



**Gevolgen van klimaatverandering  
voor  
beroepsbinnenvisserij en sportvisserij  
in Nederland**

**Knelpuntanalyse Deltaprogramma  
Zoetwater**





# **Gevolgen van klimaatverandering voor beroepsbinnenvisserij en sportvisserij in Nederland**

## **Knelpuntanalyse Deltaprogramma Zoetwater**

Peter Paalvast<sup>1</sup> & Ruurd Noordhuis<sup>2</sup>

februari 2012



ecoconsultrapport nr. 2012-01

<sup>1</sup>ecoconsult, Vlaardingen

<sup>2</sup>Deltares, Utrecht



# Inhoud

Voorwoord	7
Samenvatting	9
1. Inleiding	13
2. Werkwijze	15
3. Omvang en belang sector visserij	17
3.1 Omvang en belang van de beroepsvisserij	17
3.1.1 Omvang van de beroepsbinnenvisserij	17
3.1.2 Vistuigen	19
3.1.2.1 Ingebruikzijnde vistuigen IJsselmeer	20
3.1.2.2 Ingebruikzijnde vistuigen grote rivieren	21
3.1.2.2 Ingebruikzijnde vistuigen overige binnenwateren	22
3.1.3 Aanlandingen	23
3.1.3.1 Aanlanding IJsselmeer/Markermeer	23
3.1.3.2 Aanlanding rivieren en overige binnenwateren	23
3.1.4 Economische betekenis (belang) van de beroepsbinnenvisserij	24
3.2 Omvang en belang van de sportvisserij	25
3.2.2 Omvang van de sportvisserij	25
3.2.3 Belang van de sportvisserij	28
3.2.3.1 Economisch	28
3.2.3.2 Maatschappelijk	29
3.3 Visuïtzetting	30
4. Knelpunten voor beroeps- en sportvisserij door opwarming ten gevolge van klimaatverandering.	31
4.1 Knelpunten beroepsvisserij	31
4.2 Knelpunten sportvisserij	32
5. Gevolgen van de verhoging van de watertemperatuur voor vis en visserij	35
5.1 Algemene gevolgen van verhoging van watertemperatuur voor zoetwaterecosystemen	35
5.2 Gevolgen van verhoging van watertemperatuur voor riviervispopulaties	35
5.3 Modelstudie rivierwatertemperatuurverhoging en visecologie	37
5.4 Temperatuur en voortplanting, groei en sterfte van vis	38
5.4.1 Voorplanting en vervroeging van levenscycli	39
5.4.2 Primaire en secundaire productie: kwaliteit en beschikbaarheid voedsel voor vislarven	41
5.4.3 Groei en overleving	42
5.5 Soortsamenstelling	43
5.6 Relatie temperatuur en eutrofiering	44
6. Effecten van veranderende rivierafvoeren als gevolg van klimaatverandering op de sluitingsmomenten van de Haringvlietssluisen bij eb en bij vloed onder het HOP (de Kier) en de gevolgen voor vismigratie.	47

<b>7. Effecten van veranderende IJsselafvoer als gevolg van klimaatverandering op het sluisbeheer aan de Afsluitdijk en de gevolgen voor vismigratie.</b>	<b>57</b>
<b>8. Rivierwaterstandverlaging als gevolg van klimaatverandering en de effecten op de waterstand in nevengeulen, strangen en plassen in uiterwaarden.</b>	<b>63</b>
<b>9. Gevolgen van klimaatgestuurde veranderingen in de KaderRichtlijn Water (KRW) en Natura 2000 scores voor de visserij</b>	<b>67</b>
<b>9.1 kaderrichtlijn water; diversiteit</b>	
<b>9.2 Natura 2000; aangewezen vissoorten</b>	
<b>10. Literatuur</b>	<b>71</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>79</b>

## Voorwoord

De informatie bijeengebracht in dit rapport zou niet in vijf weken kunnen zijn verzameld zonder de hulp, inzet en adviezen van de vele personen die door ondergetekende zijn benaderd. In het bijzonder zou ik Jaap Quak van Sportvisserij Nederland willen bedanken voor het aanleveren van veel gegevens en wederwaardigheden over de sportvisserij. Mijn dank gaat verder uit naar Martin de Graaf van IMARES in IJmuiden die mij op een kritiek moment opbelde dat ik eens op bladzijde zoveel van dat en dat rapport moest kijken waar mogelijk het antwoord op een van mijn vele op hem afgevuurde vragen stond. Maar ook gaat mijn dank uit naar de ambtenaren van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie en de verschillende beroepsvissers bij wie ik mijn oor te luisteren mocht leggen. En natuurlijk ook dank aan hen die wel wilden maar niet konden!!

Voorts was het plezierig om met Ruurd Noordhuis van Deltares samen aan het rapport te werken. Emiel van Velzen van Deltares en Roel Doef van Rijkswaterstaat Waterdienst dank ik voor de begeleiding.

Peter Paalvast





## Samenvatting

### *omvang en belang beroepsvisserij*

In 2010 waren er naar schatting 340 personen werkzaam binnen de beroepsbinnenvisserij verdeeld over 222 bedrijven. 74 bedrijven visten op het IJssel- en Markermeer, 120 in de binnenwateren en 28 op de grote rivieren. Door het verbod op de vangst van aal en wolhandkrab op de grote rivieren zijn er van de laatste groep nog slechts 10 over.

De aanlanding van vis toont vooral de laatste twee decennia neerwaartse trend. Het economisch belang van de sector bedroeg op basis van de aanlandingen in 2010 7.6 miljoen Euro.

### *omvang en belang sportvisserij*

Nederland telt ruim 1.6 miljoen sportvissers, waaronder 216.000 vrouwen en 472.000 kinderen in de leeftijd van 4 – 15 jaar.

De bijdrage van de sportvisserij aan de economie wordt geschat op 330 miljoen Euro per jaar.

### *knelpunten nu beroepsbinnenvisserij*

De vissers die de binnenwateren bevissen vinden bijna unaniem de aalscholvers de grootste boosdoeners, gevolgd door de vangstbeperking van de aal en vandalisme. Verder vinden ze het water te helder, te voedselarm en te weinig productief. Ook een toename van de groei van waterplanten wordt geconstateerd. De hinder die vissen tijdens migratie ondervinden door sluzen en gemalen wordt als een knelpunt gezien, zo ook het beschadigen van paling door de binnenvaart bij lage rivierwaterstand. Uit de SWOT-analyse (sterkte-, zwakte-, kansen- en bedreigingenanalyse) uitgevoerd door LEI vallen de afhankelijkheid en het imago van de paling (dioxine), het zwak organiserend vermogen en de verdeeldheid van de sector, de hoge prijs van glasaal, de import van goedkope buitenlandse vis, de sportvisserij, het nationaal en internationaal beleid (KRW) en de concurrentie van onderzoeksbureaus (visstandbemonsteringen e.d.) verder als knelpunten af te leiden.

### *knelpunten in de toekomst beroepsbinnenvisserij*

De beroepsvissers zien in een stijging van de watertemperatuur vooral het voordeel van een toename van de groeisnelheid van de paling.

Verziltling wordt door geen van de vissers als een probleem gezien.

Langdurig lage rivierafvoeren met risico van beschadiging van aal door de binnenvaart wordt ook als een knelpunt voor de toekomst beschouwd.

### *knelpunten nu sportvisserij*

Uit de enquête onder de Visstandbeheercommissies komen de volgende knelpunten voor de sportvisserij naar voren:

- Te veel waterplantenbegroeiing waardoor vissen onmogelijk is
- Piekafvoeren door hard pompende gemalen waardoor veel vis uitspoelt of sterft in de gemalen
- Afnemende visstand
- Veel aalscholverpredatie in wintermaanden als er geen begroeiing aanwezig is en de vis traag is
- Wintersterfte in kleinere wateren

- Wintersterfte door draaiende gemalen wanneer er ijs ligt, waardoor door omwoeling van de bodem het water zuurstofloos wordt
- Maaibeheer en baggeren in poldersystemen gebeurt erg rigoureus waardoor er sterfte plaatsvindt
- Benutting schubvis door beroepsvisserij
- Toename exoten in binnenwateren met name grondels
- Bereikbaarheid van de rivieroever
- Kribverlaging, hierdoor kan vanaf de kribben niet meer in de stroming op o.a. barbeel worden gevist
- Door herinrichting uiterwaarden en graven van nevengeulen is de bereikbaarheid van de Waaloevers verslechterd
- Versnipperde visrechten en onduidelijke situatie m.b.t. heerlijke visrechten
- Visserij op winterconcentraties schubvis in havens e.d. langs de Waal door beroepsvisserij
- Vissterfte na hoogwater door droogvallende poelen in de uiterwaarden welke door het hoogwater zijn voorzien van vis
- Droogvallende beken en daardoor vissterfte
- Het niet het gehele jaar stromen van de Nederrijn
- Plannen voor waterkrachtcentrales die een bedreiging vormen voor riviertrekvisen

#### *knelpunten in de toekomst sportvisserij*

Voor de sportvisserij worden door de verhoging van de watertemperatuur geen schokkende dingen verwacht. De karper zal zich wellicht beter gaan voortplanten, hetgeen voor de karpervisser interessant is, maar voor de helderheid van het water juist weer niet. De meerval zal profiteren van een sterkere plantengroei, in aantal toenemen en beter groeien. Wanneer de uiterwaarden 's winters meer overstromen is dat positief voor de vis en visser.

Vissoorten die slecht tegen hoge watertemperaturen kunnen, zoals de kwabaal en beekforel, zullen indien ze niet naar koeler water kunnen migreren in de problemen komen

#### *gevolgen verhoging watertemperatuur voor vis en visserij*

##### *algemene effecten*

- vervroeging van de levenscycli van veel organismen door versnelde ontwikkeling van gonaden, eieren en larven
- mogelijk effect op geslachtsbepaling vis
- verhoging van de primaire productie
- kans op "mismatching" tussen prooi en predator door verschil in vervroeging van soorten (bijvoorbeeld voedseltekort vislarven)
- geen duidelijke verandering totale visproductie, wel op soortniveau
- verschuiving van noordelijke (o.a. spiering, zalm, kwabaal) naar zuidelijke soorten (karper, barbeel, meerval e.d.)
- belangrijke gevolgen voor alle systemen

##### *effecten in diepe wateren*

- langere periode met weinig zuurstof in hypolimnion (waterlaag onder de temperatuursprong)

*effecten in ondiepe wateren*

- letale maximumtemperaturen voor bepaalde vissoorten worden sneller bereikt
- lager oplosbaarheid van zuurstof
- meer anaerobe perioden in de onderlaag door grotere kans op microstratificatie
- versnelde verlanding

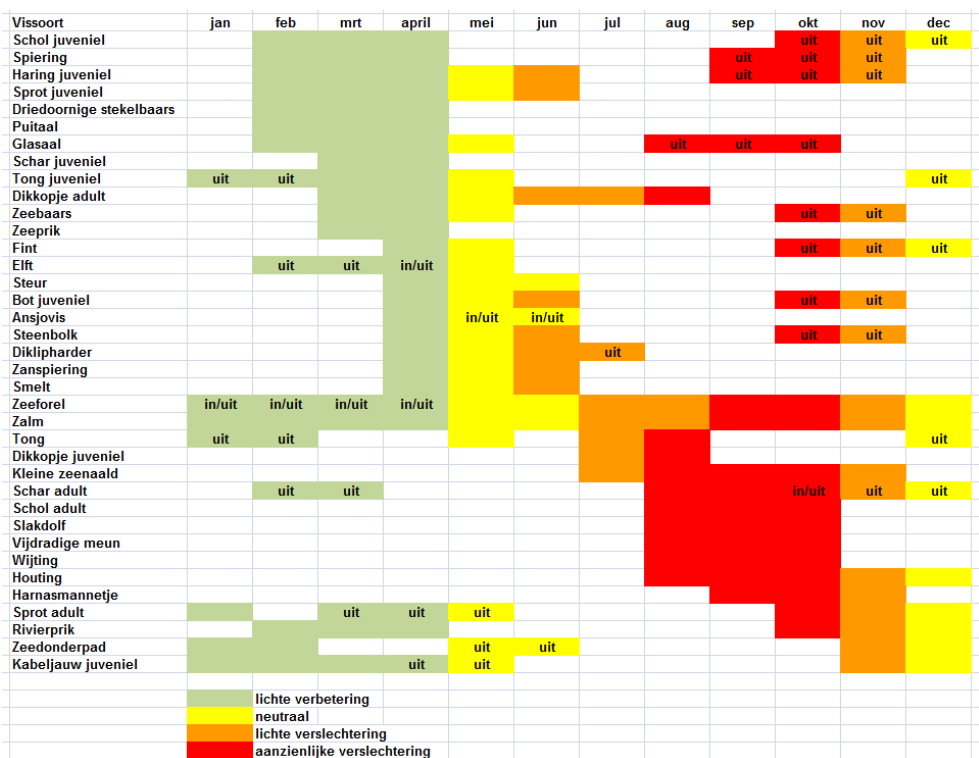
*effecten in stromende wateren*

- verschuiving van het verspreidingsgebied van soorten stroomopwaarts
- verdwijnen koud-stenothermen (smalle temperatuurrange)

Door watertemperatuurverhoging zou de visproductie kunnen toenemen maar door de verandering van de samenstelling van de vispopulatie door onder andere de komst van exoten zal de commerciële en recreatieve waarde mogelijk afnemen. Vissoorten die in de problemen gaan komen bij verhoging van de watertemperatuur zijn koudeminnende soorten als zalm, spiering en kwabaal.

*gevolgen van veranderende rivierafvoeren op de migratiemogelijkheden van vis via de Haringvlietsluizen onder het Kier-beheerprogramma*

Onder KNMI'06 scenario W+ met een verhoging van de luchttemperatuur van 2 °C en veranderende luchtcirculatiepatronen zullen in zomer en nazomer langdurig perioden met lage rivierafvoeren gaan optreden. Dit zal gevolgen hebben voor de sluitings- en openingsmomenten van de Haringvlietsluizen bij zowel eb als vloed en daarmee op de mogelijkheden van vis om het Haringvliet in en uit te zwemmen. De gevolgen op de vismigratie bij ongewijzigd beheer volgens de Kier zijn in figuur samenvatting 1 weergegeven.



**Figuur samenvatting 1**

Effect van KNMI'06 scenario W+ vergeleken met KNMI'06 scenario 0 op de intrek- en uittrek-mogelijkheden van de meest voorkomende vissoorten in het Haringvliet en Voordelta onder het beheer van de Haringvlietsluizen volgens de Kier. **De gekleurde maandblokken zonder tekst betreffen de intrekperiodes.** uit = uittrek, in = intrek.

In de periode december tot en met juni treedt er bij KNMI'06 scenario W+ een lichte verbetering op voor soorten als zalm, zeeforel om rivieropwaarts te trekken, in de zomerperiode echter zullen ze veel vaker door de sluizen worden tegengehouden. Passief intrekkende glasaal en juveniele bot gaan erop vooruit zo ook juveniele schol, haring en sprat, soorten voor wie het estuarium een opgroeiomgeving is. Soorten die stroomopwaarts trekken in de zomer en nazomer zoals grote marene en houting maar ook rivierprik zullen vaker voor gesloten sluizen komen te liggen. Jonge schol opgegroeid in de brakke zone achter de sluizen, maar ook jonge haring en spiering zal vaker in het najaar problemen gaan ondervinden om vanuit het Haringvliet (passief of actief) naar zee te trekken.

*effecten van veranderende IJsselafvoer als gevolg van klimaatverandering op het sluisbeheer aan de Afsluitdijk en de gevolgen voor vismigratie*

Door het kunstmatige peil en de behoeften vanuit de omliggende landbouwgebieden belemmert sluiting van de sluizen al vanaf april de visintrek naar het IJsselmeer.

Indien door lagere IJsselafvoer in de zomer en nazomer ten gevolge van klimaatverandering het streefpeil van het IJsselmeer niet wordt gewijzigd dan zal door minder spuien de intrek in de maanden augustus en september verslechteren. Zeespiegelstijging daarentegen zorgt bijgelijkblijvend peilbeheer voor een vermindering van het spuival hetgeen gunstig is voor de visintrek aangezien intrek alleen mogelijk is bij gering verval (nagenoeg alleen bij allereerste begin spuiperiode bij afgaand water).

*effecten van rivierwaterstandverlaging op de waterstand in nevengeulen, strangen en plassen*

Lage rivierwaterstanden leiden vooral in de aangetakte strangen en plassen en de meestromende nevengeulen tot waterstandverlaging. Volledige droogval zal echter nauwelijks optreden. Wel wordt een aanzienlijke verhoging van de watertemperatuur in deze habitats verwacht. Echter is er voldoende diep water dat in verbinding staat met de rivieren waarin de vissen zich bij verslechterende omstandigheden zich tijdelijk kunnen terugtrekken.

*scores kaderrichtlijn water*

De maatlatscores zouden zowel in de meren als in de rivieren door klimaatverandering kunnen dalen. Dat betekent extra druk op de visserij op soorten die een hoge score bevorderen (plantenminnende soorten, trekvis) en een stimulans voor visserij op soorten die de score verlagen (eurytope/indifferente soorten).

*scores Natura 2000*

Geen van de dertien Nederlandse vissoorten die zijn aangewezen in het kader van de Habitatrichtlijn hebben betekenis voor de visserij.

Te lage afvoer in de trektijd kan invloed hebben op de staat van instandhouding, met name bij soorten die in de (na)zomer trekken, zoals fint, en in mindere mate grote marene. Een deel van de soorten heeft een noordelijke verspreiding is gebonden aan koudere wateren (houting, grote marene, zalm) en is gevoelig voor hogere temperaturen of daaraan verbonden lagere zuurstofspanning (zalm).

## 1. Inleiding

In de knelpuntenanalyse 2011/2012 van het deltaprogramma zoetwater wordt aandacht besteed aan de knelpunten waarmee de gebruiksector Visserij (beroepsbinnenvisserij en sportvisserij) wordt geconfronteerd bij een verandering van de zoetwaterhuishouding onder invloed van klimaatverandering (verdroging).

Deze rapportage beschrijft op basis van literatuuronderzoek, interviews met betrokkenen en toepassing van modelberekeningen

- de omvang en het belang van beroeps- en de sportvisserij
- de knelpunten voor de beroeps- en de sportvisserij nu en in de toekomst
- de indicatoren welke effecten hebben op visserij zoals watertemperatuur en rivierwaterafvoer
- de effecten van de veranderingen van de indicatoren op basis van de KNMI'06 scenario's op vis en visserij
- de gevolgen van veranderende rivierafvoer op de migratie van vis via de Haringvlietsluizen en via de sluisen in de Afsluitdijk van het IJsselmeer
- de gevolgen van verlaagde rivierwaterstand op de waterstand in voor vissen belangrijke habitats als nevengeulen en plassen in uiterwaarden
- de gevolgen van klimaatgestuurde veranderingen in de KaderRichtlijn Water en Natura 2000 scores voor visserij



## 2. Werkwijze

### *omvang en belang sector visserij*

Om een beeld te krijgen van de omvang en het belang van de beroepsbinnenvisserij en de sportvisserij zijn vele mensen betrokken bij of werkzaam binnen de sector benaderd (zie bijlage 1). Via hen is veel informatie beschikbaar gekomen. Daarnaast is het internet afgegruind naar literatuur en zijn digitale bibliotheken geraadpleegd.

### *knelpunten nu en in de toekomst ten gevolge van klimaatverandering*

Om de knelpunten te bepalen waarmee de beroepsbinnenvisserij en de sportvisserij nu en in de toekomst worden geconfronteerd, hebben er telefonische en mondelinge interviews op locatie plaatsgevonden (bijlage 2 en 3).

### *gevolgen van de verhoging van de watertemperatuur*

De informatie hierover is verkregen door literatuuronderzoek met een focus op de Nederlandse situatie.

### *gevolgen van veranderende rivierafvoer op de migratie van vis via de Haringvlietsluizen*

Hiervoor is gebruik gemaakt van de modelmatig verkregen relatieve verandering van de Rijnafvoer bij Lobith (Qbr) onder de KNMI'06 scenario's (Van Deursen, 2006) toe te passen op de gemeten Qbr over de periode 1901 - 2010. Vervolgens zijn de dagen geteld die voldeden aan de criteria < of > dan 1200 m<sup>3</sup>/s (voor actieve visintrek) en < of > dan 1500 m<sup>3</sup>/s (voor actieve en passieve visintrek, zie verder hoofdstuk 6). Geen rekening is gehouden met mogelijke hoge rivierwateronttrekkingen door de landbouw in het stroomgebied van de Rijn bovenstrooms Lobith tijdens langdurige warme periodes die zouden gaan ontstaan onder KNMI'06 scenario W+ !

### *gevolgen van veranderende rivierafvoer op de migratie van vis via de spuisluisen in de Afsluitdijk van het IJsselmeer*

Voor de inschatting van de effecten op de migratiemogelijkheden van vis via de spuisluisen in de Afsluitdijk als gevolg van veranderende rivierafvoer is gebruik gemaakt van recent onderzoek gecombineerd met de verwachte zeespiegelstijging onder W+ en de varianten voor het pijlbeheer van het IJsselmeer.

### *gevolgen van rivierwaterstandverlaging op de waterstand in nevengeulen, plassen e.d. in uiterwaarden*

Voor het inschatten van de mogelijke droogval van voor riviervis belangrijke habitats als nevengeulen en plassen in de uiterwaarden van de Waal, de IJssel en de Grensmaas is de output van het Sobek-riviermodel bestudeerd. Als input voor het model zijn voor de IJssel en de Waal respectievelijk Qbr 600, 800 en 1000 m<sup>3</sup>/s en voor de Grensmaas de afvoeren 10, 25 en 50 m<sup>3</sup>/s gebruikt.

### *gevolgen van klimaatgestuurde veranderingen in de KaderRichtlijn Water (KRW) en Natura 2000 scores voor de visserij*

De effecten van klimaatverandering op de samenstelling van de vispopulaties en de eventuele verandering in de visserij is getoets aan de

maatlatten voor de KRW. Voor de vissoorten aangewezen in het kader van de Habitatrichtlijn Natura 2000 is het belang voor de visserij onderzocht.



### 3. Omvang en belang sector visserij

#### 3.1 Omvang en belang van de beroepsvisserij

##### 3.1.1 Omvang van de beroepsbinnenvisserij

Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek waren er in 2010 155 binnenvisserijbedrijven in de Nederlandse wateren actief. De lijst van beroepsvisserij met Assurance-rapport (250 ha viswater en inkomen minimaal € 8500,-) omvatte op 10 januari 2012 141 beroepsvisserij (MinELenI, 2012). Het betreft hier de beroepsvisserij exclusief die op het IJssel- en Markermeer.

