar ook wanneer gekeken wordt naar het schadebeeld van vissen die door WKC Linne zijn gepasseerd, moet geconcludeerd worden dat met name botsing met turbine onderdelen tot schade en sterfte leidt (ook 'grinding': beklemd raken tussen turbine schoepen en wand). Barotrauma theoretisch een probleem, maar zien we niet terug in het schadebeeld.



## Effecten van vissterfte op populaties aal en salmoniden

Aalpopulatie: panmictisch (alle dieren uit het gehele verspreidingsgebied komen bij elkaar om te paaien). Populatie nog steeds zwaar onder druk. ICES advies: alle antropogene sterfte, inclusief die door WKC's, "zo dicht bij nul als mogelijk is".

Aalbeheerplan: uittrek van 40% van de oorspronkelijke onverstoorde populatie (?). Ook: reductie van de mortaliteit per WKC ondermeer door aangepast turbineregime (Buijse, 2009). Is nog niet voldoende.

Begin jaren '90 eerste schade onderzoek bij Linne. Schade gemiddeld 13% (range 6-23%) ( Bakker & Gerritsen, 1992). Directe schade in latere jaren hoger (tot 36%). Indirecte sterfte ingeschat op 40% van de directe mortaliteit.

Effect op de aalpopulatie? Onbekend, maar natuurlijk niet positief. Impact juist op grote vrouwelijke dieren, die de laatste jaren alleen maar groter worden. Er resteert dus nog een aanzienlijke opgave op de Maas in NL. Verbetering zal moeten komen uit toepassing van visvriendelijke turbines.



## Effecten van vissterfte op populaties aal en salmoniden

Zalmpopulatie Maas: is nog in ontwikkeling. Zijrivieren, zoals de Roer, hebben een eigen populatie. Sterk homing gedrag, dus populaties moeten afzonderlijk van elkaar kunnen herstellen. Langste route dicteert de maximaal toegestane sterfte.

Veel discussie over wat toelaatbaar is. IMARES matrix rekenmodel (Deerenberg *et al.*, 2012) stelt dat een veel hogere sterfte toelaatbaar is (in totaal 65%), waarbij de uitbreidingsdoelstelling niet in gevaar komt.

Echter, kans op uitbreiding >95% over termijn van 60 jaar! Niet acceptabel vanuit de KRW.

Verliezen van smolts naar kanalen (Albertkanaal, etc.) niet meegerekend.

Model rekent met dichtstbijzijnde paaiplaatsen.

Parameterisering rekenmodel op basis van literatuur. Geldt dat ook voor de Maas?

In model waarschijnlijk overschatting stroomopwaarts migratiesucces van volwassen salmoniden.

Directe sterfte als gevolg van passage door WKC Linne is 6% (Hadderingh & Bakker 1997). Huidige sterfte moet omlaag zowel voor aal als voor salmoniden.





# Vergunningverlening voor WKC's

- Bouw en exploitatie van een waterkrachtcentrale is alleen mogelijk met een vergunning
  - voor het gebruikmaken van het waterstaatswerk (de rivier) én
  - voor het onttrekken van water
- Bij vergunningverlening wordt getoetst aan de doelstellingen van de Waterwet, waartoe behoort de 'bescherming en verbetering van de (...) ecologische kwaliteit van watersystemen' (art. 2.1 Wtw)
- Voorheen werd dit (op de Maas) door Rijkswaterstaat ingevuld met een eigenstandige norm, vooruitlopend op de KRW-implementatie
- Nu: beleidsregel



## 'Beleidsregel watervergunningverlening waterkrachtcentrales in rijkswateren' (*Stcrt.* 2014, 34276)

- Geen vissterfte door WKC's toegestaan in de rijkswateren (i.e. de grote rivieren, meren en kanalen)
  - 'Nihil' vissterfte:  $\leq 0,1\%$  (kleinst mogelijke vissterfte die doelmatig meetbaar is en die ook als zodanig toegeschreven zou kunnen worden aan het in bedrijf zijn van een WKC)
  - Maximaal één WKC per waterlichaam
  - Plus: beste beschikbare technieken (BBT)
- Behalve in de gestuwde delen van de Maas en in de Nederrijn/Lek
  - Daar maximaal 10% cumulatieve sterfte mogelijk
  - Boven die norm is alleen 'nihil' sterfte toegestaan (max. 5 keer)
  - Plus BBT
- Onderbouwing: bij een dergelijke sterftenorm staan populaties niet onder onverantwoorde druk. Daarnaast valt 10% sterfte binnen de bandbreedte van de natuurlijke fluctuatie van een populatie (schriftelijke mededeling RIZA, Buijse, 2007)



# Totstandkoming beleidsregel

- 'Oude' normstelling op de Maas
  - Na KRW toe aan vernieuwing
  - Op zoek naar landelijke dekking
- Rapport ATKB: ecologische onderbouwing en beschrijving van beschikbare technieken
- Formulering van RWS-toetsingskader (= ATKB-rapport)
- Formulering van concept-beleidsregel
- Inspraak en zienswijzen
- Hoorzitting
- Verwerking van zienswijzen (nota van antwoord)
- Vaststelling definitieve beleidsregel
- Eerste vergunning is zojuist verleend



# Bestaande centrales, normoverschrijding en innovatie

- Bestaande centrales overschrijden de norm van 10%
- Geen vergunningverlening mogelijk
- Daardoor innovatie 'op slot', want innovatie vereist *real-world* experimenten
- Oplossing gezocht in uitzondering op de 10%: experimenteerbepaling
  
- Alleen mogelijk om bestaande vissterfte terug te dringen
- Alleen mogelijk voor beperkte termijn, inclusief monitoring
- Alleen mogelijk met het oog op het ontwikkelen van innovatieve, visvriendelijke turbines (of andere technieken)
- Hoop: een enkel succesvol experiment kan breed uitgerold worden