**Tabel 1**

Overzicht van het aantal binnenvisserijbedrijven over de periode 2006-2010

Totaal aantal bedrijven					Rechtsvorm									
					Natuurlijke personen					Rechtspersonen				
2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
<i>aantal</i>														
165	150	145	145	155	160	140	135	135	145	5	10	10	10	15

**Tabel 2**

Aantal binnenvisserijbedrijven inclusief beroepsvisserij zonder Assurance-rapport, 2012. <sup>1</sup>Berends, PO IJsselmeer, <sup>2</sup>Jansen et al., 2008, <sup>3</sup>Heinen, CvB

Gebied	aantal bedrijven
IJsselmeer/Markermeer	74 <sup>1</sup>
Grote rivieren	28 <sup>2</sup>
Overige wateren	120 <sup>3</sup>
totaal	222

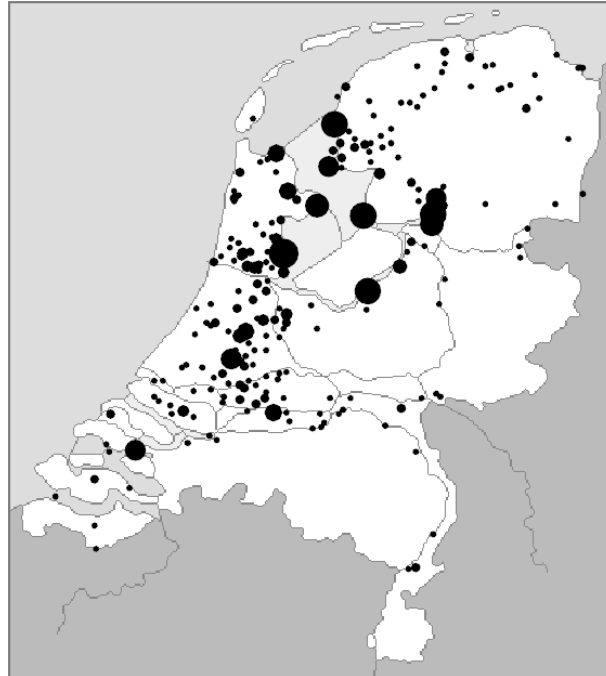
In tabel 2 is het totaal aantal binnenvisserijbedrijven inclusief die zonder een Assurance-rapport gegeven. De getallen voor het IJsselmeer/Markermeer (gemene weide visserij) en de rivieren zijn redelijk hard, die van de overige wateren een schatting. Zaalmink (2011) schat het aantal actieve visserijbedrijven anno 2010 voor de overige wateren en rivieren op circa 130. Het totaal aantal aalvisbedrijven ligt rond de 250 (Zaalmink et al., 2011).

Alle bedrijven die vissen op het IJsselmeer/Markermeer zijn verenigd in de coöperatieve PO IJsselmeer (POIJ). Onder hen heeft in de loop der jaren een forse sanering plaatsgevonden. Rond 1950 waren er nog 800 visserijbedrijven, anno 2012 nog slechts 74. De IJsselmeer/Markermeervisserij zien de toekomst voor de visserij weinig rooskleurig en verwachten dat er op termijn niet meer ruimte dan voor 5-10 bedrijven voor een rendabele visserij zal zijn (Zaalmink, 2011).

Van de bedrijven die actief zijn op de grote rivieren en overige wateren zijn er 101 verenigd in de Combinatie van Beroepsvisserij (CvB).

In totaal zijn circa 340 mensen als visser binnen de binnenvisserij werkzaam (pers. meded. Heinen). De spreiding van de verschillende visserijbedrijven op basis van hun vestigingslocatie in 1995 is weergegeven in figuur 1. Door het vangstverbod op aal en wolhandkrab dat sinds 1 april 2011 van kracht is, is de binnenvisserij op de rivieren in feite verdwenen. Op het

Haringvliet, het Hollandsch Diep en het Volkerak-Zoommeer wordt momenteel in het geheel niet of nauwelijks meer beroepsmatig gevist. De CvB verwacht dat deze situatie de komende 15 jaar onveranderd zal blijven



**Figuur 1**  
Spreiding van de binnenvisserijbedrijven in 1995 op basis van de vestigingslocatie. De grote van de cirkel symboliseert het aantal bedrijven (uit Tien & Dekker, 2005).



**Figuur 2**  
Wateren in rood waar sinds 1 april 2011 een algeheel verbod op de vangst van Aal en Wolhandkrab geldt (uit NRC 11 maart 2011).

(pers meded. Heinen). Op de rivieren vissen nog 10 bedrijven op andere vissoorten dan aal.

### **3.1.2 Vistuigen**

In de commerciële binnenvisserij zijn onderstaande vistuigen in gebruik (tekst deels overgenomen van de website van [CvB](#)).

#### **Fuik**

Voor zowel aal als schubvis. De aalfuiken zijn te verdelen in:

- *schietfuiken*. Deze liggen per paar op de bodem. Ze hebben geen vaste plaats, zodat passerende schepen ze niet kunnen beschadigen.
- *vaste fuiken*, ook wel staande of grote fuiken genoemd. Deze zijn vastgemaakt aan stokken die in de grond geslagen zijn. Ze worden vooral langs dijken en de oevers van het IJsselmeer gebruikt.

#### **Staande netten**

Een serie netten die verticaal in het water hangen. Van boven zitten drijvers aan het net, van onderen is het net verzaard. De hoogte is veelal 1,20 meter. Door het aan elkaar koppelen van deze netten kunnen ze een lengte van maximaal 100 meter hebben ('perkjes staande netten').

#### **Hoekwant**

Dit is een lange lijn (de balk genoemd) met om de drie meter dwarslijntjes. Daaraan zit een van aas voorziene haak waarmee paling wordt gevangen. Het geheel bevindt zich op de bodem en strekt zich uit over een lengte van een paar honderd meter tot enkele kilometers (op het IJsselmeer).

#### **Zegenvisserij**

De zegen is een vistuig dat bestaat uit een bovenlijn (bovenpees) met drijvers en een bijv. met stenen verzaarde onderlijn (onderpees), waartussen een netwerk is gespannen. De zegen wordt gebruikt voor het vangen van schubvis, met name brasem met bijvangst aan kolblei, voorn en snoekbaars. In polderwateren wordt de zegen ook gebruikt voor het vangen van karper.

#### **Electro-visapparaat**

Hierbij wordt gebruik gemaakt van elektrische stroom. Doordat de vissen tijdelijk worden verdoofd, kunnen ze gemakkelijk met een schepnet uit het water worden gevestigd. Deze vorm van visserij is positief selectief voor grotere vis (vooral grotere vis wordt zo gevestigd). Deze dient te voldoen aan internationaal geldende richtlijnen.

#### **Ankerkuilvisserij**

Dit komt slechts voor op de grote rivieren. Een trechtervormig net, dat aan de voorzijde wordt opgehouden door een rechthoekig raamwerk, wordt in de stroom van de rivier gehangen. Het raamwerk wordt omhooggehouden doordat het te bevestigen aan een vissersschip (de 'schokker'). Om te voorkomen dat de stroom van de rivier het net meevoert, moet het verankerd worden. Vandaar de naam ankerkuil.

#### **Standaard want** (uit Jansen et al., 2008)

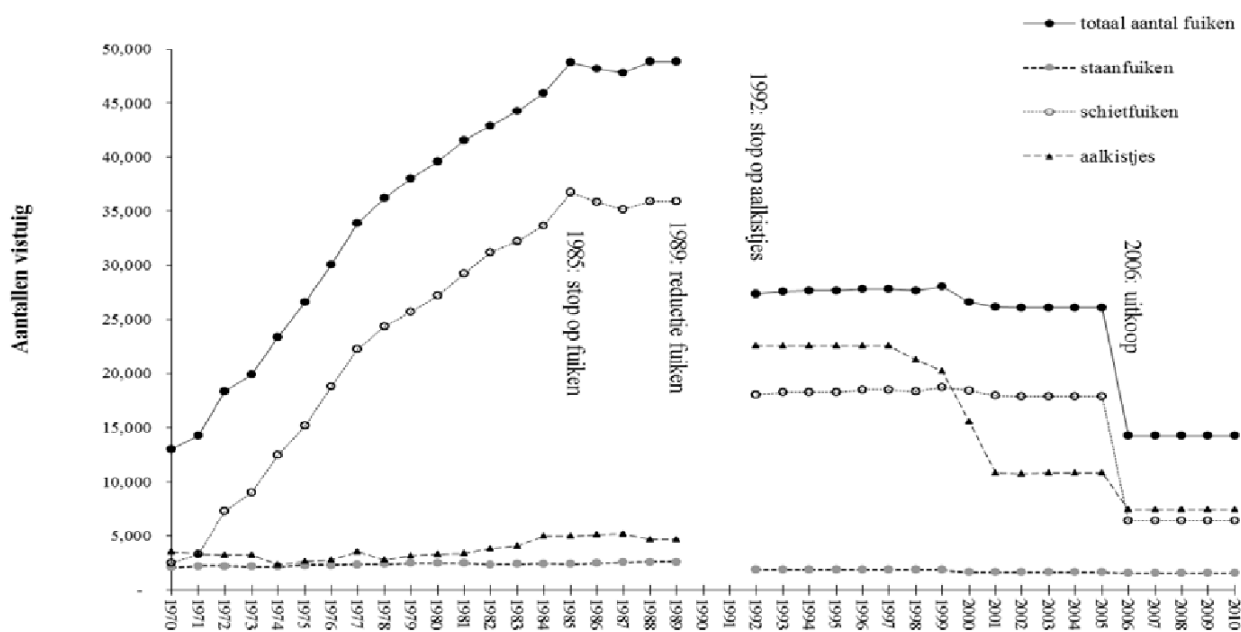
Standaard want visserij is de samenvattende term voor alle vismethoden waarbij het net stil staat in het water. Kieuwnetten (1 net) en warnetten (meerdere netten) werken met het principe dat de vissen verstrikt raken in het net en niet meer kunnen ontsnappen. Deze netten worden met behulp van drijvers en een verzaarde lijn aan de onderzijde van het net

(onderpees) 'staand' in het water opgesteld. De netten kunnen op verschillende hoogtes in de waterkolom geplaatst worden, afhankelijk van de doelsoort van de visserij (bijv. tong of harder).

### 3.1.2.1 Ingebruikzijnde vistuigen IJsselmeer

#### *fuikenvisserij*

In de periode 1970 – 1989 was er een enorme groei in het aantal schietfuiken op het IJsselmeer (figuur 3). In 1985 kwam er een stop op het aantal fuiken en in 1989 vond er een forse reductie plaats. Vanaf eindjaren negentig in de vorige eeuw vertoont de fuikenvisserij op het IJsselmeer door verdere visserijbeheersmaatregelen een neergaande trend (Jansen et al., 2008). Duidelijk is de reductie met 64 % van het aantal schietfuiken in 2006. In 2006 werd met 1579 grote fuiken en 6387 schietfuiken gevist tegenover respectievelijk 1342 en 16319 in 2005 (Jansen et al., 2008). In 2010 was er vergunning voor 1518 grote en 6083 schietfuiken (schiet- en spieringfuik) (PO IJsselmeer en Sportvisserij Nederland, 2011).



**Figuur 3**

Trend in de nominale hoeveelheden vistuig binnen de aalvisserij op het IJsselmeer (overgenomen uit de Graaf & Bierman, 2011).

De fuiken op het IJsselmeer worden vooral gebruikt voor het vangen van aal en spiering. Het fuikenseizoen gericht op de aalvangst liep tot 2009 van 1 mei tot en met 31 december. In 2009 is in het kader van het aalherstelplan een vangstverbod voor oktober en november ingesteld dat vanaf 2010 met de maand september is verlengd tot een periode van drie maanden (Zaalmink, 2011).

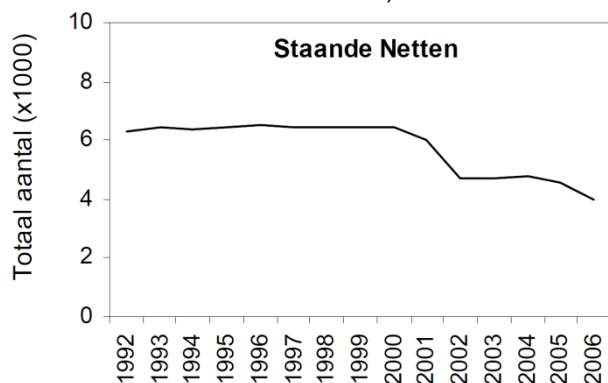
#### *overige vistuigen*

Op het IJsselmeer wordt naast fuiken gevist met aalkisten, aalhoekwant, staande netten en zegens. In 2010 werden in totaal 7415 aalkisten en 4000 netten gebruikt. In 2002 is het aantal staande netten gereduceerd (figuur 4)

en sinds 2006 worden door het Ministerie van ELI 4000 merken (vergunning voor één staand net) uitgegeven (Jansen et al., 2008).

Aalkisten en –hoekwanten worden gebruikt in de periode van 12 april tot en met 31 juli. Staande netten worden ingezet voor het vangen van baars en snoekbaars in de periode 1 juli tot en met 15 maart.

Met de zegen wordt gevist tussen 1 november en 15 maart op brasem, blankvoorn, kolblei en rietvoorn. De zogenaamde “puf” gaat als pootvis voornamelijk naar België (PO IJsselmeer en Sportvisserij Nederland, 2011). Voor de opening en het sluiten van het spieringvisserijseizoen wordt gebruik gemaakt van een protocol (zie PO IJsselmeer en Sportvisserij Nederland, 2011).



**Figuur 4**

Ontwikkeling in het aantal staande netten zoals aangegeven in de visvergunningen voor het IJsselmeer uitgegeven door het ministerie van LNV (overgenomen uit Jansen et al., 2008).

### 3.1.2.2 Ingebruikzijnde vistuigen grote rivieren

In 2006 waren in totaal 28 vissers actief op de grote rivieren. Hiervan visten acht vissers in het benedenrivierengebied (waarvan twee in het zoute gedeelte en zes in het zoete gedeelte), vijf in de Lek, acht in de Waal, vier in de IJssel en drie in de Maas (Jansen et al., 2008).

#### *fuiken*

Uit het overzicht (tabel 3) gemaakt door Jansen et al. (2008) valt op te maken dat er een afname was in het gebruik van schietfuiken, kleine fuien, hokfuien en kubben (kubbe is een tonvormig veelal uit wilgentenen gevlochten aalfuik) en een toename van de grote fuik. Momenteel is het gebruik van fuien op de rivier door het vangstverbod op aal tot nul gereduceerd.

#### *staand want*

In de zijwateren van de rivieren en in de uiterwaarden wordt met staand want door een klein aantal vissers in de winter gevist. Via publiekrechtelijke vergunning mogen de vissers 50 stuks staand want gebruiken (Jansen et al., 2008).

*ankerkuil*

Dit vistuig werd op twee locaties achter de waterkrachtcentrales bij Linne en Alphen in de Maas gebruikt (Jansen et al., 2008). Sinds het vangstverbod worden de ankerkuilen niet meer gebruikt.

**Tabel 3**

Overzicht van de inspanning in de periode 1986-1995 (gebaseerd op CPK, 1996) en in 2006. Inspanning is weergegeven in aantal fuiken per visser en het aantal fuikweken per fuik. De 2006 gegevens zijn gebaseerd op de rivierenvissers, voor schietfuiken en hokfuiken zijn ook de waarden voor de benedenrivierenvissers weergegeven (\*) (overgenomen uit Jansen et al., 2008).

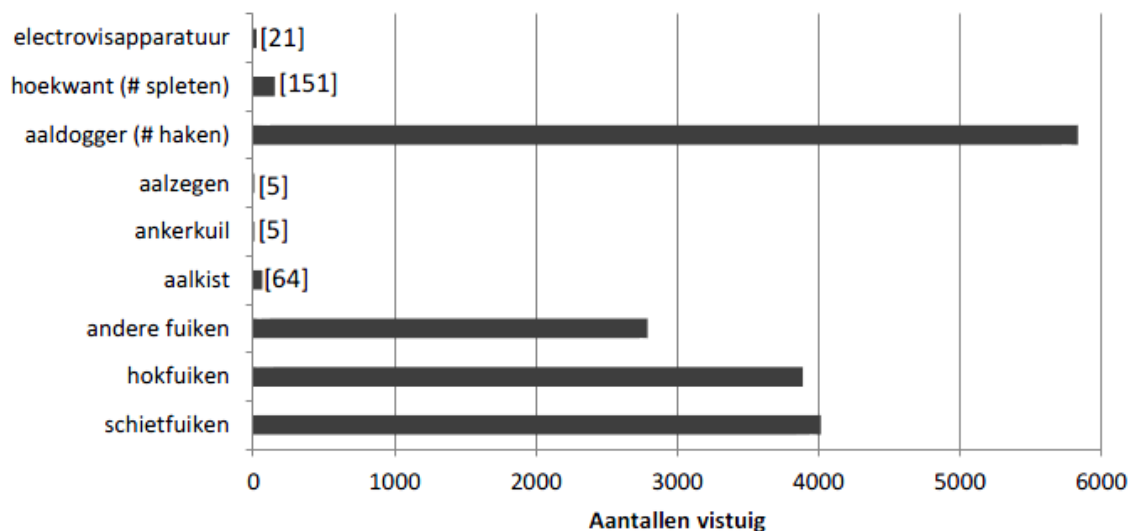
	Aantal fuiken/visser			Aantal fuikweken/fuik		
	1986	1995	2006	1986	1995	2006
Kleine fuiken	12	13	10	26	40	8
Schietfuiken (per stel)	106	189	63-167*	24	23	17-15*
Grote fuiken	8	9	21	15	23	24
Hokfuiken	14	19	0-20*	28	27	12-17*
Kubben	58	24	110	13	33	6.5

*zegenvisserij*

In 2006 waren zeven beroepsvissers actief met de zegenvisserij op de grote rivieren. Deze vorm van visserij kan niet worden uitgeoefend in de hoofdstroom en beperkt zich tot zijtakken en stilstaande gedeelten (Jansen et al., 2008), zoals bijvoorbeeld de Biesbosch.

**3.1.2.2 Ingebruikzijnde vistuigen overige binnenwateren**

In de overige binnenwateren, meren, plassen, kanalen, sloten en boezemwateren hebben vrijwel alle vissers uitsluitend het aalvisrecht. Enkele vissers hebben daarnaast het volledig visrecht in de boezem (bijv. Braassemermeer e.o.) en benutten ook snoekbaars (pers. meded. Quak). De visserij vindt er plaats met fuiken en deels met elektrovisapparatuur. In 2011 heeft het Ministerie van EL&I een eenmalige, landelijke inventarisatie uitgevoerd naar het aanwezige vistuig in de aalvisserij in de binnenwateren (de Graaf & Bierman, 2011). De resultaten daarvan zijn weergegeven in figuur 5. Fuiken waren het meest gebruikte vistuig. De aaldogger werd een kleine 6000 keer ingezet, maar hierbij moet wel bedacht worden dat het hierbij gaat om een vistuig bestaande uit een drijver met een daaraan bevestigde lijn voorzien van één enkeltandige haak.



**Figuur 5**

Overzicht van de door de beroepsvissers opgegeven vistuigen tijdens het 2010 aalseizoen (overgenomen uit de Graaf en Bierman, 2011).

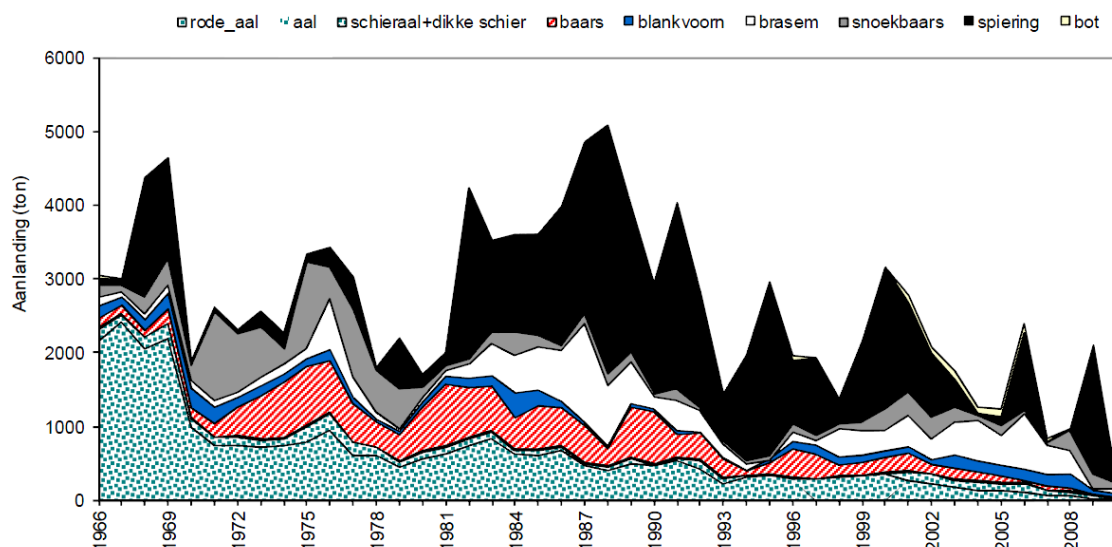
### 3.1.3 Aanlandingen

#### 3.1.3.1 Aanlanding IJsselmeer/Markermeer

In figuur 6 zijn de aanlandingen van de belangrijkste vissoorten op de IJsselmeerafslagen weergegeven. Duidelijk is de neergaande trend voor alle soorten. Dit is niet alleen een gevolg van de verschillende saneringen die er hebben plaatsgevonden, maar ook van de teruglopende productiviteit van het IJsselmeerecosysteem en de rekrutering van spiering en aal (referentie?). Een voor zich sprekend voorbeeld is het verschil in aanlanding in 1967 van 2339 ton aal tegen 20 ton in 2010 (van Overzee, 2011). Opgemerkt dient wel dat Zaalmlink (2011) een aanlanding van 90 ton vermeld (tabel 4). Ook valt uit tabel 4 de terugval in de aanlanding te zien. Verder maakt tabel 4 duidelijk dat de aanlanding van schubvis die van aal heden ten dage aanzienlijk overstijgt, en dat er een toename is in de vangst van de Chinese wolhandkrab.

#### 3.1.3.2 Aanlanding rivieren en overige binnenwateren

In tabel 4 staan de aanlandingen van aal, schubvis en wolhandkrab. Volgens de Graaf en Bierman (2011) kwam 170 ton aal uit de grote rivieren (inclusief Noordzeekanaal, Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch, Volkerak-Zoommeer). Een eenvoudige rekensom levert dan een aanlanding van 182 ton vanuit de overige binnenwateren, tweemaal de omvang van de aanlanding van het IJsselmeer/Markermeer.



**Figuur 6**

Geregistreerde (gestapelde) aanlandingen van vissoorten op de IJsselmeerafslagen (in tonnen). Op basis van de gegevens van het Productschap Vis (overgenomen uit van Overzee, 2010)

### 3.1.4 Economische betekenis (belang) van de beroepsbinnenvisserij

De totale economische betekenis van de binnenvisserij wordt bepaald door wat uiteindelijk door de consument voor de vis wordt betaald. In 2004 werd deze op 17 miljoen euro geschat (pers. meded. Arjan Heinen).

In tabel 4 staan naast de aanlandingen in tonnen tevens de opbrengsten in Euro's op de afslagen vermeld. De opbrengsten in 2010, 4.5 miljoen Euro, waren aanzienlijk lager dan in 2004, 7.6 miljoen Euro. Hoewel er geen opbrengstgegevens voor 2011 op het moment van schrijven voor handen waren, zal de opbrengst door het vangstverbod op aal en wolhandkrab op de rivieren (zie figuur 2) voor dat jaar waarschijnlijk nog een stuk lager uitvallen dan voor het jaar daarvoor.

**Tabel 4**

Inschatting van de omzet van de beroepsbinnenvisserij in 2004 en 2010. De genoteerde prijzen en besommingen zijn exclusief eventuele verwerking aan huis (overgenomen uit Zaalmink, 2011).

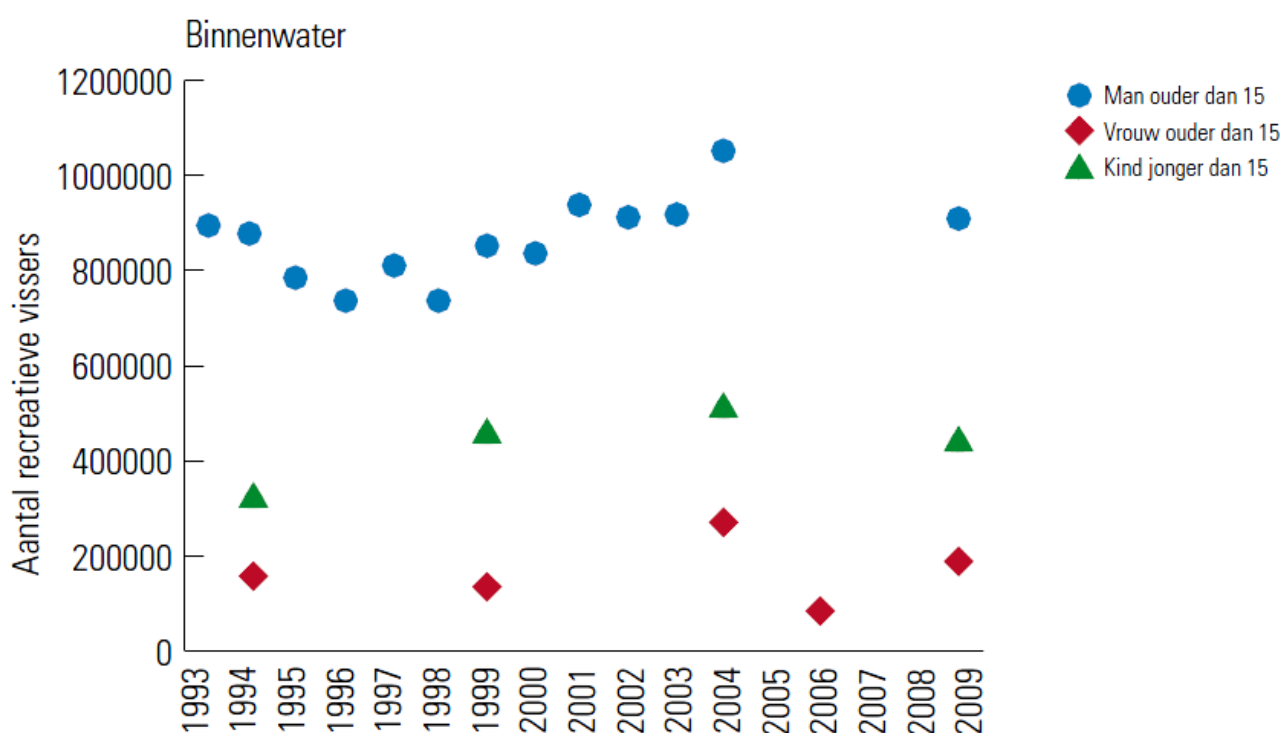
Schatting van omzet (kg en euro) beroepsbinnenvisserij in 2004 en 2010								
	IJsselmeervisserij			Overig binnenvisserij			Totaal binnenvisserij	
	ton	prijs/kg (euro)	opbrengst b) (x 1.000 euro)	ton	prijs/kg (euro)	opbrengst b) (x 1.000 euro)	ton	opbrengst (x 1.000 euro)
<b>2004</b>								
Aal	280	8,30	2.324	640	8,30	5.312	920	7.400
Schubvis	850	2,50	2.125	?			?	
Wolhandkrab	10	6,50	65	20	6,50	130	30	195
Totaal			4.514					
<b>2010</b>								
Aal	90	9,00	810	352	9,00	.3168	442	3.978
Schubvis	700	3,00	2.100	?			?	
Wolhandkrab	25	8,00	200	40	8,00	320	65	520
Totaal			3.110					



### 3.2 Omvang en belang van de sportvisserij

#### 3.2.2 Omvang van de sportvisserij

In 2009 telde Nederland meer dan 1.6 miljoen sportvissers (recreatieve vissers) en 2 miljoen mensen waren van plan om in 2010 te gaan vissen. Van de sportvissers vist slechts 10% uitsluitend in zee- of kustwateren. In 2009 omvatte de totale sportvisserij ruim een miljoen mannen en 216.000 vrouwen van 15 jaar en ouder en 472.000 kinderen in de leeftijd van 4 – 15 jaar (Sportvisserij Nederland, 2012). In figuur 7 is te zien dat er tussen 1993 en 1998 sprake was van een daling van het aantal sportvissers in de binnenwateren en in de jaren daarna weer een toename. Over de gehele periode blijft het aantal sportvissers stabiel.



**Figuur 7**

Aantallen recreatieve vissers in het binnenwater sinds het begin van de jaren 90 in de vorige eeuw (overgenomen uit de Graaf, 2010a).

Tabel 5 geeft een inzicht hoe de sportvisserij over Nederland is verdeeld aan de hand van het aantal sportvissers dat bij een vereniging is aangesloten. Verder toont de tabel de toename in het aantal leden van de hengelsportverenigingen. De groei van de sportvisserij uit zich ook in het aantal Jeugd Vispassen dat wordt verstrekt, in 2008 17.294 en in 2010 26.953. In drie jaar tijd een toename van 85% (gegevens verstrekt door Sportvisserij Nederland).

**Tabel 5**

Overzicht van het aantal sportvissers dat aangesloten is bij hengelsportvereniging (bron: Sportvisserij Nederland).

Federatie	2007	2008	2009	2010	Aantal verenigingen eind 2010
Groningen Drenthe	48.823	49.556	50.667	51.009	181
Friesland	25.691	26.099	27.914	29.209	34
Oost Nederland	57.897	59.290	61.925	64.002	74
NoordWest Nederland	59.155	62.810	65.833	82.242*	93
Gooi & Eemland	28.209	28.802	30.114	31.728	19
Randmeren	12.970	13.352	14.518	*	
Midden Nederland	38.226	38.430	40.320	41.021	102
Zuid West Nederland	124.807	128.948	133.662	137.135	260
Limburg	29.335	28.463	29.506	28.660	117
<b>Totaal</b>	<b>425.113</b>	<b>435.750</b>	<b>454.459</b>	<b>465.006</b>	<b>880</b>

De sportvissers zijn te verdelen in een aantal categorieën (overgenomen uit Smit et al., 2004):

#### *recreatievissers*

Het grootste deel (43%) van de Nederlandse sportvissers kan worden gerekend tot het sportvistype recreatievisser. Dit type omvat sportvissers die met de vaste hengel of een werphengel met name op brasem of blankvoorn vissen. Natuurbeleving, het avontuurlijk ontspannen aan de waterkant, vormt voor deze groep vaak een belangrijker motief dan het gericht willen vissen op een bepaalde vissoort of het beoefenen van een bepaalde vistechiek.

#### *jeugdvisser*

Deze groep sportvissers (34%), is van groot belang voor de hengelsportorganisaties en voor de toekomst van de sportvisserij. Het is alleen niet bekend hoe vaak deze groep vist en waarop ze vooral vissen. Voor de jeugd is het belangrijk dat er visstekken zijn dichtbij huis.

#### *overige vissers*

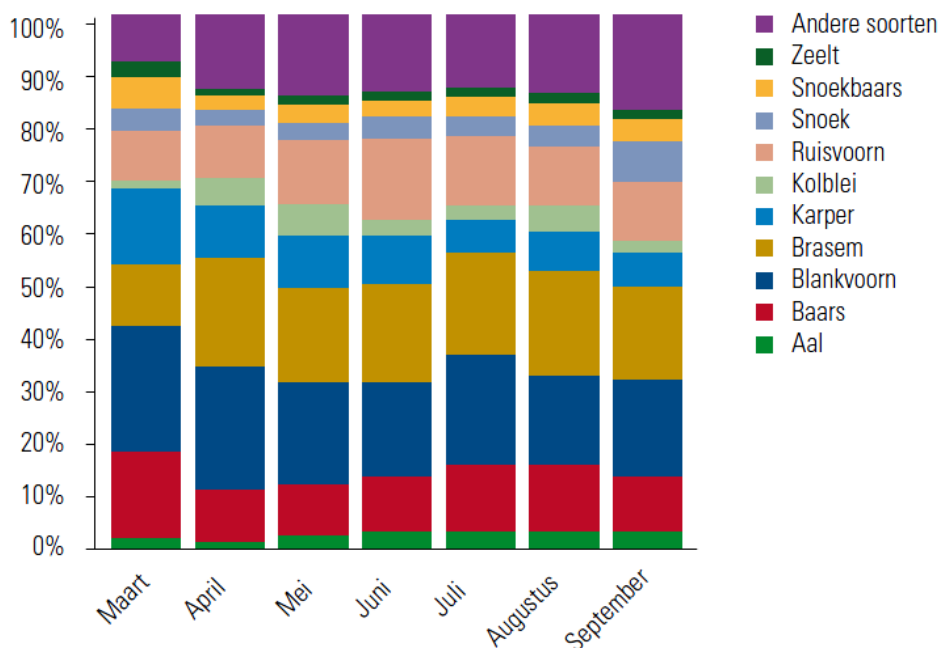
Deze groep sportvissers is het kleinst (23%), maar groeit wel gestaag. In de groep overige vissers bevinden zich voornamelijk vissers die gespecialiseerd zijn in een bepaalde tak van het sportvissen, zoals:

- Karpervissers (9%); zij beoefenen hun visserij over het algemeen statisch vanaf de oever. Deze groep sportvissers is nog steeds groeiende.

- Snoekvissers (5%). Snoekvissers beoefenen hun visserij over het algemeen actief, lopend langs de waterkant.
- Snoekbaarsvissers (5%). Op snoekbaars wordt veel gevestigd vanuit bootjes. Snoekbaars is naast aal vrijwel de enige soort die door sportvissers wordt gevangen voor eigen consumptie. Overigens zet de meerderheid van de sportvissers zijn vangsten terug.
- Wedstrijdvisser (1%). Wedstrijdvisser willen in een bepaalde tijd zoveel mogelijk vis vangen. Het competitie-element vormt voor deze sportvissers het belangrijkste motief om mee te doen aan viswedstrijden.
- Vliegvisser (3%). Vliegvisser vissen over het algemeen actief, lopend langs of, zoals in stromende beken, wadend door het water.

De aantallen karper-, snoekbaars-, snoek- en vliegvisser nemen de laatste jaren toe en de aantallen recreatie- en wedstrijdvisser blijven gelijk. De verschillende typen visser stellen verschillende eisen aan hun omgeving en aan de bevissingsmogelijkheden. Dit kan gaan om het watertype, de vissoort, vispositie (oever, boot), verplaatsingsmogelijkheden van de visser, hengelsoort, breedte en diepte van het water, zichtdiepte, bedekking met waterplanten, vorm van de oever, oeverbegroeiing, afmeting van de visplek, afstand tot de parkeerplaats, aanwezigheid van paden en hindernissen daarop.

De verschillende typen sportvisser vissen allen op verschillende soorten. De meest gevangen soorten zijn blankvoorn, brasem, ruisvoorn, baars en karper (figuur 8).



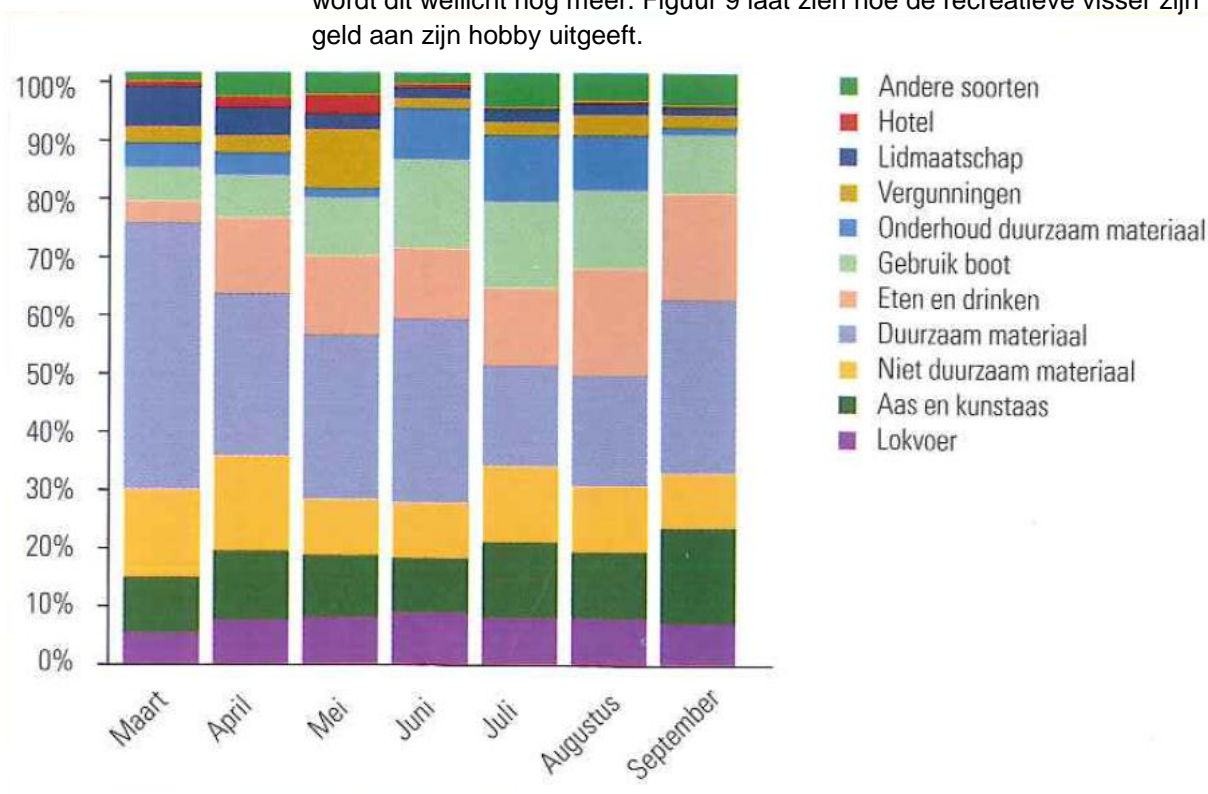
**Figuur 8**

Soortensamenstelling van de vangsten van de sportvisser in de binnenwateren (overgenomen uit de Graaf, 2010a).

### 3.2.3 Belang van de sportvisserij

#### 3.2.3.1 Economisch

In 2003 schatte men de economische waarde van de zoetwatersportvisserij tussen 365 en 601 miljoen Euro (Smit et al., 2004). Deze cijfers zijn gebaseerd op onderzoek uitgevoerd door TNS NIPO. Aan de betrouwbaarheid van de gebruikte methodologie wordt echter ernstig getwijfeld. De Graaf (2010a, 2010b) schat dat de hele recreatieve visserij (1.650.000 vissers) minimaal een bijdrage van 330 miljoen Euro aan de economie levert. Hij becijfert de kosten per gevangen vis op om en nabij de €15. Veel geld wordt er bijvoorbeeld door karpervissers uitgegeven aan tenten, luchtbedden, trekkarretjes, camouflagepakken, rubberbootjes, hengels met elektronica enzovoort. Jaap Quak (pers. meded.) van Sportvisserij Nederland denkt dat er in de karpervisserij met 300.000 deelnemers jaarlijks zo'n 100 à 200 miljoen Euro omgaat. In de toekomst wordt dit wellicht nog meer. Figuur 9 laat zien hoe de recreatieve visser zijn geld aan zijn hobby uitgeeft.



**Figuur 9**

Verdeling van de uitgaven per recreatieve visser per categorie (overgenomen uit de Graaf, 2010a).

### 3.2.3.2 Maatschappelijk

#### Vissen is méér

Sportvissen betekent niet alleen plezier, spanning en ontspanning, maar vertegenwoordigt ook een aanzienlijk maatschappelijk belang. Sportvisserij heeft een positief effect op het welbevinden van een groot aantal mensen en leidt daardoor tot een lager ziekteverzuim en een hogere arbeidsproductiviteit. Een toename van het aantal sportvissers zal daarom leiden tot de afname van de kosten voor medische hulp en maatschappelijk werk.

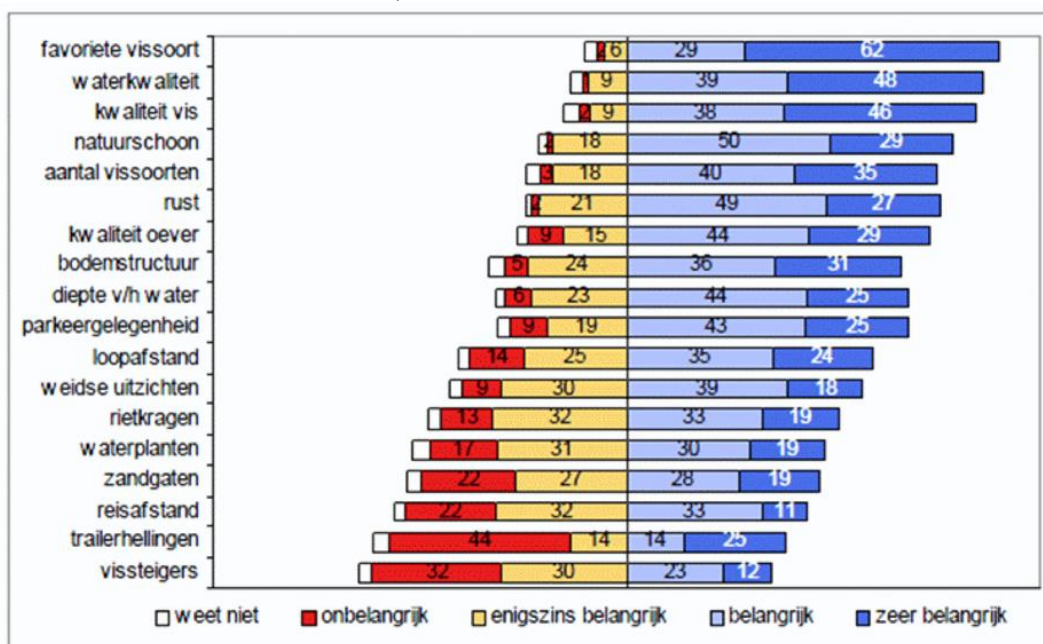
Het plezier dat mensen beleven aan de sportvisserij, het ontspannen in en in contact brengen met de natuur, leert ze respectvol en verantwoordelijk met die natuur om te gaan én vergroot daarmee het draagvlak voor natuur- en milieubeheer.

Verder kent de sportvisserij een bloeiend verenigingsleven waarbij ruim 20.000 vrijwilligers zich inzetten voor de hengelsport. Een belangrijk deel van deze vrijwilligers werkt aan een goede visstand in een ecologisch gezond water.

Naast het economische belang speelt de sportvisserij een belangrijke maatschappelijke rol (zie inzet uit NVVS, 2005). Sportvisserij Nederland geeft allerlei cursussen en informatie over zaken als dierenwelzijn, verstandig vissen en jeugd-begeleiding. De gedragscode voor de sportvisserij is mede ontwikkeld door Sportvisserij Nederland en een zeer belangrijk thema van voorlichting. De jeugdvissers zijn de sportvissers van morgen en waardering en respect voor de natuur wordt hen via verschillende cursussen bijgebracht. Zo is er bijvoorbeeld het Vissenschoolproject. Vrijwilligers van hengelsportverenigingen bezoeken basisscholen in hun omgeving en verzorgen er een visles en een visexcursie. Zo maken bijna alle kinderen op de basisschool kennis met de sportvisserij als hobby en de hengelsportvereniging als leuke club om lid van te zijn.

Voor de visser zijn de favoriete vissoort, de waterkwaliteit en de kwaliteit van de vis

belangrijke aspecten bij de keuze van de vislocatie (figuur 10). Maar ook natuurschoon, rust en visdiversiteit zijn aspecten van belang, meer nog dan bereikbaarheid en faciliteiten als parkeergelegenheid of vissteigers (Heinen et al., 2008).



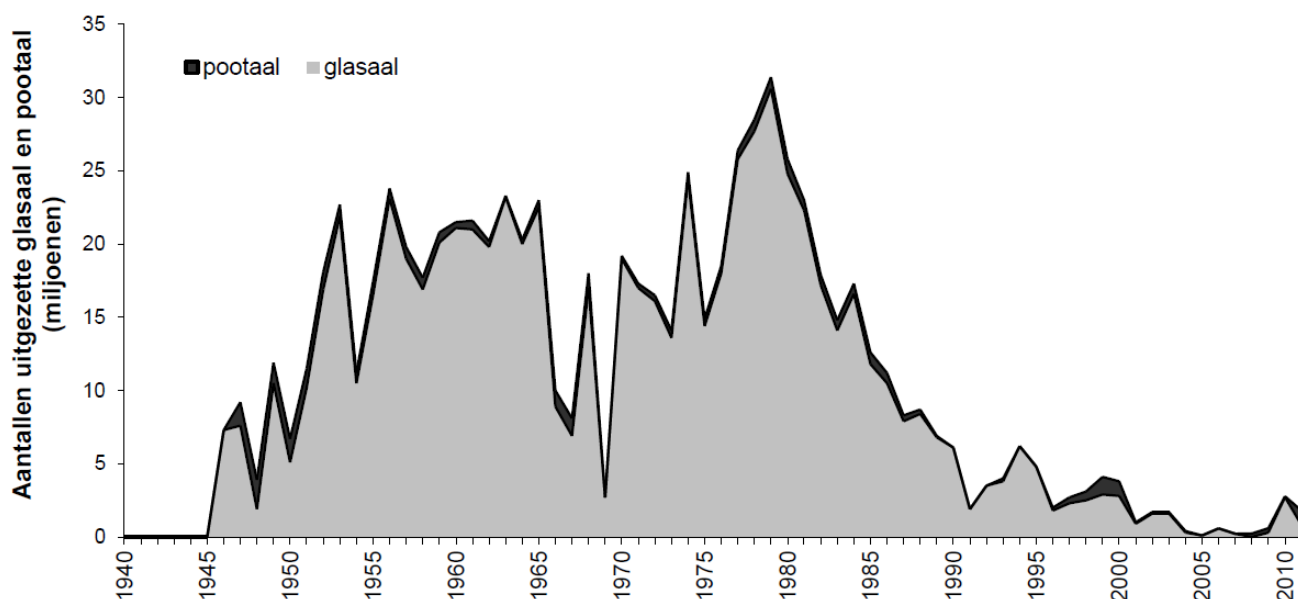
**Figuur 10**

Belang van de aspecten bij de keuze van de vislocatie of visstek (N=680)(overgenomen Heinen et al., 2008).

### 3.3 Visuitzetting

Door de beroepvisserij wordt op het IJsselmeer/Markeer geen vis uitgezet. In de meer gesloten viswateren wordt landelijk glas- en pootaal uitgezet. In 2010 en 2011 heeft de Combinatie van Beroepsvissers de uitzet gecoördineerd van de door het Ministerie van EL&I aangekochte glasaal ter bevordering van het herstel van de aalstand. Er is echter (internationaal) verdeeldheid over het nut van de uitzet van geïmporteerde, in het wild gevangen glasaal als maatregel voor het herstel van de aalstand (de Graaf & Bierman, 2011). In de hoeveelheid uitgezette glasaal is vanaf 1980 een sterke neerwaartse trend te zien (figuur 11). De hoeveelheid pootaal is ongeveer gelijk gebleven.

Kleinschalige uitzettingen van elders gevangen spiegelkarpers vinden plaats, maar mogen niet strijdig zijn met de KRW. Zo loopt er een vijfjarig spiegelkarperproject op de stuwvakken in de Nederrijn van 1 vis per hectare. Ook is de uitzetting van pootvis door Hengelsportverenigingen marginaal. Verder vindt er visuitzetting plaats in geval van calamiteiten of in verband met herintroductie van soorten, zoals de elft (pers. meded. Jaap Quak). Op 1 januari 2006 zijn OVB (Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij) en de NVVS (Nederlandse Vereniging van Sportvissersfederaties) gefuseerd tot Sportvisserij Nederland en zijn de pootvisvijvers van de OVB opgeheven.



**Figuur 11**

Trend in de hoeveelheden uitgezette glasaal en pootaal (zwarte band) (overgenomen uit de Graaf & Bierman, 2011).

## 4. Knelpunten voor beroeps- en sportvisserij door opwarming ten gevolge van klimaatverandering

Knelpunten die voor de visserij kunnen ontstaan hebben vooral te maken met hogere watertemperaturen, langdurig lage rivierafvoeren in zomer en nazomer, lage rivierwaterstanden en verzilting.

### 4.1 Knelpunten beroepsvisserij

#### *knelpunten nu*

Een beperkt aantal binnenvissers (10), exclusief die op het IJssel-/Markermeer vissen, is gevraagd naar de problemen die zij nu ondervinden bij het uitoefenen van hun beroep.

Voor alle beroepsvisserij die hun broodwinning halen uit de visserij op aal in de nu gesloten gebieden is vanzelfsprekend het verbod van de aal- en wolhandkrabvisserij het belangrijkste knelpunt. Dat blijkt ook uit het feit dat nog maar 10 van de 28 bedrijven op de rivieren actief zijn.

De vissers die de binnenwateren bevissen vinden bijna unaniem de aalscholvers de grootste boosdoeners, gevolgd door de vangstbeperking van de aal en vandalisme. Verder vinden ze het water te helder, te voedselarm en te weinig productief. Ook een toename van de groei van waterplanten wordt geconstateerd. De hinder die vissen tijdens migratie ondervinden door sluizen en gemalen werd een enkele keer genoemd, zo ook het beschadigen van paling door de binnenvaart bij lage rivierwaterstand.

De enige beroepsvisser in Limburg is positief over de aalstand in de wateren die hij bevest. Wel baart de opkomst van de meerval hem enige zorgen omdat deze door het vreten van veel vis een concurrent is voor de binnenvisser. Hij constateert dat de meerval als enige vis gevangen in een fuik alle overige vissen opvreet. Over exotische grondels merkte hij op dat deze de vinnen van inheemse soorten aanvreten. Het geringe aantal bomen langs de oevers van de Maas waarvan de wortels in het water hangen ziet hij als beperkende factor voor de ontwikkeling van een gezonde visstand. Deze microhabitats zijn onder andere van groot belang voor de paai en als schuilplaats voor vis.

Volgens de beroepsvisserij is de teruglopende visproductie een gevolg van het gebrek aan nutriënten. Eddy Lammens (Rijkswaterstaat Waterdienst) spreekt dat tegen en zegt dat het meer nog verre van oligotroof is. Dit blijkt ook uit de P- en N-waarden voor het IJsselmeer zoals vermeld in Visplan, voor het Markermeer ligt dit wat anders (PO IJsselmeer en Sportvisserij Nederland, 2011). Eddy Lammens nogmaals. Wanneer er een goede jaarklasse snoekbaars is dan wordt deze in no-time door de beroepsvisserij weggevangen.

Uit de SWOT-analyse (sterkte-, zwakte-, kansen- en bedreigingenanalyse) uitgevoerd door LEI vallen de afhankelijkheid en het imago van de paling (dioxine), het zwak organiserend vermogen en de verdeeldheid van de sector, de hoge prijs van glasaal, de import van goedkope buitenlandse vis, de sportvisserij, het nationaal en internationaal beleid (KRW) en de concurrentie van onderzoeksbureaus (visstandbemonsteringen e.d.) als knelpunten af te leiden (Zaalmink, 2011).

### *knelpunten in de toekomst*

De beroepsvissers zien in een stijging van de watertemperatuur vooral het voordeel van een toename van de groeisnelheid van de paling. Slechts één visser ziet nadelige gevolgen in het eerder gaan paaien van de vissen. Verzilting wordt door geen van de vissers als een probleem gezien. Langdurig lage rivierafvoeren met risico van beschadiging van aal door de binnenvaart wordt als een knelpunt beschouwd. Eén visser pleit dan ook voor een verplichting van visvriendelijke scheepsschroeven.

## **4.2 Knelpunten sportvisserij**

### *knelpunten nu*

Knelpunten voor de vis zijn tevens knelpunten voor de sportvisser. Sportvisserij Nederland is daarom voorstander van een zo natuurlijk mogelijk functioneren van het aquatisch ecosysteem (Quak & van Aalderen, 2008) en onderschrijft de doelstellingen verwoord in de KaderRichtlijn Water. Dat betekent zoveel als het herstel van natuurlijke zoet-zoutovergangen, natuurontwikkeling in uiterwaarden en het herstel van de aanlevering van nutriënten van land naar water door peilbeheer dat in de winter het onderlopen van boezemlanden toelaat. Belangrijke knelpunten zijn de compartimentering van de polders gepaard aan de vele vismigratiebarrières en de bereikbaarheid en toegankelijkheid van visstekken. Uit de enquête gehouden onder de VBC's komt verder naar voren:

- Te veel waterplantenbegroeiing waardoor vissen onmogelijk is
- Piekafvoeren door hard pompende gemalen waardoor veel vis uitspoelt of sterft in de gemalen
- Afnemende visstand
- Veel aalscholverpredatie in wintermaanden als er geen begroeiing aanwezig is en de vis traag is
- Vissterfte door monitoring KRW
- Wintersterfte in kleinere wateren
- Wintersterfte door draaiende gemalen wanneer er ijs ligt, door omwoeling van de bodem wordt water zuurstofloos
- Maaibeheer, maaiboten, baggeren in poldersystemen erg rigoureuus waardoor er sterfte plaatsvindt
- Benutting schubvis door beroepsvisserij
- Vistroperij
- Zwartvissen
- Toename exoten in binnenwateren met name grondels
- Bereikbaarheid rivieroever
- Bereikbaarheid van natuurvriendelijke oevers
- Bevisbaarheid van natuurvriendelijke oevers
- Kribverlaging, hierdoor zijn de kribben niet meer bevisbaar. Hierdoor is het bijna niet mogelijk om in de stroming te vissen op o.a. barbeel vanaf de oever is dit niet goed mogelijk
- Door herinrichting uiterwaarden en graven van nevengeulen is de bereikbaarheid van de Waaloevers verslechterd
- Versnipperde visrechten en onduidelijke situatie m.b.t. heerlijke visrechten
- Visserij op winterconcentraties schubvis in havens e.d. langs de Waal door beroepsvisserij
- Vissterfte na hoogwater door droogvallende poelen in de uiterwaarden welke door het hoogwater zijn voorzien van vis



- Droogvallende beken en daardoor vissterfte
- In Nederrijn niet gehele jaar stromend water en verstuwd
- Plannen voor waterkrachtcentrales vormen bedreiging voor riviertrekvisserij
- Afname geschikte wedstrijdtrajecten

*knelpunten in de toekomst*

Voor de sportvisserij worden door de verhoging van de watertemperatuur geen schokkende dingen verwacht (pers. meded. Jaap Quak). De karper zal zich wellicht beter gaan voortplanten, hetgeen voor de karpervisser interessant is, maar voor de helderheid van het water juist weer niet. De meerval zal profiteren van een sterkere plantengroei, in aantal toenemen en beter groeien. Wanneer de uiterwaarden 's winters meer overstromen is dat positief voor de vis en visser.

Vissoorten die slecht tegen hoge watertemperaturen kunnen, zoals de kwabaal en beekforel, zullen indien ze niet naar koeler water kunnen migreren in de problemen komen.

Onbekend is hoe de waterkwaliteit zal zijn bij langdurig lage afvoeren.

Neemt bijvoorbeeld de concentratie aan stoffen in het water toe die geslachtsverandering bij vissen en andere organismen bewerkstelligen?

In ieder geval als de knelpunten van nu niet worden weggenomen dan zijn het ook de knelpunten van de toekomst.



## 5. Gevolgen van de verhoging van de watertemperatuur voor vis en visserij

### 5.1 Algemene gevolgen van verhoging van watertemperatuur voor zoetwaterecosystemen

Verdonschot et al. (2007) vat de effecten van klimaatverandering voor zoetwaterecosystemen als volgt samen:

#### *algemene effecten*

- vervroeging van de levenscycli van veel organismen
- verhoging van de primaire productie
- afhankelijk van de grondwatermassa
- belangrijke gevolgen voor alle systemen

#### *effecten in diepe wateren*

- langere periode met weinig zuurstof in hypolimnion (waterlaag onder de temperatuursprong)

#### *effecten in ondiepe wateren*

- letale maximumtemperaturen voor bepaalde vissoorten
- meer anaerobe perioden
- versnelde verlanding

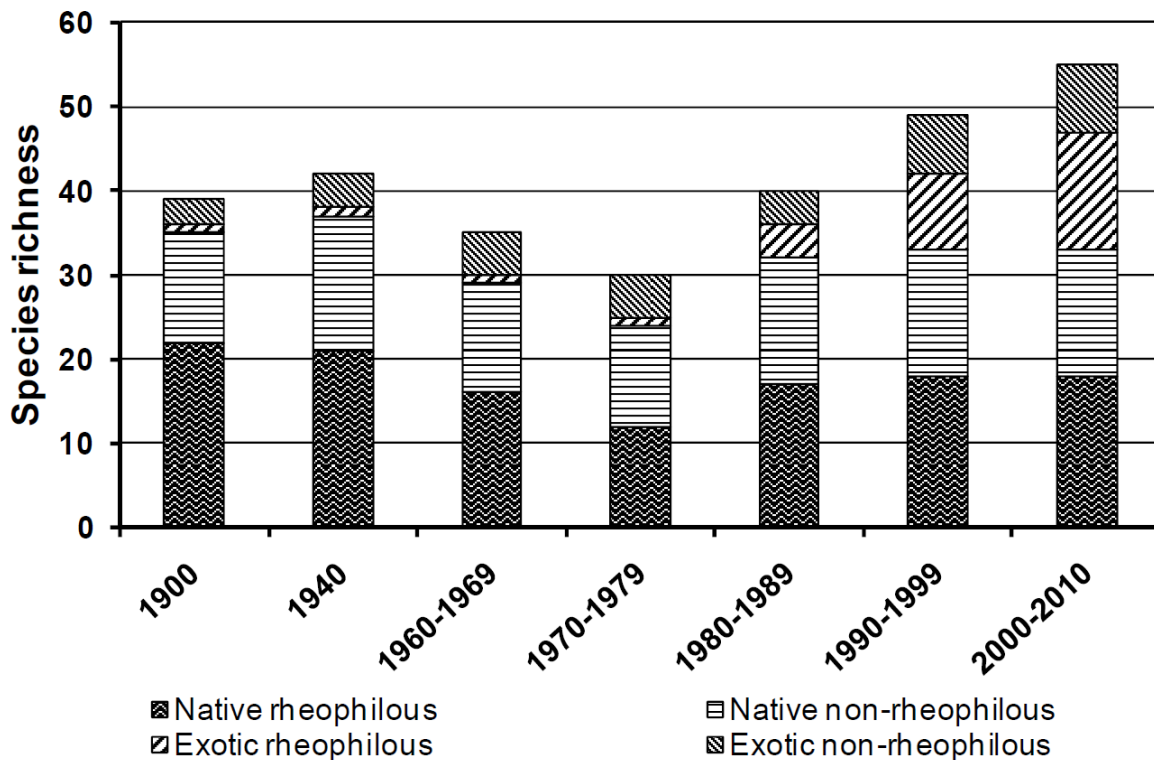
#### *effecten in stromende wateren*

- verschuiving van het verspreidingsgebied van soorten stroomopwaarts
- verdwijnen koud-stenothermen (smalle temperatuurrange)

### 5.2 Gevolgen van verhoging van watertemperatuur voor rivierispopulaties

De vispopulaties in de Rijn hebben het vooral in de vorige twee eeuwen zwaar te verduren gehad (Bij de Vaate et al., 2006). Veel vis(paai)habitat is door de kanalisatie en regulatie van de Main, Rijn, Neckar en Moezel in Duistland en Frankrijk aan het einde van de 19<sup>de</sup> en begin 20<sup>ste</sup> eeuw verloren gegaan, met als gevolg dat de zalm in 1940 als uitgestorven kon worden beschouwd (Huisman et al., 1998). Hetzelfde verhaal is van toepassing op de atlantische steur waarvan het laatste exemplaar in Nederland op de Merwede in 1952 werd gevangen, en op de houting en de elft (Raat, 2001). Na de Tweede Wereldoorlog eiste de extreme vervuiling van de rivieren haar tol. Zo rond de jaren 60-80 van de vorige eeuw was de Rijn een nagenoeg dode rivier. De implementatie van het Rijn Actie Plan na de Sandoz ramp in 1986 heeft geleid tot een drastische vermindering van de vervuiling van de rivier (Admiraal et al., 1993; Bij de Vaate et al., 2006). Sindsdien is het ook met de visstand steeds beter gegaan. Door gebrek aan voldoende vishabitat houdt het herstel van de vispopulaties echter geen gelijke tred met de verbetering van de waterkwaliteit (Aarts et al., 2003). Na de opening van het Rijn-Donaukanaal heeft er een invasie aan uitheemse macrofauna (Bij de Vaate et al., 2002) plaatsgevonden in de Rijn

en is het aantal exotische vissoorten sterk toegenomen (Leuven et al., 2011). Figuur 12 laat zien dat sinds het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw het aantal vissoorten in de Rijn na een flinke dip na de Tweede Wereldoorlog fors is toegenomen. Ook in de eerste decade van de 21<sup>ste</sup> eeuw zijn er nog nieuwe soorten bijgekomen.



**Figuur 12**

Bijdrage van inheemse en exotische vissoorten aan de visdiversiteit in het zoetwaterdeel van de Rijn Delta voor verschillende periodes (overgenomen uit Leuven et al., 2011),

Leuven et al. (2011) voorspellen dat hogere watertemperaturen een grotere negatieve impact zullen hebben op de inheemse vissoorten dan op exoten, omdat de laatste beter aan hogere temperaturen zijn aangepast. Verder blijkt uit laboratoriumexperimenten dat de inheemse soort biermpje in het vinden van schuilplaatsen sterk wordt beconcurrerd door uitheemse grondels (Kessel et al., 2011).

Er is groeiend bewijs dat temperatuurstijging van het water ten gevolge van klimaatverandering ernstige gevolgen zal hebben voor vispopulaties (zie bv Xenopoulos et al., 2005; Buisson et al., 2008; Buisson & Grenouillet, 2009; Dufresne & Boët, 2007; Ficke et al., 2007; Hanafiah et al., 2011). Warmer rivierwater gepaard aan lage afvoer zal leiden tot een verhoging van ultraviolette straling, concentraties landbouwgif en –meststoffen, industriële verontreiniging, eutrofiëring, nog meer exoten en verzuring (Hanafiah et al., 2011). Effecten van opwarming zal verder karperachtigen en baarzen bevoordelen en zalmachtigen en koudwatervissen doen afnemen of laten verdwijnen. Dit zal het meest duidelijk zijn in ondiep water zonder thermische stratificatie (Lehtonen, 1996; Verdonschot, 2007). De potentiële

ranges van sommige soorten verschuiven noordwaarts, maar vooral in de relatieve abundantie van individuele vissoorten zullen aanzienlijke veranderingen optreden. De visproductie zal toenemen maar door de verandering van de samenstelling van de vispopulatie zal de commerciële en recreatieve waarde afnemen.

Aprahamian et al. (2010) stellen dat een temperatuurverhoging van 1 en 2° boven de gemiddelde watertemperatuur van 17.9° zou kunnen leiden tot een toename met een factor 3 tot 6 van de populatie van *Alosa fallax* (Fint) in de rivier Severn in GB, wellicht een lichtpuntje voor de visserij op die soort.

### **5.3 Modelstudie rivierwatertemperatuurverhoging en visecologie**

Deltares (Burgos & van den Beld, 2009) heeft in 2009 een modelmatige studie (Landelijk Temperatuurmodel, een applicatie binnen Sobek River om de watertemperatuur in Nederlandse Rijkswateren te berekenen) uitgevoerd naar de gevolgen van temperatuurstijging door klimaatverandering voor het voorkomen van zalm, spiering, kwabaal en barbeel in het Rijnstroomgebied onder de KNMI'06 scenario's W en W+ (zie Van den Hurk et al., 2007). Navolgend de (nagenoeg letterlijk) overgenomen resultaten van dit onderzoek.

#### *Zalm*

Voor migrerende soorten als de zalm is naast het debiet ook de temperatuur van het rivierwater bij de monding van rivieren van invloed op de mate van optrekbaarheid van zalmen (Van Herpen et al., 2008; de Laak, 2007). Algemeen bekend is dat een hogere watertemperatuur het trekgedrag van vissen beïnvloed (Van Emmerik & de Nie, 2006). Van Herpen et al. (2008) geven ook aan dat de migratie van juveniele zalmen rond het jaar 2100 door te hoge watertemperaturen verstoord zal zijn. Het model wat hier gebruikt is verwacht voor adulte zalmen rond 2050 nog niet veel problemen hoewel de migratie bij de warmere dagen stil komt te liggen, en dit vaker zal optreden dan de afgelopen 30 jaar. Dat de migratie van volwassen zalmen stil komt te liggen hoeft geen negatieve effecten te hebben op de populatie (Van Emmerik & de Nie, 2006; Van Herpen et al., 2008), aangezien adulte zalmen gedurende het hele jaar de rivier op kunnen trekken (late najaar tot voorjaar). Wel zullen zalmen die het voorjaar de rivier op trekken en gedurende de zomer in het riviersysteem verblijven, last hebben van de hogere temperaturen.

De migratie van juveniele zalmen van de opgroeiplaatsen naar zee zal rond 2050 volgens het gebruikte model verstoord raken (tot 28% van de tijd zou de watertemperatuur in het voorjaar waarden boven de 22 graden bereiken). Dit zien we vooral langs de Grensmaas en langs de Waal richting Lobith.

#### *Spiering*

De juveniele en adulte spiering zullen het volgens de modelresultaten heel waarschijnlijk in 2050 nog moeilijk krijgen in het IJsselmeergebied, vooral langs de IJssel (tot 14% van de tijd gedurende het hele jaar met watertemperaturen boven 23°C). Bovendien kan de eifase van de spiering hiermee in gevaar komen (tot 36% van de tijd boven 12°C). Dit leidt tot een vermoeden dat vaker een grote sterfte van de spiering zal optreden. Het IJsselmeer kent een aantal diepe stukken maar het grootste gedeelte is relatief ondiep waardoor het lastig wordt voor de spiering koelere diepere stukken op te zoeken. Van spiering in de Theems is thans bekend dat deze

bij hogere watertemperatuur naar zee vlucht. In het IJsselmeer is dit momenteel onmogelijk doordat de spuisluizen en dijken het meer van de zee hebben afgesloten, tenzij een andere sluisbeheer wordt geïmplementeerd.

Een verhoogde temperatuur vervroegt en verlengt dus eigenlijk het paai- en groeiseizoen. Een hogere temperatuur kan daarmee leiden tot een extra lichte spiering. Er kan echter ook een voedselprobleem ontstaan (net als bij de driehoeksmosselen) doordat er dan nog niet voldoende zooplankton is. Daarnaast kunnen bij hoge zomertemperaturen effecten zijn opgetreden op de groei en overleving, ook omdat de spiering als zalmachtige een relatief hoge zuurstofbehoefte heeft. Bij hoge temperaturen daalt het zuurstofgehalte, en met name als bij windstil weer gelaagdheid in het water ontstaat, kan massale sterfte optreden. Hier ligt ook een link met de algen, die in hoge concentraties zorgen voor zuurstofloosheid.

#### *Kwabaal*

Samen met de spiering is de kwabaal het gevoeligst hier in Nederland en zullen direct bedreigd worden door een hogere watertemperatuur. Met 11% tot 26% van de tijd boven de maximale temperatuur van juveniele en adulte kwabaal is dit al het geval in de huidige situatie. Dit zou kunnen verklaren waarom de kwabaal op dit moment nauwelijks meer voorkomt. Door te warm water in winterperioden (als resultaat van zachte winters en koelwaterlozingen) komen de eieren in gevaar. Rond 2050 zal volgens de modelresultaten de watertemperatuur bij alle locaties meer dan helft van de tijd in de winter boven de 6°C komen.

#### *Barbeel*

Het aantal dagen wanneer de watertemperatuur in het voorjaar boven de 20°C komt, is in het huidige klimaat in Nederland groot en dit kan wellicht verklaren waarom de barbeel hier nog niet goed kan paaien. Rond 2050 worden nog meer dagen in het voorjaar met hoge watertemperatuur voorspeld. Toch is bekend dat barbelen het prima doen bij hogere watertemperaturen dus wellicht dat problemen mee zullen vallen. Van alle hier beschreven vissoorten komt de barbeel het minst in de problemen rond het jaar 2050. Bovendien zien we dat het aantal dagen in het voorjaar rond 2050 wanneer de watertemperatuur boven de 8°C komt (begin paaitrek) niet veel verschilt ten opzichte van de huidige situatie. Dit zou kunnen betekenen dat de grote rivieren in Nederland goede condities bieden voor de paaitrek van de barbeel.

### **5.4 Temperatuur en voortplanting, groei en sterfte van vis**

Recente reviews van klimaatonderzoek m.b.t. vispopulaties suggereren dat klimaatgerelateerde veranderingen in rekrutering van vis de sleutelprocessen vormen in de relatie tussen vispopulaties en klimaatverandering (productie, overleving eieren en larven, kwaliteit paaigebieden; Rijnsdorp et al., 2009). Deze effecten werken enerzijds via de fysiologie van vis (temperatuur-gerelateerde ontwikkelingssnelheid, timing spawning e.d., geslachtsbepaling), anderzijds via de relatie met voedsel (primaire productie, abundantie en kwaliteit zoöplankton en mogelijke mismatches in timing).

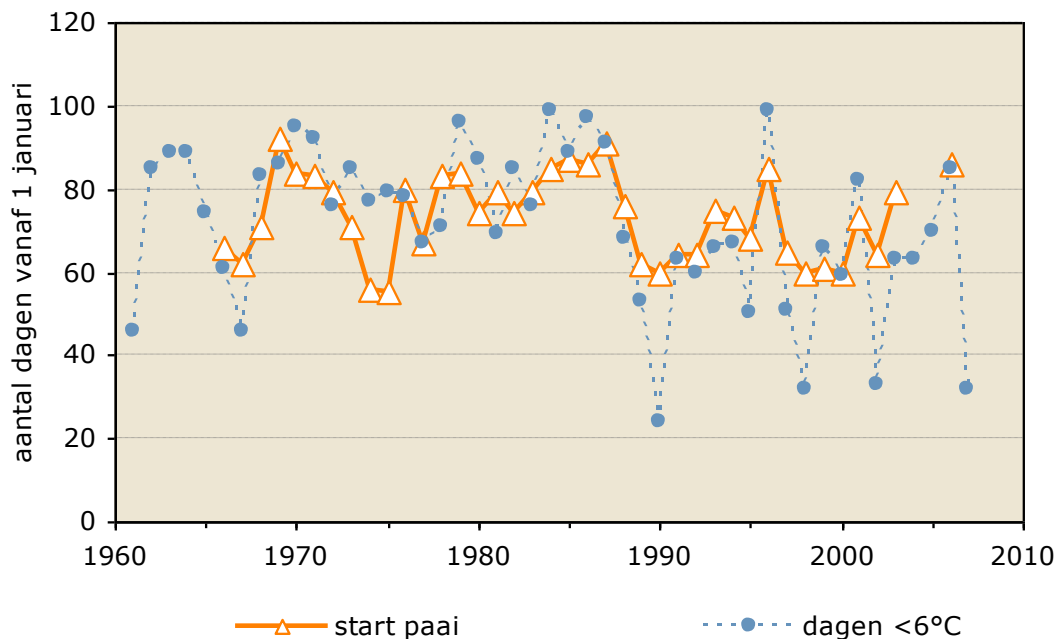
### 5.4.1 Voorplanting en vervroeging van levenscycli

#### *Geslachtsbepaling*

Vissen (en reptielen) kennen in het algemeen een flexibele geslachtsbepaling, die onder meer kan worden beïnvloed door temperatuur (Devlin & Nagahama, 2002). De geslachtverhouding kan zowel worden beïnvloed in bepaalde fasen in de ontwikkeling van larven als via geslachtsverandering in latere stadia. Ospina & Piferrer (2008) concluderen dat temperatuurafhankelijke geslachtsbepaling (TSD) minder algemeen is bij vissen dan recent werd gedacht. Bij soorten die deze eigenschap wel hebben kan het effect echter groot zijn: 1-2°C temperatuurverhoging kan leiden tot een verandering van de man:vrouw verhouding van 1:1 tot 3:1, zowel bij zout- als bij zoetwatersoorten. Deze auteurs stellen dat voor sommige vissoorten de populatieontwikkeling sterk kan worden beïnvloed door temperatuuroename van de orde van klimaatscenario's. TSD is onder meer vastgesteld bij baarsachtigen, karperachtigen en meervallen. Geslachtsveranderingen bij volgroeide vissen kunnen daarnaast optreden onder invloed van verontreinigingen (hormonen), en de gevoeligheid daarvoor kan weer worden beïnvloed door klimaatverandering (zie elders in dit rapport). Dit type geslachtsverandering is bijvoorbeeld bekend van karperachtigen als blankvoorn en is ook wijdverbreid in NW-Europa (Tyler & Jobling, 2008). In bepaalde rivieren zijn alle mannelijke vissen in bepaalde mate gefeminiseerd, waarbij in zwaardere gevallen ook sprake is van afname van de kwaliteit van het resterende sperma en van veranderingen in het voortplantingsgedrag. Ook in Nederland worden hormoonachtige stoffen in het oppervlaktewater soms aangetroffen in concentraties die hoog genoeg zijn om "oestrogene effecten" in vis te veroorzaken, en zulke effecten zijn in Nederland in enige mate aangetroffen bij brasem (Vethaak et al. 2005).

#### *Ontwikkeling van de gonaden: Timing van de paai:*

Opwarming van het water betekent dat het paai- en groeiseizoen eerder begint, voor zover temperatuur de belangrijkste variabele is die de timing stuurt. Door een shift in de internationale weerssystemen (Noord-Atlantische Oscillatie, NAO) is de hoeveelheid zuidwestenwind in de wintermaanden (januari-maart) rond 1988 permanent toegenomen, en daarmee ook de watertemperatuur. Daardoor is de potentiële vervroeging van het paaiseizoen voor vissoorten die vroeg paaien relatief sterk. Zowel op land als in zoet- en zoutwater hebben soorten uit verschillende trofische niveaus op de opwarming gereageerd met vervroeging van activiteit. In het zoete water is die vervroeging minstens zo sterk geweest als op het land en aanzienlijk sterker dan in zoutwater (Thackeray et al., 2010). Spiering paait omstreeks maart, als de watertemperatuur ongeveer 6°C bedraagt (figuur 13). Het moment waarop die temperatuur bereikt wordt, is rond 1988 met ongeveer drie weken vervroegd. Proefbemonsteringen van spiering ten behoeve van de visserij suggereren dat de paai een groot deel van die vervroeging heeft gevolgd. Alleen de uitschieters in jaren met een zeer vroeg voorjaar worden niet gevolgd (effect daglengte?). In samenhang met een minder "steile" temperatuuroename in het voorjaar wordt de paai echter ook verlengd (voorlopige resultaten lopend onderzoeksprogramma Autonome Neergaande Trends, o.a. Keller, Imares).

**Figuur 13**

Relatie tussen de start van de paai van spiering en het aantal dagen met een watertemperatuur lager dan 6°C vanaf 1 januari.

Onderzoek aan andere vissoorten suggereert onder meer dat variatie in timing van de paai vooral ontstaat door verschillen in conditie (lengte) en temperatuur (Carscadden et al., 1997; Gudmundur et al., 2009). Net als bij spiering paait ijslandse haring binnen een vast tijdframe (daglengte?), daarbinnen gestuurd door temperatuur, zoals hiervoor bij de spiering aangegeven (Gudmundur et al. 2009).

#### *Ontwikkeling van eieren en larven*

Uit onderzoek van Imares in het kader van het programma Autonome Neergaande Trends (ANT) IJsselmeergebied blijkt dat er een sterke positieve relatie is tussen de ontwikkelingssnelheid van zowel eieren als larven van spiering en temperatuur. Dergelijke relaties zijn ook gevonden bij andere vissoorten (Houde, 1989; Pepin, 1991) Dit effect van opwarming wordt echter op z'n minst ten dele gecompenseerd in geval van vervroeging van de paai. Uit het voorbeeld van de dataset over spieringpaai wordt de temperatuur bij de start van de paai ondanks de vervroeging iets hoger, maar die bij het eind van de paai niet.

Theoretisch is er alleen effect op de ontwikkelingssnelheid als de paai niet de hele vervroeging van het seizoen volgt (dan verloopt de ontwikkeling sneller) of als de opwarming niet evenredig over het seizoen verloopt.

Doordat de invloed van de NAO op de temperatuur in Nederland (bovenop de wereldwijde opwarming) vooral de maanden januari-maart betreft, heeft de extra vervroeging vooral betrekking op processen die plaatsvinden bij watertemperaturen tot ongeveer 7°C. Het aantal dagen met watertemperaturen van 7-9°C is bijna verdubbeld, zodat het moment waarop een temperatuur van 10°C wordt bereikt aanzienlijk minder is vervroegd dan die van 6°C. Door de minder steile temperatuurtoename zou bij soorten die vroeg paaien en de vervroeging helemaal volgen, de ontwikkeling van de eieren feitelijk langer kunnen duren.



#### **5.4.2 Primaire en secundaire productie: kwaliteit en beschikbaarheid voedsel voor vislarven**

##### *Primaire productie*

In veel modelstudies en reviews wordt naar voren gebracht dat opwarming van het water resulteert in toename van de primaire productie (o.a. Mooij et al., 2003). Dit betekent echter niet zonder meer een toename van de visproductie, aangezien toename van de productie van fytoplankton gepaard kan gaan met een afname van de voedselkwaliteit (Sarpe in prep.; voorlopige resultaten ANT onderzoek IJsselmeer). Daarnaast kan sprake zijn van ongelijkmatige verschuivingen in de timing van pieken en de seizoenspatronen, waardoor “mismatches” kunnen ontstaan in twee stappen:

##### *Abundantie van voedsel voor larven: mismatching fytoplankton - zoöplankton*

Omdat fytoplankton sterk op temperatuur reageert kan de voorjaarsbloei van kiezelalgen vervroegd optreden. Diverse studies verbinden een afname van zoöplankton aan een mismatch als gevolg van een minder efficiënte voorwaartse verschuiving van zoöplankton (Winder & Schindler, 2004a). Terwijl rotiferen (*Keratella*) in Lake Washington wel sterk vervroegden was met name het grotere zoöplankton (*Daphnia*) gevoelig voor een mismatch met de voorjaarsbloei van kiezelalgen (Winder & Schindler, 2004b). In de Müggelsee vervroegde *Daphnia* juist wel met de kiezelalgen (in respons op temperatuur, kiezelalgen op eerder smeltend ijs; Adrian et al., 2006), in tegenstelling tot copepoden en mossellarven (langere of complexere cyclus). De Senerpont Domis et al. (2007) laten door middel van modellering zien dat een mismatch tussen *Daphnia* en fytoplankton mogelijk achterwege blijft als *Daphnia* actief overwintert, terwijl een mismatch wel ontstaat als de fenologie afhankelijk is van het uitkomen van wintereieren, wat gebruikelijker is in ondiepe meren (IJsselmeer?).

##### *Timing van beschikbaarheid van voedsel voor larven: mismatching zoöplankton – vislarven*

Vislarven worden de eerste dagen gevoed door de resten van de dooierzak uit het ei, en stappen daarna over op zoöplankton. Dit zoöplankton moet dus beschikbaar zijn op het moment dat het reservevoedsel op is. In de meren is het zoöplankton meestal vooral in mei beschikbaar, bij watertemperaturen van ca. 10°C. Behalve dat het bereiken van deze temperatuur in het voorjaar minder is vervroegd dan dat van lagere temperaturen, zal zoöplankton hier waarschijnlijk niet op reageren omdat het meer op daglengte reageert dan op temperatuur (B. Ibelings). Als ook de vispaai in reactie op opwarming vervroegt is dan is dus mogelijk voor larven van vroegpaaiende vissoorten zowel de abundantie van zoöplankton zelf als de timing een probleem.

### 5.4.3 Groei en overleving

*Groei en overleving van vislarven:*

Hogere watertemperaturen kunnen de groei van vislarven versnellen en het verbruik van de dooierzak versnellen, hetgeen kan bijdragen aan de problematiek van mismatching (Keller in prep., ANT spiering). Met de toename van de groeisnelheid van vislarven neemt ook het sterftepercentage toe (Houde, 1989; Pepin 1991).

*Effecten van temperatuurverhoging: zomersterfte*

Toename van temperatuur in de zomer kan op diverse manieren effect hebben op vispopulaties: verminderde conditie en toenemende gevoeligheid voor infecties, sterfte door overschrijding van de letale temperatuur (die echter aan acclimatisatie onderhevig is; Hutchison & Meness, 1979), sterfte door plotselinge toename van temperatuur onder de letale waarde, sterfte door temperatuurgerelateerde hypoxia (te weinig zuurstof) en anoxia (zuurstofloos) (Thronson & Quigg, 2008), al of niet in relatie tot stratificatie (Stanley & Nixon, 1992), sterfte door H<sub>2</sub>S-ontwikkeling (Luther et al., 2004) of ammoniak (Barica, 1974) in relatie tot temperatuur en stratificatie en daaropvolgende mixing, sterfte door toxische algenbloei (Paerl et al., 2001) of verhoogd zuurstofverbruik door afstervende algen of aangevoerd organisch materiaal. Behalve via dichtere benadering van letale temperaturen en lagere oplosbaarheid van zuurstof kunnen klimaateffecten op de overleving en conditie van vis dus ook optreden via een toename van de kans op algenbloei (Peperzak, 2005) of stratificatie (Ficke et al., 2007). In diepere meren, die 's zomers permanent gestratificeerd zijn, zorgt opwarming voor een vervroeg en verlengd en mogelijk versterkt (grotere temperatuursprong, grotere diepte thermocline?) optreden van gelaagdheid (Winder & Schindler, 2004a; Demers & Kalff, 1993). In ondiepere meren kan per dag stratificatie ontstaan (Lewis, 1983; "atelomixis" volgens Barbosa & Padisak, 2002), met verticale temperatuurverschillen die in de tropen kunnen oplopen tot meer dan 10°C (Ganf & Horne, 1975). Dit gebeurt ook tientallen keren per zomerhalfjaar in het IJssel- en Markermeer, met verticale verschillen die oplopen tot ongeveer 3°C. De verschillen tussen de waterlagen en de duur van de stratificatie (tot enkele dagen) hangen af van het verloop van de luchttemperatuur. De omstandigheden waaronder deze gelaagdheid optreedt in een meer met een gegeven diepte en waterkwaliteit worden gedefinieerd door hoge temperatuur en lage windsnelheid, met andere woorden het optreden van gelaagdheid is te modelleren met alleen waterdiepte, troebelheid, windsnelheid en zonnestraling (Condie & Webster, 2001; Losordo & Piedrahita, 1990). Volgens Demers & Kalff (1993) wordt 68% van de variatie verklaard door de jaargemiddelde temperatuur en de morfometrie van het meer, de rest waarschijnlijk door verschillen in overige locatiegebonden verschillen (weer, beschutting, diepte van metingen) en troebelheid. Fee et al. (1996) concluderen dat een groter doorzicht resulteert in een dieper gelegen spronglaag, maar alleen in meren kleiner dan 500 ha. Dat betekent dat (de kans op) stratificatie in grotere meren door klimaatverandering (toename van instraling, opwarming, eventueel afname van windsnelheid) toeneemt (Noordhuis in prep.). Massale vissterfte (met name van spiering) in het IJsselmeer is eveneens gekoppeld aan perioden met hoge watertemperatuur en lage windsnelheid en treedt dus op in perioden met stratificatie (Noordhuis, 2010). Dagelijkse

stratificatie houdt tegenwoordig in het IJsselmeer in de regel niet lang genoeg stand om de zuurstofgehalten in de onderlaag te doen dalen. Normaal gesproken vindt in de avond weer menging plaats door wind of door afkoeling, omdat de bovenlaag door de koudere lucht afkoelt en in dichtheid toeneemt tot dat het zakt. Als echter de luchttemperatuur 's nachts niet daalt onder de temperatuur van de onderste waterlaag en er is geen wind, dan blijft de gelaagdheid in stand.

#### *Visproductie algemeen*

Dat primaire productie toeneemt met klimaatverandering (Mooij et al., 2003) betekent niet automatisch dat dat ook geldt voor de visproductie. Toename van planktonproductie kan samengaan met een afname van de kwaliteit als voedsel (Sarpe in prep., resultaten ANT studie IJsselmeer). In de gematigde streken zou de visproductie kunnen toenemen, maar voorspelling is moeilijk vanwege onzekerheid over de transitie van primaire productie naar de hogere trofische niveaus (Brander, 2007).

Mackenzie & Köster (2004) verbinden rekrutering van sprot in de Oostzee aan klimaatfactoren als temperatuur en ijsbedekking in de periode waarin gonaden, eieren en larven zich ontwikkelen, en stellen dat de ontwikkelingen daarmee gestuurd worden via de Noord Atlantische Oscillatie.

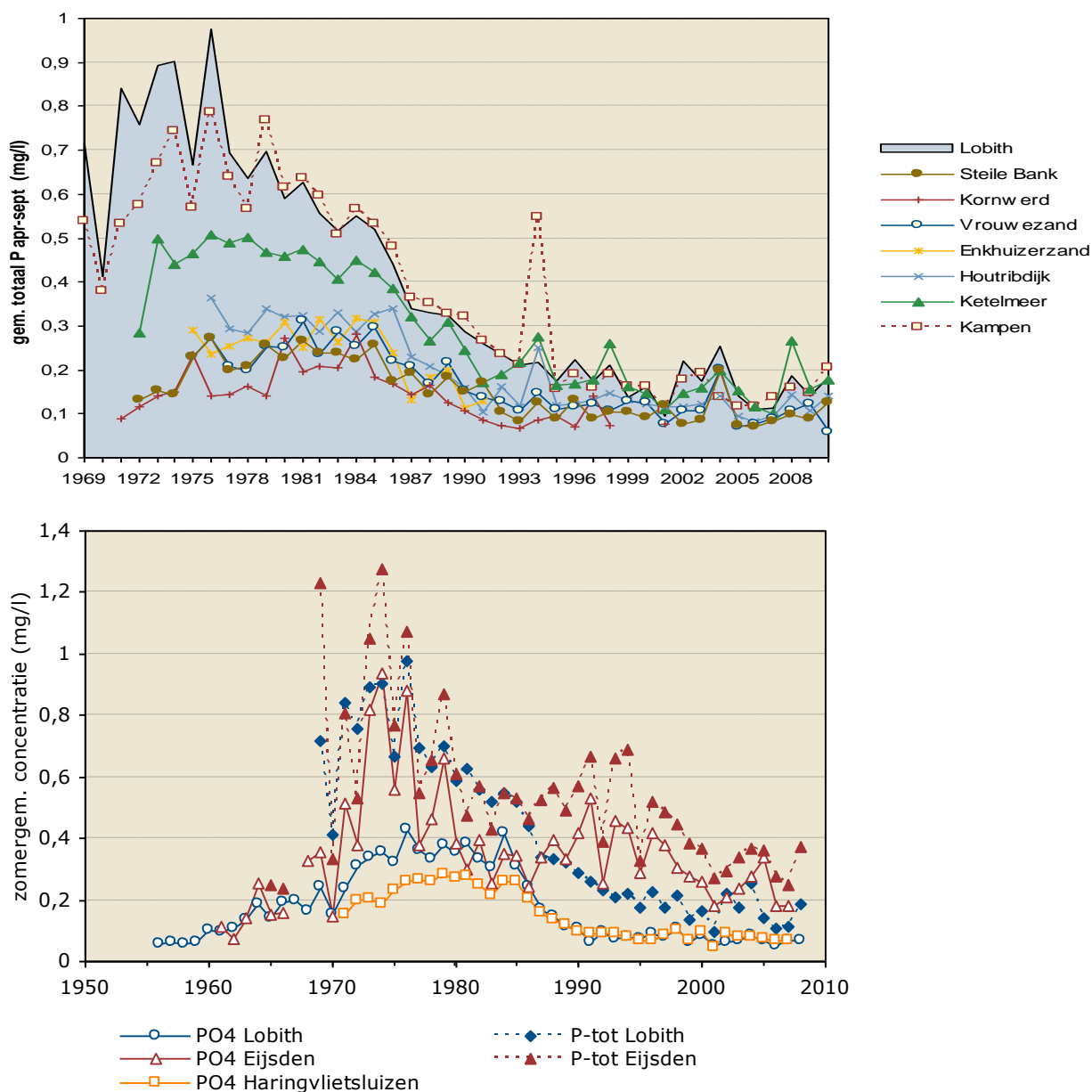
## **5.5 Soortsamenstelling**

Terwijl de effecten van opwarming op de totale visproductie moeilijk zijn te voorspellen, is er veel overeenstemming over temperatuurgestuurde veranderingen in soortsamenstelling. Vooral in zee, waar weinig barrières zijn, zullen vissoorten hun verspreidingsgebied in noordelijke richting verleggen, bij diverse soorten is dit al gaande. Voor een bepaalde locatie (breedtegraad) is hiervan op soortniveau een globale inschatting te maken. Rijnsdorp et al., 2009 voorspellen bijvoorbeeld verschuiving van boreale (noordelijk) naar lusitanische (zuidelijke) soorten. Jaarklassensterkte van koudwatersoorten wordt volgens Casselman (2002) in de Grote Meren van Noord-Amerika verzwakt, die van warmwatersoorten versterkt bij opwarming, zodat uiteindelijk vooral de soortsamenstelling van de visproductie door klimaatontwikkeling en –cycli wordt gestuurd. Stenevik & Sundby (2007) voorspellen rond Noorwegen noordwaartse verschuiving van populaties en verhoogde productie in de meest noordelijke streken. Ook in het uiterste noorden lijken de effecten zodanig soort- en populatiegebonden dat in algemene zin niet of nauwelijks kwantitatieve uitspraken kunnen worden gedaan over effecten van klimaatverandering op vis en visserij (Reist et al., 2006). De voorbeeldsoorten in het eerste deel van dit hoofdstuk (afkomstig uit Burgos & van den Beld, 2009), zijn tegen deze achtergrond gekozen als noordelijke en zuidelijke elementen in het Nederlandse zoete water; spiering, zalm en kwabaal als koudwatersoorten, barbeel als warmwatersoort.

### 5.6 Relatie temperatuur en eutrofiering

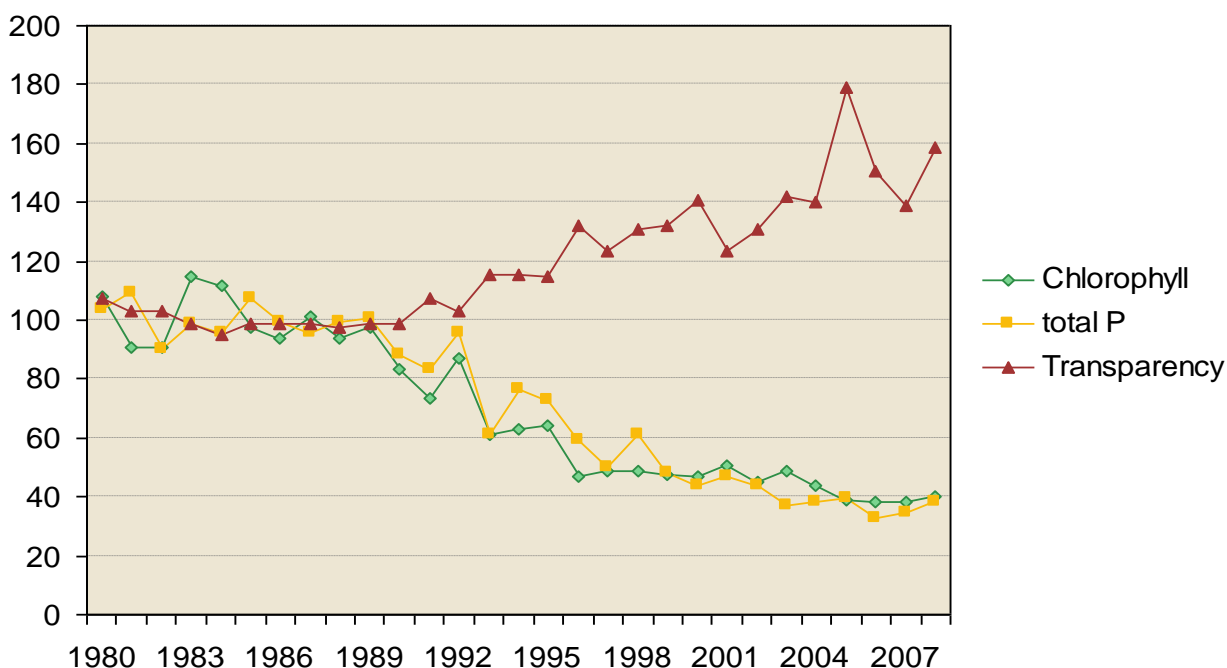
De effecten van temperatuurtoename op de ontwikkeling van vis kan mede afhankelijk zijn van de trofiegraad. Zo kan stratificatie in eutrofe meren vaker leiden tot zuurstoftekort en sterfte, zoals wordt geïllustreerd door de mogelijke door toename van dergelijke incidenten gestuurde afname van spiering in het Peipsi meer in Estland (Kangur et al, 2007). Daarnaast gaan de effecten van opwarming en eutrofiering deels gelijk op waar het gaat om toename van de primaire productie (Mooij et al., 2003).

Bij de studie van de rol van klimaatverandering in trendontwikkeling van vis die zich de laatste tijd in Nederland heeft voorgedaan, is eveneens de relatie met het verloop van nutriëntconcentraties, als alternatieve oorzaak van vistrends, van belang.



**Figuur 14**

Trends van totaal fosfor in de grotere Nederlandse wateren (zomergemiddelde).

**Figuur 15**

Gemiddelde trends chlorofiel, totaal fosfor en doorzicht in ca. 200 Nederlandse wateren (Eutrofiëringenquête, Hoesper et al. ...), geïndexeerd op het gemiddelde over 1980-1990.

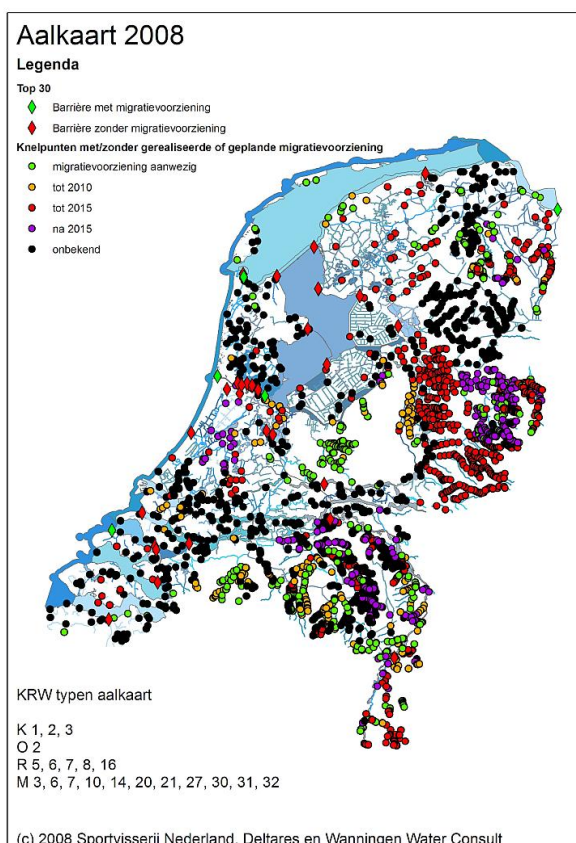
In Nederland daalt door een combinatie van binnenlands beleid en verminderde aanvoer via vooral de Rijn vanuit Duitsland sinds ongeveer 1990 het gemiddelde fosforgehalte in het oppervlaktewater (figuur 14). Deze afname is nog steeds gaande en heeft inmiddels in vele wateren geleid tot nutriëntbeperking en afname van de groei van fytoplankton (figuur 15). Terwijl de relatie hiervan met visproductie wetenschappelijk gezien complex is, wordt deze ontwikkeling door de beroepsvissers in Nederland inmiddels vaak gezien als verantwoordelijk voor de afnemende vangsten (zie figuur 6, hoofdstuk 3).

Voor zover dit het geval is, kan toename van de watertemperatuur vanuit het perspectief van de vissers dus enige verzachting bieden via een wat hogere planktonproductie (Mooij et al., 2003). Effecten van klimaatverschuivingen en van afname van nutriëntaanvoer zijn in de analyse van de oorzaken van ecologische trends niet alleen moeilijk te scheiden omdat de effecten deels betrekking hebben op dezelfde parameters. Daarnaast is sprake van het min of meer samenvallen van niet-lineaire veranderingen in beide trends, gevolgd door ecologische versterkingsmechanismen (ANT onderzoek IJsselmeergebied). Zo ging de plotselinge, permanente vervroeging van het voorjaar (gekoppeld aan een verandering in de internationale weerspatronen) in 1988 samen met een versnelde afname van de aanvoer van fosfor via de Rijn (en IJssel). Een recente verdere afname van die aanvoer (rond 2005) gaat weer samen met veranderingen in de start van het groeiseizoen door afname van wind en forse toename van zonlicht in april. Het is misschien niet verwonderlijk dat juist het samenvallen van belangrijke wijzigingen in stuurfactoren de grootste ecologische reacties te weeg brengen. Ook de incompleetheid van ecosystemen (gebrek aan habitatdiversiteit door kunstmatige inrichting) kan een rol spelen bij weerstand tegen veranderingen in afzonderlijke stuurvariabelen (klimaat,

nutriëntaanvoer, visserijdruk etc.). Mede daardoor is het effect van een combinatie van klimaatverandering en afname van nutriëntaanvoer daarom mogelijk op de korte termijn groter dan de som van de afzonderlijk effecten. Op de langere termijn wordt afname van de visproductie in de literatuur echter alleen op soortniveau aan klimaatverandering toegeschreven, niet op het niveau van de totale productie.

## 6. Effecten van veranderende rivierafvoeren als gevolg van klimaatverandering op de sluitingsmomenten van de Haringvlietsluizen bij eb en bij vloed onder het HOP (de Kier) en de gevolgen voor vismigratie.

Vissen ondervinden door de ingrepen van de mens in de hydromorfologie van rivieren, beken, meren, plassen en dergelijke veel problemen tijdens de migratie. Moeten ze vanuit de polder naar het boezemwater dan lopen ze het risico te sterven in de poldergemalen. Overleven ze een dergelijke hindernis toch en komen ze in de rivier dan zijn de gevaren absoluut nog niet geweken. Zo onderzochten Winter & Jansen (2006) in de periode van 2002-2006 de stroomafwaartse trek van schieraal in de Maas. Van de door hen gezenderde schieralen bereikte tussen de 31 en 37% de zee. 10 tot 25% verdween zonder dat daar een eenduidige verklaring voor was, terwijl de overige ten prooi vielen aan de beroepsvisserij (19-25%), de sportvisserij (1-3%) of werden gedood (16-34%) in de twee waterkrachtcentrales op de rivier. Foekema et al., 2010 vonden bovendien dat lozingspluimen van rioolwaterzuiveringsinstallaties de zwemrichting van schieralen veranderde en dat de dieren langs de rand van de pluim probeerden te passeren. Op wateren met een klein afvoerdebiet zouden zo migratiebarrières kunnen ontstaan. De onderzoekers menen echter dat met relatief eenvoudige aanpassingen de kans daarop kan worden verkleind. Inmiddels is er veel gedaan om de barrières voor vissen weg te nemen in beken en rivieren. Voorzieningen als vistrappen blijken voor sommige soorten goed te functioneren (Winter, 2010). Zowel de hoofdstroom van de Maas als het Rijnstroomgebied in Nederland is voor trekvis ontsloten (Hop & Vriese, 2011). Veel andere hobbels moeten echter nog genomen worden zoals te zien is in figuur 16 (zie ook Buijse et al., 2009)

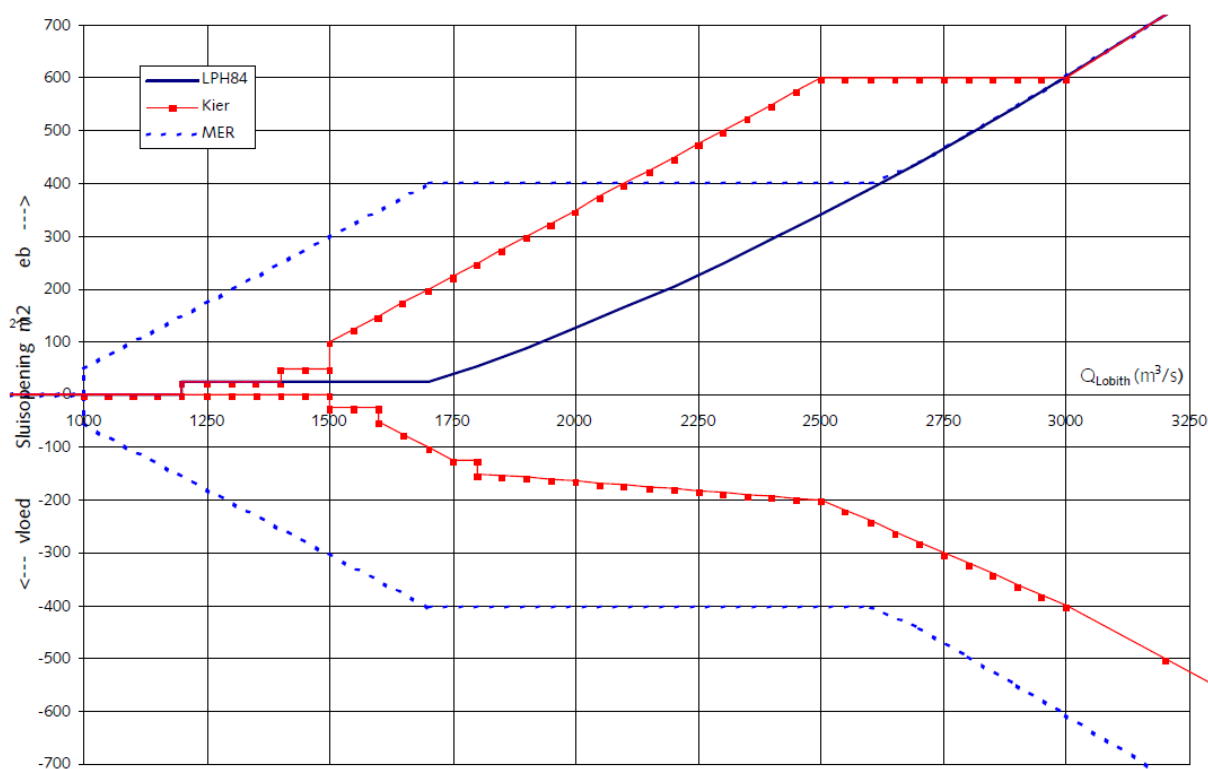


**Figuur 16**

Migratiebarrières voor vis in de Nederlandse binnenwateren anno 2008. (overgenomen uit Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, 2009).

Als grootste barrière voor vissen die het Rijn-Maasstroomgebied in en uit willen trekken worden de Haringvlietsluizen gezien (Paalvast et al., 1998; van Leeuwen et al., 2004; Buijse et al., 2009; Rijkswaterstaat, 2011). Sommige trekvisen slagen erin tijdens het spuien bij eb de sluisen van zee naar Haringvliet te passeren anderen lukt dat niet. Migratie naar zee levert wanneer de sluisen bij eb niet gesloten zijn voor trekvisen veelal geen problemen op (Hop, 2011). Maar niet alleen trekvisen gaan door de sluisen naar zee ook zoetwatervis en vissen blijken dat te doen, echter is er voor hen geen weg terug en zullen ze in het zoute water sterven. Geschat wordt dat er tijdens het spuien gemiddeld 1000 à 2000 kg vis per dag “uitspoelt”. Bij volledig geopende sluisen zou dit op kunnen lopen tot 10.000 kg vis per dag (Hop et al., 2011). Voor soorten als bot en paling is de vloedstroom van belang bij het stroomopwaarts migreren wanneer de vissen nog klein zijn. Voorwaarde is dan dat de sluisen bij vloed open staan, hetgeen in de huidige situatie niet het geval is. Ook andere soorten zoals stekelbaarzen, zeenaald, spiering, grondels, steurgarnalen, aasgarnalen, vlokreeften en wolhandkrabben profiteren van de vloedstroom (Bult & Dekker, 2006).

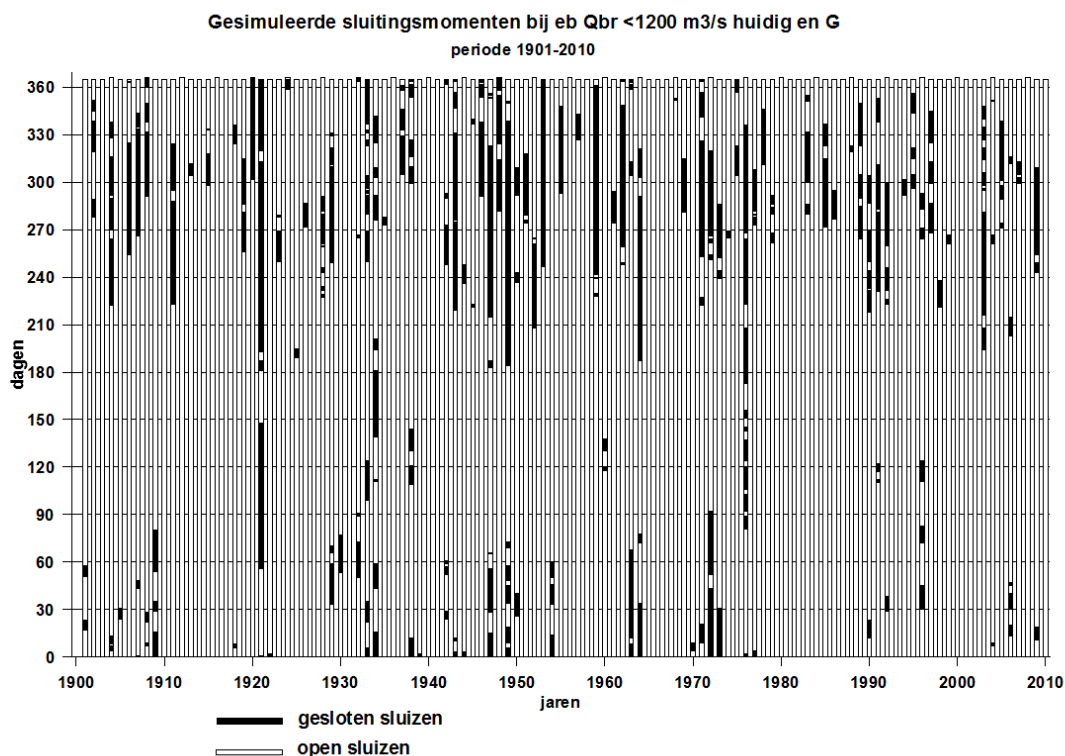
In 2013? gaan de Haringvlietsluizen op een Kier. Bij dit beheerprogramma worden de sluisen bij eb vanaf een Bovenrijnafvoer ( $Q_{br}$ ) van  $1200 \text{ m}^3/\text{s}$  bij eb geopend (zie figuur 17), vanaf een  $Q_{br}$  van  $1500 \text{ m}^3/\text{s}$  gaan de sluisen ook bij vloed open.



**Figuur 17**

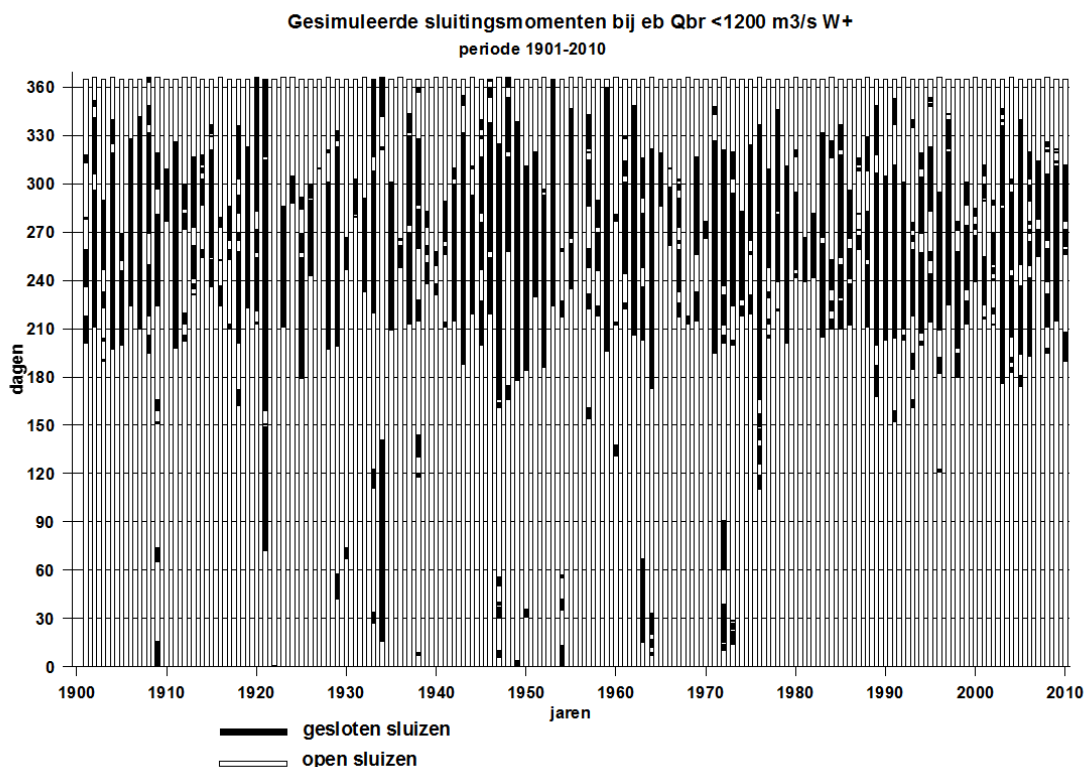
Sluisbeheer volgens LPH84 (huidig beheer), de Kier en Getemd Getij (MER) (overgenomen uit van Leeuwen et al., 2004).





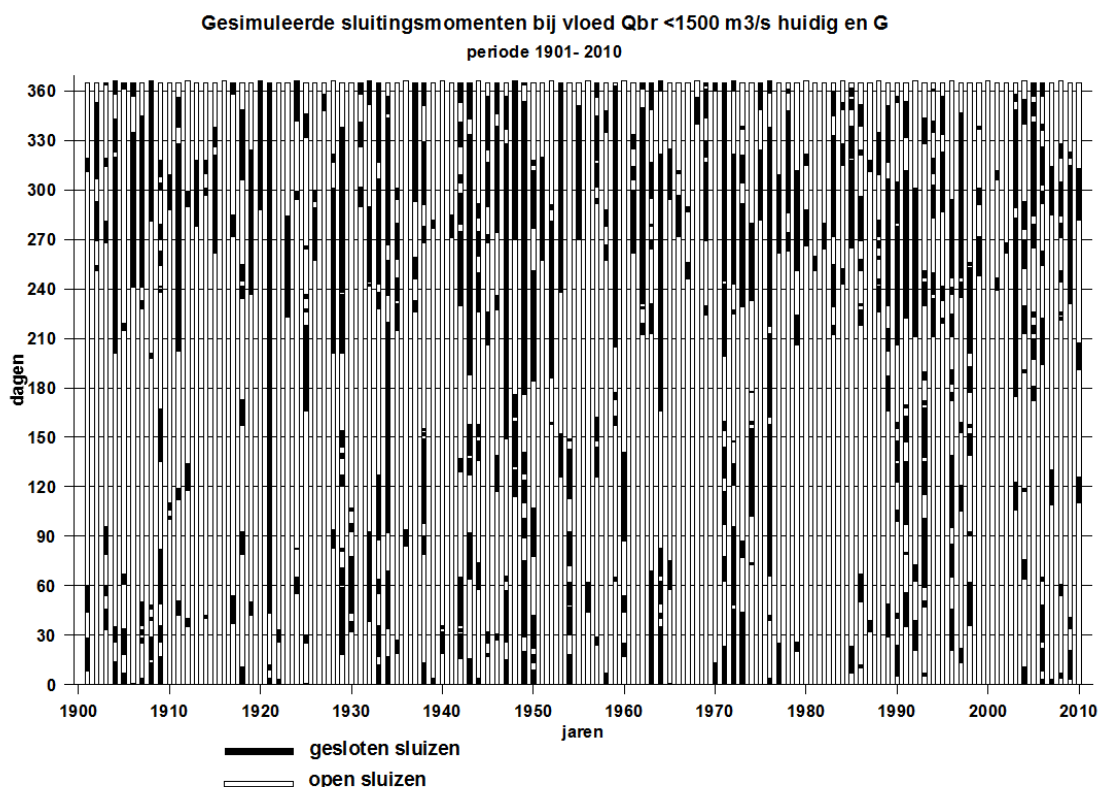
**Figuur 18**

Sluitingsmomenten van de Haringvlietsluizen bij eb volgens de Kier toegepast op 110 jaar Bovenrijnafvoer (Qbr) bij geen verandering van het klimaat en bij een opwarming van 1 °C volgens het KNMI06- scenario "G". dagen 0-30 = januari, et cetera.



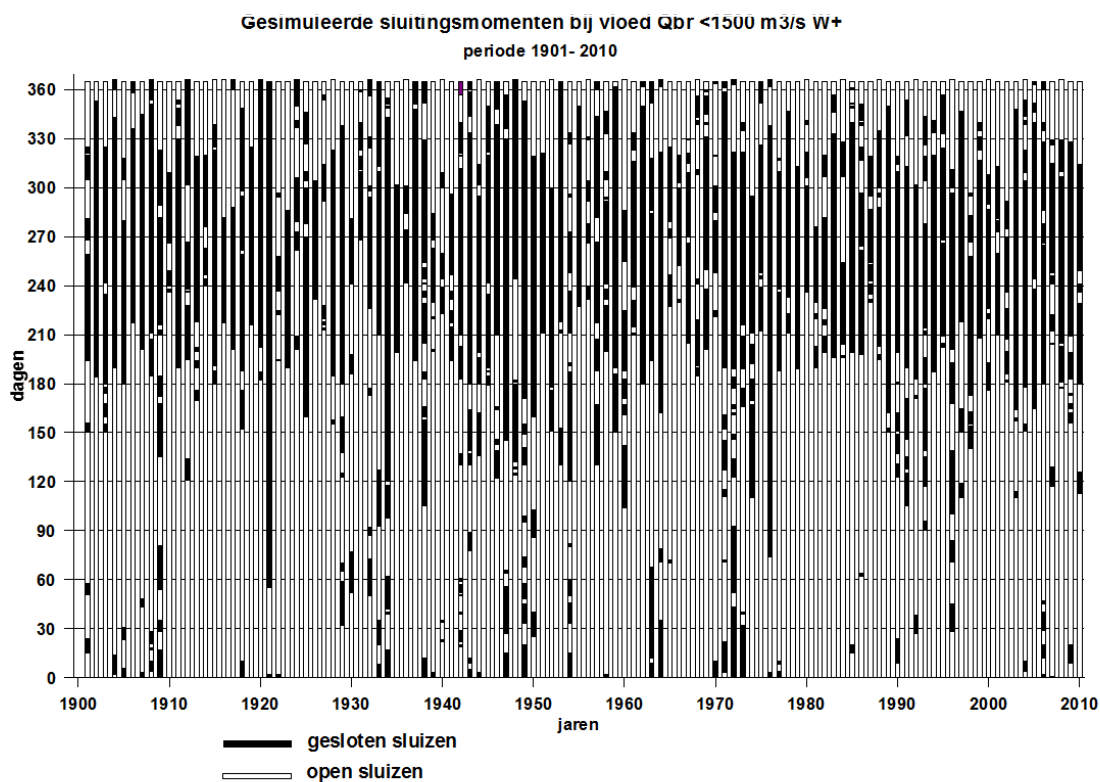
**Figuur 19**

Sluitingsmomenten van de Haringvlietsluizen bij eb volgens de Kier toegepast op 110 jaar Bovenrijnafvoer (Qbr) bij een verandering van het klimaat met een opwarming van 2 °C en veranderende luchtcirculatiepatronen volgens het KNMI06- scenario "G". dagen 0-30 = januari, et cetera.



**Figuur 20**

Sluitingsmomenten van de Haringvlietsluizen bij vloed volgens de Kier toegepast op 110 jaar Bovenrijnafvoer (Qbr) bij geen verandering van het klimaat (huidig) en bij een opwarming van 1 °C volgens het KNMI06- scenario "G". dagen 0-30 = januari, et cetera.



**Figuur 21**

Sluitingsmomenten van de Haringvlietsluizen bij vloed volgens de Kier toegepast op 110 jaar Bovenrijnafvoer (Qbr) bij een verandering van het klimaat met een opwarming van 2 °C en veranderende luchtcirculatiepatronen volgens het KNMI06- scenario "G". dagen 0-30 = januari, et cetera.

In de figuren 18 t/m 21 zijn de sluitings- en openingsmomenten van de Haringvlietsluizen volgens de Kier voor de situatie dat het klimaat niet veranderd (huidig= KNMI'06 scenario 0) en de KNMI'06 scenario's G en W+ voor de eb en vloedsituatie te zien.

Bij afvoeren lager dan 1200 m<sup>3</sup>/s kan er door vissen niet meer actief het Haringvliet worden binnengezwommen. Bij afvoeren hoger dan 1200 m<sup>3</sup>/s kan dat wel en kunnen vissen tevens actief en passief van Haringvliet naar zee migreren. Bij afvoeren hoger dan 1500 m<sup>3</sup>/s kan er naast actieve ook passieve passage van vis van zee naar Haringvliet plaatsvinden

De veranderingen die optreden in Qbr onder KNMI'06 scenario G ten opzichte van KNMI'06 scenario 0 die van invloed zijn op de sluitings- en openingsmomenten van de Haringvlietsluizen volgens de Kier zijn te verwaarlozen (zie tabel 10 in hoofdstuk 8). Om die reden worden deze in de grafieken 18 en 20 samen weergegeven.

In tabel 6 t/m 9 zijn enige statistische karakteristieken van de sluitings- en openingsmomenten van de Haringvlietsluizen volgens de Kier onder de onderscheiden KNMI'06 scenario's gegeven. Duidelijk is zien dat de sluitingsfrequentie van de sluizen bij eb in de periode juli t/m augustus bij W+ sterk toeneemt met name in de maanden augustus, september en oktober (tabel 6). Een aanzienlijke toename is er voor de duur van de sluitingsmomenten (tabel 7). In de maanden december t/m april zijn de sluizen wat vaker open bij eb en bij vloed.

In figuur 22 is de migratiekalender van de meest voorkomende vissoorten in het Haringvliet en de Voordelta te zien. Wanneer de kalender over de sluitingsmomentenfiguren wordt gelegd dan wordt duidelijk dat een aantal soorten het lastiger gaat krijgen om bij het Kierbeheer onder KNMI'06 scenario W+ te migreren en een ander aantal juist makkelijker (figuur 23). In de periode december tot en met juni treedt er bij KNMI'06 scenario W+ een lichte verbetering op voor soorten als zalm, zeeforel om rivieropwaarts te trekken, in de zomerperiode echter zullen ze veel vaker door de sluizen worden tegengehouden. Verder is het maar de vraag of gegeven de verhoogde zomerwatertemperaturen er tegen 2050 onder dit scenario nog zalmen en zeeforellen zijn die paaieren in het stroomgebied van Rijn en Maas. Passief intrekkende glasaal en juveniele bot gaan erop vooruit zo ook juveniele schol, haring en sprout, soorten voor wie het estuarium een opgroei-omgeving is. Soorten die stroomopwaarts trekken in de zomer en nazomer zoals grote marene en houting maar ook rivierprik zullen vaker voor gesloten sluizen komen te liggen. Jonge schol opgegroeid in de brakke zone achter de sluizen, maar ook jonge haring en spiering zal vaker in het najaar problemen gaan ondervinden om vanuit het Haringvliet (passief of actief) naar zee te trekken.

**Tabel 6**

Percentage van de tijd per maand waarbij de Haringvlietsluizen bij eb gesloten zijn volgens het beheerprogramma “de Kier” onder de KNMI’06 scenario’s 0, G en W+.

maand	Qbr 1200 0 en G		Qbr 1200 W+	
	% open	% dicht	% open	% dicht
januari	90	10	96	4
februari	90	10	96	4
maart	95	5	98	2
april	97	3	98	2
mei	97	3	97	3
juni	99	1	95	5
juli	96	4	79	21
augustus	89	11	42	58
september	79	21	28	72
oktober	69	31	33	67
november	73	27	61	39
december	86	14	89	11

**Tabel 7**

Duur van de sluitingsmomenten van de Haringvlietsluizen bij eb volgens het beheerprogramma “de Kier” onder de KNMI’06 scenario’s 0, G en W+.

Qbr 1200 0 en G					
duur ≥	aantal per 110 jaar	frequentie 1 per n jaar	aantal jaren	max duur	155
1 maand	44	2.5	35	gemiddeld	17.7
2 maanden	16	6.9	15	sd	23.5
3 maanden	7	15.7	1		
4 maanden	1	110	1		
Qbr 1200 W+					
duur ≥	aantal per 110 jaar	frequentie 1 per n jaar	aantal jaren	max duur	171
1 maand	101	1.1	81	gemiddeld	27.9
2 maanden	51	2.2	50	sd	36.4
3 maanden	29	3.8	16		
4 maanden	16	6.9	16		

**Tabel 8**

Percentage van de tijd per maand waarbij de Haringvlietsluizen bij vloed gesloten zijn volgens het beheerprogramma “de Kier” onder de KNMI'06 scenario's 0, G en W+.

maand	Qbr 1500 0 en G		Qbr 1500 W+	
	% open	% dicht	% open	% dicht
januari	79	21	87	13
februari	78	22	90	10
maart	85	15	94	6
april	87	13	93	7
mei	84	16	84	16
juni	89	11	78	22
juli	85	15	50	50
augustus	69	31	21	79
september	57	43	11	89
oktober	45	55	18	82
november	56	44	44	56
december	70	30	74	26

**Tabel 9**

Duur van de sluitingsmomenten van de Haringvlietsluizen bij eb volgens het beheerprogramma “de Kier” onder de KNMI'06 scenario's 0, G en W+.

Qbr 1500 0 en G					
duur	aantal per 110 jaar	frequentie 1 per n jaar	aantal jaren	max	322
1 maand	93	1.2	68	gemiddeld	22.3
2 maanden	42	2.6	40	sd	31.4
3 maanden	22	5.0	10		
4 maanden	10	11.0	10		
Qbr W+ 1500					
duur	aantal per 110 jaar	frequentie 1 per n jaar	aantal jaren	max	310
1 maand	137	0.8	103	gemiddeld	31.2
2 maanden	87	1.3	85	sd	44.5
3 maanden	56	2.0	36		
4 maanden	36	3.1	36		

Vissoort	jan	feb	mrt	april	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Schol juveniel										0	0	0
Spiering									0	0	0	
Haring juveniel									0	0	0	
Sprot juveniel												
Driedoornige stekelbaars												
Puitaal												
Glasaal								0	0	0		
Schar juveniel												
Tong juveniel	0	0	0									0
Dikkopje adult												
Zeebaars										0	0	
Zeeprik												
Fint										0	0	0
Elft		0	0	0								
Steur												
Bot juveniel										0	0	
Ansjovis					0	0				0	0	
Steenbolk												
Diklipharder									0			
Zanspiering												
Smelt												
Zeeforel	0	0	0	0	0	0						
Zalm												
Tong	0	0										0
Dikkopje juveniel												
Kleine zeenaald												
Schar adult		0	0									
Schol adult										0	0	0
Slakdolf												
Vijdradige meun												
Wijting												
Houting												
Harnasmannetje												
Sprot adult			0	0	0							
Rivierprik												
Zeedonderpad					0	0						
Kabeljauw juveniel				0	0							

**Figuur 22**

De intrek- en uittrekperioden van de meest voorkomende vissoorten in het Haringvliet en Voordelta. De zwart gekleurde maandblokken symboliseren de voorkeursperioden en die in grijs de maanden waarin de soort ook intrekt. De stippen geven de uittrekperioden weer (naar van Leeuwen et al., 2004).

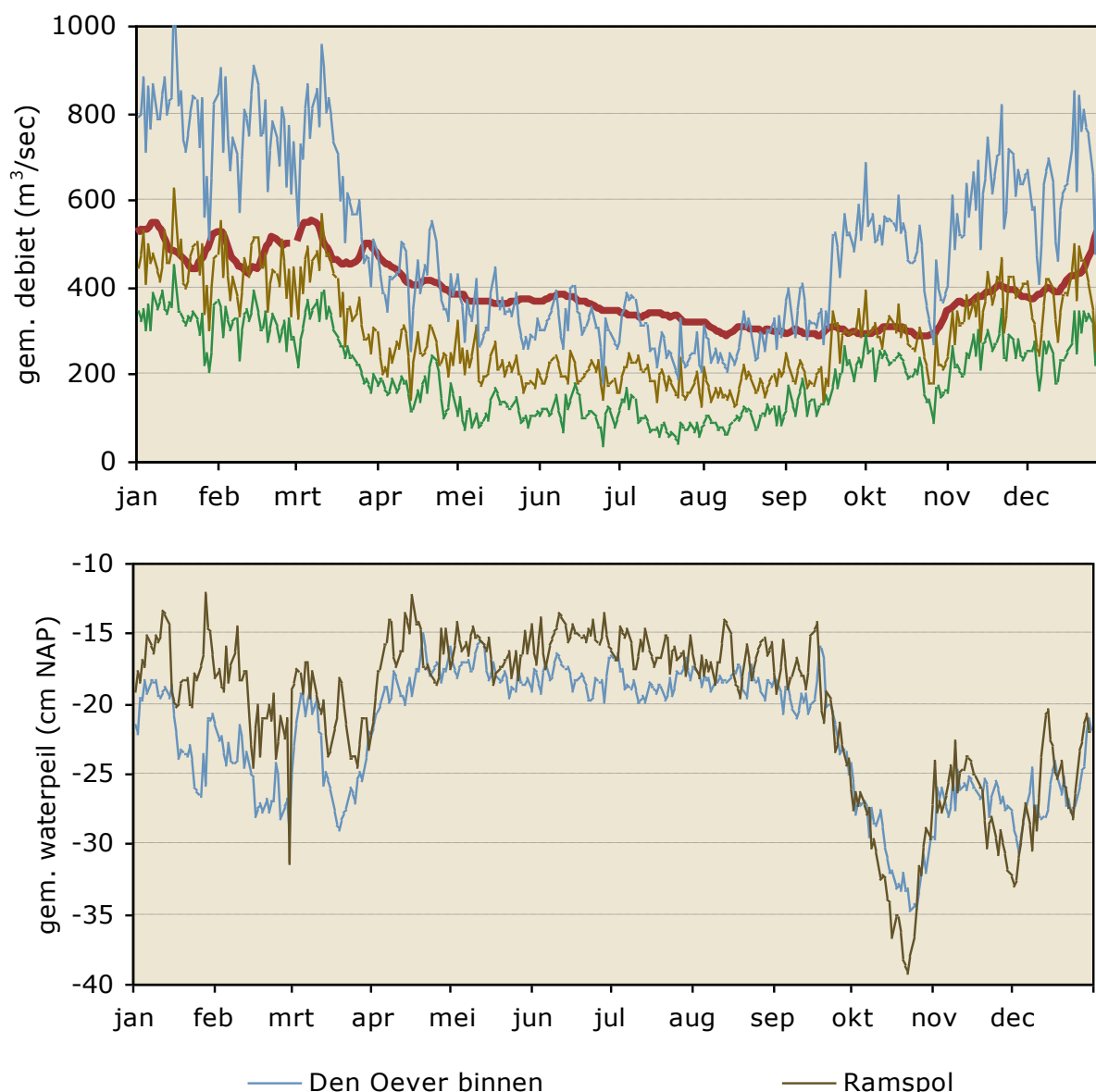






## 7. Effecten van veranderende IJsselafvoer als gevolg van klimaatverandering op het sluisbeheer aan de Afsluitdijk en de gevolgen voor vismigratie.

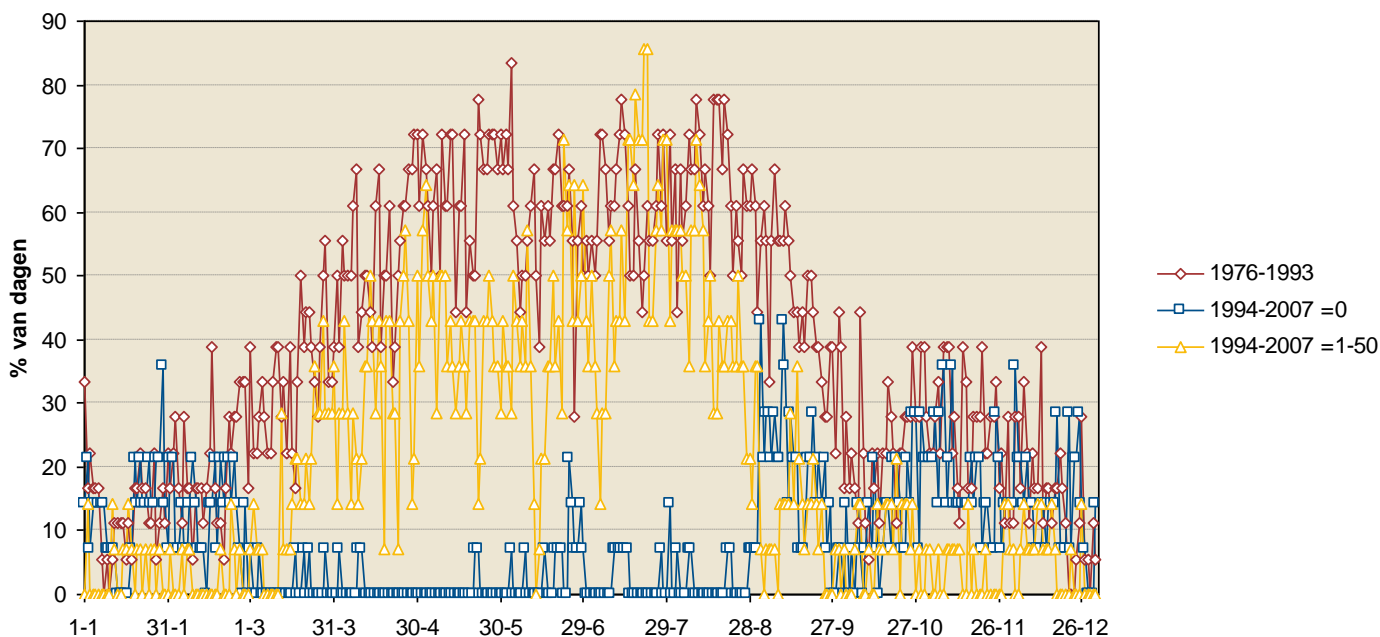
In het IJsselmeergebied heeft het water in de meeste meren een lange verblijftijd, in het IJsselmeer zelf bijvoorbeeld enkele maanden. Ongeveer 70% van de aanvoer van het IJsselmeer komt uit de IJssel, in de winter door aanvoer vanuit omliggende gebieden minder, in de zomer door onttrekking t.b.v. landbouw meer. In de zomer wordt daarom meer water vastgehouden en is het streefpeil gemiddeld 10 cm hoger (figuur 24).



**Figuur 24**

Vergelijking van debieten van IJssel en Afsluitdijk (boven) en gemiddeld seizoensverloop van het waterpeil in het IJsselmeer (onder).

Om in de zomer dit streefpeil te kunnen handhaven wordt al vanaf april met regelmaat niet gespuid, anders dan in het Haringvliet, waar sluiting van de sluizen pas vanaf april/september geregeld aan de orde is (hoofdstuk 6). Visintrek wordt hier dus al in het voorjaar bemoedilijkt.



**Figuur 25**

Seizoensverloop van het percentage van de tijd dat de Afsluitdijk gesloten is.

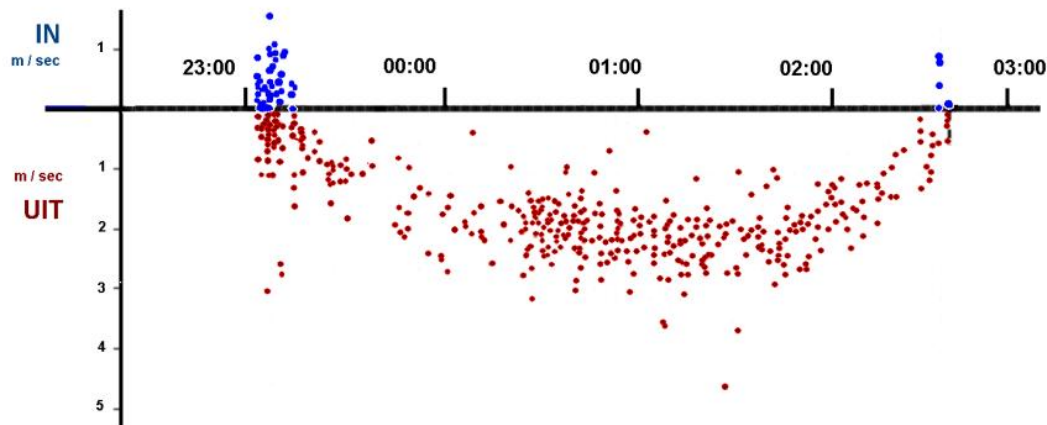
In figuur 25 is het seizoensverloop van het percentage van de tijd dat de Afsluitdijk gesloten is, te zien. Vanaf 1994 worden de sluizen in de zomer niet meer geheel gesloten, hier is het percentage dagen met een debiet van  $<50 \text{ m}^3/\text{s}$  weergegeven. In de eerste helft van oktober worden de sluizen vanwege de instelling van het lagere winterstreefpeil zelden gesloten, zodat visintrek hier ten opzichte van de situatie in de benedenrivieren relatief eenvoudig is. Sinds 1994 worden de sluizen ten behoeve van de visintrek in de zomer niet geheel gesloten. Of dit de visintrek werkelijk stimuleert is nauwelijks onderzocht.

Bij verminderde IJsselafvoer zal het water vooral in de tweede helft van de zomer langer vastgehouden moeten worden, zodat intrek vooral in augustus en september verder bemoedilijkt wordt.

Voor visintrek is bij geopende sluizen ook het debiet zelf, ofwel de stroomsnelheid van het water door de sluizen van belang. Onderzoek in het kader van studies naar extra spuwmiddelen heeft laten zien dat vissen eigenlijk tijdens de eerste fase van de spui naar binnen trekken (figuur 26), als de stroomsnelheid door het relatief kleine niveauverschil met de Waddenzee nog beperkt is (ref ...). Naarmate het zeewater verder zakt als het eb wordt neemt het spuival toe en stopt de intrek.



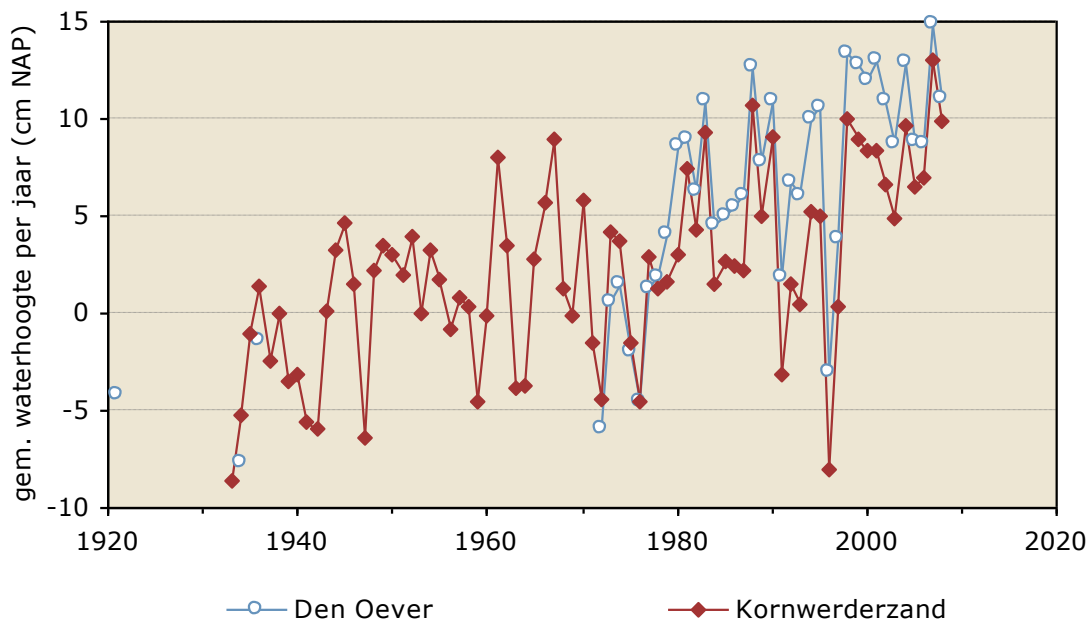
IN- EN UITGAANDE VIS tijdens één spulgang



**Figuur 26**

Zwemsnelheden van vis door de sluisen bij Kornwerd in relatie tot het getij in de Waddenzee (ref ...).

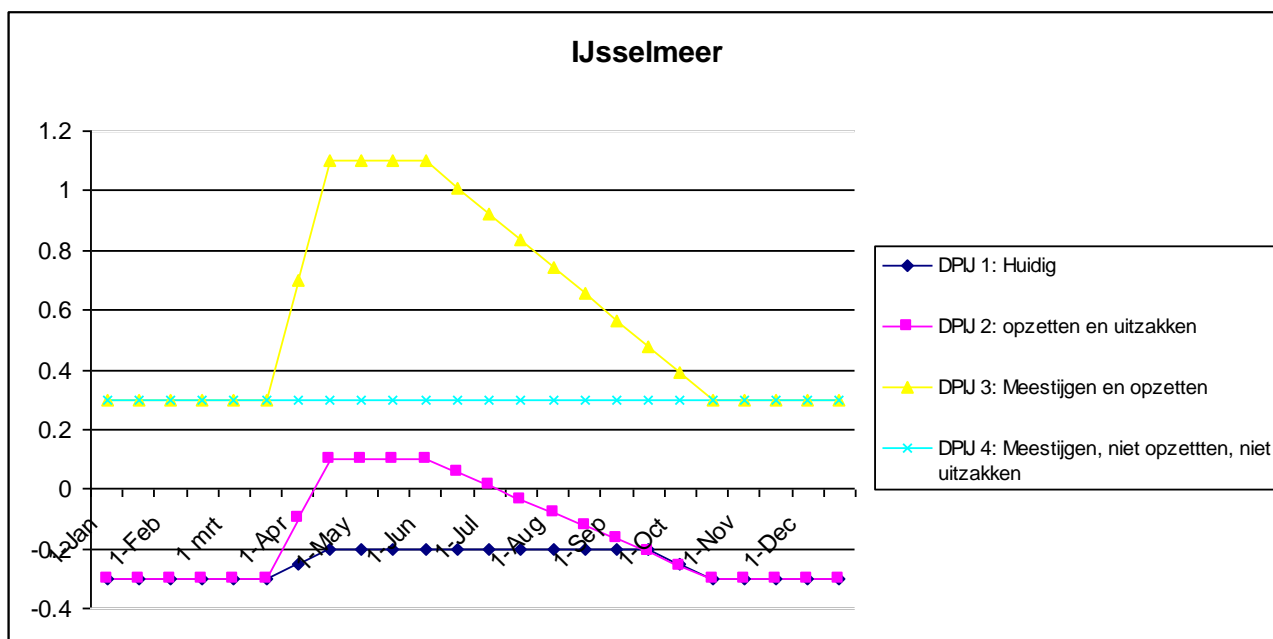
Dat betekent dat de intrek wordt bevorderd als het spuiverval verkleint, bijvoorbeeld door (klimaatgestuurde) zeespiegelstijging (zie figuur 27) bij gelijk blijvende streefpeilen. Aanleg van extra spuumiddelen bij handhaving van de huidige streefpeilen zou dus gunstig kunnen zijn voor visintrek, terwijl peilverhoging in het IJsselmeer de periode met geschikte stroomsnelheden juist verder zou kunnen verkorten.



**Figuur 27**

Zeespiegelstijging buiten de Afsluitdijk sinds begin 20<sup>ste</sup> eeuw.

Peilverhoging in antwoord op zeespiegelstijging wordt momenteel onderzocht in het kader van het Deltaprogramma IJsselmeer (figuur 28 en 29, tabel 10), waarbij ook het minimaliseren van de negatieve ecologische effecten wordt bekeken. Bij de meeste scenario's wordt gerekend met (hoger) opzetten van het peil in april en uitzakkend peil vanaf begin juni. Daarbij zouden dus op grond van de stroomsnelheden door de sluisen de voorjaarstrekkers worden benadeeld. Bij uitzakkend peil in de zomer tot onder het huidig peil, in sommige scenario's ook voor het IJsselmeer opgenomen, zou daarentegen de intrek van vis kunnen bevorderen, door de toename van de frequentie van sluiting van de sluisen wegens verlaging van de rivieraanvoer te beperken.



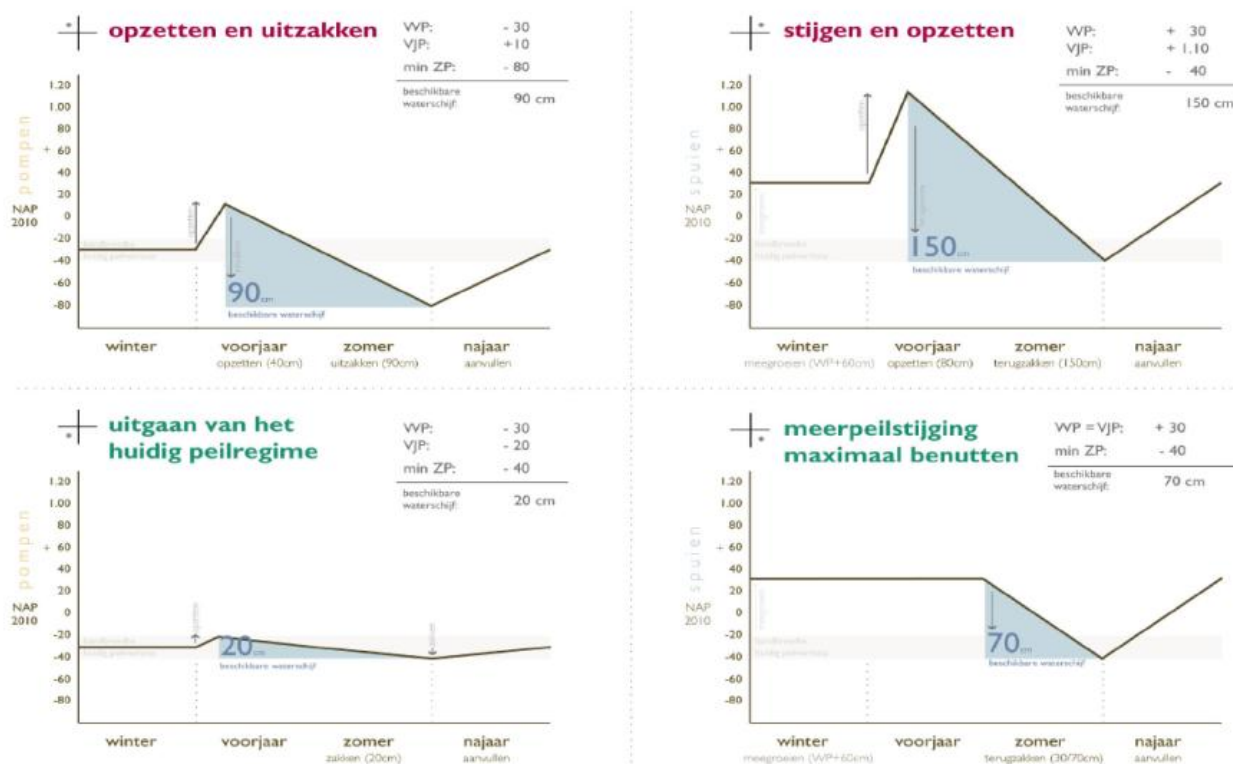
**Figuur 28**

Voorgestelde peilregimes voor het IJsselmeer (Maarse & Noordhuis, in prep.).

**Tabel 10**

Waterpeilen t.o.v. per peilvariant en gebied (Maarse & Noordhuis, in prep.)

<b>Strategie 1: huidig peilbeheer</b>			
Peilen (cm t.o.v. NAP)	IJsselmeer	Markermeer	Veluwerandmeren
Winterpeil	-30	-30	-30
Voorjaarspeil	-20	-20	-5
Min Zomerpeil	-40	-40	-5
<b>Strategie 2: Opzetten en uitzakken</b>			
Winterpeil	-30	-30	-30
Voorjaarspeil	+10	+10	+10
Min Zomerpeil	-80	-80	-5
<b>Strategie 3: Meestijgen en opzetten</b>			
Winterpeil	+30	-30	-30
Voorjaarspeil	+110	+10	+10
Min Zomerpeil	-40	-40	-5
<b>Strategie 4: Meestijgen, niet opzetten, niet uitzakken</b>			
Winterpeil	+30	-30	-30
Voorjaarspeil	+30	-30	-5
Min Zomerpeil	-40	-40	-5



**Figuur 29**

Schematische weergave van het peilverloop in de vierverschillende peilvarianten.



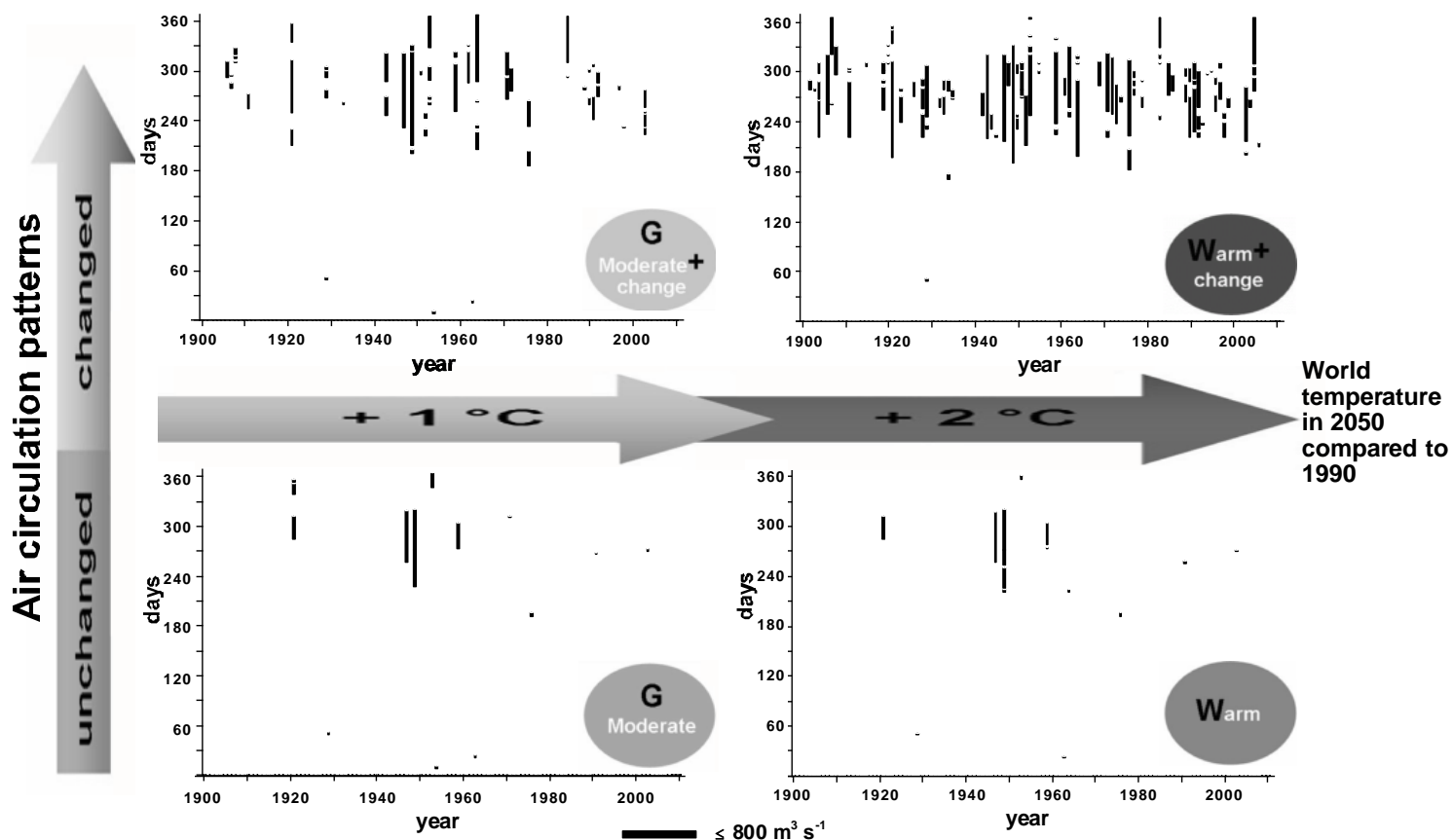
## **8. Rivierwaterstandverlaging als gevolg van klimaatverandering en de effecten op de waterstand in nevengeulen, strangen en plassen in uiterwaarden**

Dorenbosch et al. (2011) hebben in 2009 op een groot aantal locaties, veelal nieuwe habitats zoals geïsoleerde plassen, aangetakte strangen, aangetakte rivierarmen of plassen en meestromende nevengeulen in de uiterwaarden van de Nederlandse rivieren alsmede de rivieroever, op hun samenstelling van de vispopulaties onderzocht. Uit het onderzoek kwam naar voren dat deze vergroting van de habitatdiversiteit langs de gereguleerde en genormaliseerde rivieren een belangrijke meerwaarde heeft voor de riviervisgemeenschap. Een aantal van deze habitats hebben een kraamkamerfunctie van waaruit de riviervispopulatie kan worden aangevuld. Meestromende geulen en aangetakte strangen zijn voor het herstel van een aantal rheofiele (stromingsminnende) soorten van groot belang. In onderstaande opsomming (letterlijk overgenomen) de conclusies die zij trokken uit het onderzoek en de verworven inzichten:

- De aanleg van nieuwe habitats in uiterwaarden resulteert in hogere dichtheden juveniele vis dan in rivieroever.
- Meestromende nevengeulen en aangetakte strangen zijn bij uitstek geschikt als opgroeihabitat voor de rheofiele vislevensgemeenschap.
- Geïsoleerde plassen herbergen een andere visgemeenschap en hebben een zeer beperkte functie voor rheofielen; voor een zo divers mogelijke visgemeenschap in en langs de rivieren, dient de waarde van dit habitatype echter niet onderschat te worden.
- De habitattypen aangetakte rivierarm/plas, aangetakte strang en meestromende nevengeul hebben visgemeenschappen die veel overeenkomsten vertonen. Afzonderlijke soorten hebben echter een optimum in verschillende habitattypes. De habitattypes zijn daarmee complementair.
- Rivieroever (kribvakken) zijn ecologisch verbonden met aangrenzende nevengeulen en strangen. Ze bieden uitwijkmogelijkheden als uiterwaardwateren droogvallen en vormen de overgangszone tussen deze wateren en de rivier. Het is daarom van belang dat rivieroever betrokken worden bij de aanleg van nevengeulen en strangen.
- In de huidige situatie is een aantal meestromende nevengeulen en aangetakte strangen zeer eenvormig. Voor een diverse visgemeenschap is meer variatie vereist.
- Kleine ondiepe plassen herbergen een hogere visdichtheid dan grote diepe plassen.
- Grote en lange geulen herbergen een hogere dichtheid aan vis dan kleine en korte geulen. Daarnaast herbergen zij een grotere diversiteit aan microhabitats en onderscheiden zich daarmee scherper van de rivier.
- Stortstenen bodems faciliteren de vestiging van bodemgebonden exotische vissoorten.

Droogval in meerdere opeenvolgende jaren van bovengenoemde habitattypen in uiterwaarden door lage waterstanden bij langdurig lage rivierafvoeren zou desastreuze gevolgen kunnen hebben voor de riviervispopulatie en –diversiteit. Dat onder het KNMI'06 scenario W+ frequent terugkerende langdurig lage afvoeren zich voor doen, valt af te lezen aan figuur 30 en tabel 11.

### Discharge of the river Rhine at the Dutch-German border simulation period 1900 - 2008



**Figuur 30**

Gesimuleerde perioden met een Bovenrijnafvoer ( $Q_{br}$ ) van  $\leq 800 \text{ m}^3/\text{s}$  gedurende de periode 1901-2008 als gevolg van de KNMI'06 scenario's (bewerkt naar Paalvast & van der Velde, 2011).



**Tabel 11**

Aantal jaren met perioden langer dan 14 dagen waarbij de Qbr lager is dan 800 m<sup>3</sup>/s en jaren met een Qbr lager dan 600 m<sup>3</sup>/s onder het huidige klimaat en de KNMI'06 scenario's for 2050, met de lengte van periodes met Qbr lager dan 800 m<sup>3</sup>/s en de herhalingstijd ervan (bewerkt naar Paalvast & van der Velde, 2011).

KNMI'06 scenario	huidig	G	G+	W	W+
aantal jaren	3	5	18	4	45
aantal extreme jaren Qbr < 600 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	0	0	3	0	11
aantal perioden	3	7	20	4	46
gemiddelde lengte periode in dagen	21.7	25.1	53.7	52.0	57.0
standaard afwijking	10.7	11.6	34.5	31.3	33.6
maximum lengte in dagen	34.0	49.0	132.0	93.0	142.0
minimum lengte in dagen	15.0	16.0	14.0	27.0	14.0
mediane lengte in dagen	16.0	19.0	46.0	44.0	49.5
herhalingstijd in jaren	36	21.6	6	27	2.4

#### *droogval in de uiterwaarden langs de IJssel*

Analyse van de Sobek-waterstandsberekeningen voor respectievelijk een Qbr van 600, 800 en 1000 m<sup>3</sup>/s laat voor de Gelderse IJssel geen noemenswaardige droogval van geïsoleerde plassen, aangetakte plassen, meestromende geulen, aangetakte strangen en dergelijke zien (zie bijlage 4). Slechts in een enkel geval bij de laagste afvoer raakt een plas geïsoleerd of een meestromende geul eenzijdig aangetakt. Vanzelfsprekend is bij de laagste rivierafvoer (Qbr = 600 m<sup>3</sup>/s) het water een stuk ondieper en dit leidt tot hogere watertemperaturen. Echter is de frequentie waarmee dit zich onder KNMI'06 scenario W+ voor zou kunnen doen laag (tabel 10).

#### *droogval in de uiterwaarden langs de Waal*

Analyse van de Sobek-waterstandsberekeningen voor respectievelijk een Qbr van 600, 800 en 1000 m<sup>3</sup>/s laat ook voor de Waal geen droogval van geïsoleerde plassen, aangetakte plassen, meestromende geulen, aangetakte strangen en dergelijke zien (zie bijlage 5). Alleen in de Staartjeswaard tussen Nijmegen en Loenen lijkt een meestromende geul bij alle drie de gesimuleerde afvoeren onderbroken te worden. Ook een enkele strang verliest de verbinding met de rivier. Bij alle afvoeren valt wel het gebied tussen de kribben op veel plaatsen droog. Ook voor de Waal geldt hoe lager de rivierafvoer hoe lager de waterstand in vooral alle direct met de rivier verbonden wateren.

#### *droogval in de uiterwaarden langs de Grensmaas*

Analyse van de Sobek-waterstandsberekeningen voor respectievelijk een Qmaas van 10, 25 en 50 m<sup>3</sup>/s laat voor de Grensmaas droogval zien van enkele geïsoleerde strangen (die bij hoogwater meestromend worden) en geïsoleerde plassen zien (zie bijlage 6).

*conclusies gevolgen voor vis bij droogval door lage waterstand*

Zoals gezegd zullen de laagste afvoeren voor de laagste waterstanden zorgen. Dit kan lokaal tot hoge watertemperaturen leiden. Er is langs alle drie de riviertakken echter voldoende groot en diep water voor vis om zich in terug te trekken. Bij weer hogere waterstanden en lagere watertemperaturen kunnen de verlaten habitats weer opnieuw worden gekoloniseerd. Stratificatie gepaard aan lage zuurstofgehalten zou dit echter teniet kunnen doen (zie hoofdstuk 5).

Belangrijk is hier de conclusie van Dorenbosch et al., 2011 te herhalen dat in de huidige situatie een aantal meestromende nevengeulen en aangetakte strangen zeer eenvormig is, en dat voor een diverse visgemeenschap meer variatie is vereist. Voor nu en in de toekomst!

## 9. Gevolgen van klimaatgestuurde veranderingen in de KaderRichtlijn Water (KRW) en Natura 2000 scores voor de visserij

### 9.1 kaderrichtlijn water; diversiteit

De KRW maatlatten voor vis zijn opgebouwd uit onderdelen voor soortensamenstelling/soortenrijkdom en abundantie van verschillende ecologische groepen. De exacte invulling verschilt sterk per watertype. Voor gebufferde meren en plassen (M14, M20) is de verdeling in deelmaatlatten bijv. als volgt:

Aantal soorten  
Aandeel brasem  
Baars en blankvoorn als % van alle eurytope (in alle watertypen voorkomend) vis  
Aandeel plantenminnende vis  
Aandeel zuurstoftolerante vis

Voor rivieren zijn er twee deelmaatlatten, de eerste voor het aantal soorten, de tweede voor de abundantie:

*Aantal soorten*  
Kenmerkend rheofiel (stroomminnend)  
Kenmerkend eurytoop  
Kenmerkend migratie regionaal/zee  
Kenmerkend habitat gevoelig

*Abundantie; % van totaal aantal*  
Rheofiel  
Eurytoop  
Migratie regionaal/zee  
Habitatgevoelig

Omdat hierbij commerciële vissoorten ook een rol spelen, heeft visserij in potentie invloed op de maatlatscore. Eventuele veranderingen in de visserij onder invloed van klimaatverandering kan dus ook veranderingen in de maatlatscores veroorzaken. Andersom kan een slechtere maatlatscore de druk op visserij vergroten waar het soorten betreft met een positief effect op de score.

Klimaatverandering zou via het opwarmen van het water kunnen leiden tot versterking van de effecten van eutrofiering (Jeppesen et al., 2010; Frisk et al., 1997) en daarmee tot toename van de abundantie van eurytope vis en afname van limnofiele (plantenminnende) vis. Verlaagde afvoer zou nadelig kunnen zijn voor bepaalde soorten anadrome trekvis (soorten die met name in de nazomer optrekken), waardoor het aandeel migrerende vis zou kunnen dalen.

De maatlatscores zouden dus zowel in de meren als in de rivieren door klimaatverandering kunnen dalen. Dat betekent extra druk op de visserij op soorten die een hoge score bevorderen en een stimulans voor visserij op soorten die de score verlagen.

In de meren zorgen baars en blankvoorn voor een hogere score, andere eurytope soorten juist voor verlaging daarvan. Visserij op deze laatste categorie zou de druk vanuit de KRW dus verlichten, waaronder brasem, aal, karper, kolblei, meerval, roofblei, snoekbaars en snoek.

In de rivieren verlaagt de eurytope vis eveneens de score, hier inclusief baars en blankvoorn. Hier gelden echter veel van deze soorten ook als migratiesoorten of habitat gevoelige soorten met een positieve bijdrage voor de score, zoals aal, brasem, karper, meerval, roofblei, snoek en snoekbaars. Bij deze soorten is het effect op de score bij voorbaat dus niet duidelijk. Aal en roofblei vallen in alle drie de categorieën en scoren dus een keer negatief en twee keer positief, zodat visserij bij klimaatgestuurde verslechtering vanuit de KRW iets meer onder druk komt te staan. Eenduidige eurytope soorten met enkel een negatieve invloed op de score zijn alver, baars, blankvoorn, kolblei en pos.

## **9.2 Natura 2000; aangewezen vissoorten**

Dertien Nederlandse vissoorten zijn aangewezen in het kader van de Habitatrictlijn. Geen van deze soorten is in de huidige situatie van significante betekenis voor de visserij, en slechts zes zijn dat in potentie in de toekomst; elft, fint, grote marene, houting, zalm en steur. De soorten die in potentie van betekenis zijn voor visserij (en de drie prikken), zijn allemaal trekvissoorten, die beïnvloed kunnen worden door veranderingen in rivierafvoer en bereikbaarheid van paaiplaatsen. Aangezien al deze soorten anadrome trekkers zijn en van zout naar zoet water trekken om te paaien, zal geen van de soorten nadelig effect ondervinden van verbrakking. Te lage afvoer in de trektijd kan wel invloed hebben, met name bij soorten die in de (na)zomer trekken, zoals fint, en in mindere mate grote marene. Een deel van de soorten heeft een noordelijke verspreiding is gebonden aan koudere wateren (houting, grote marene, zalm) en is gevoelig voor hogere temperaturen of daaraan verbonden lagere zuurstofspanning (zalm). Literatuur over de relatie tussen klimaatverandering en de productie van zalm wijst echter vaak in de richting van effecten via voedselbeschikbaarheid en habitatkwaliteit (Minns et al., 1995). Geen van de genoemde soorten heeft een typisch zuidelijke verspreiding.

Rivierprik *Lampetra fluviatilis*

Beekprik *Lampetra planeri*

Zeeprik *Petromyzon marinus*

Steur *Acipenser sturio*

Elft *Alosa alosa*

Fint *Alosa fallax*

Grote Marene *Coregonus lavaretus*

Houting *Coregonus fallax*

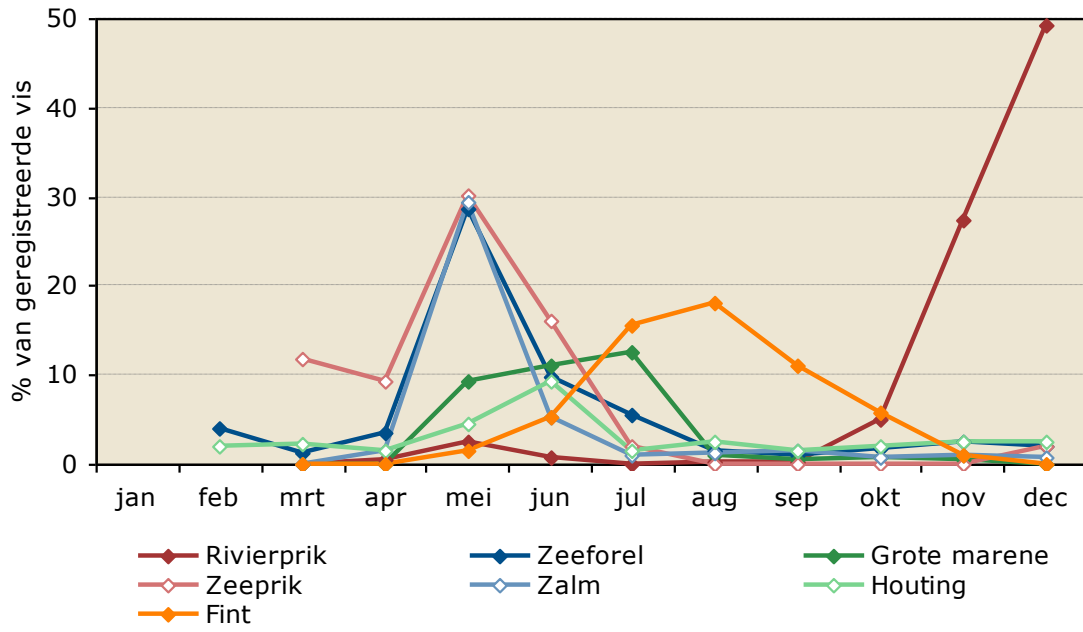
Zalm *Salmo salar*

Bittervoorn *Rhodeus amarus*

Grote Modderkruiper *Misgurnus fossilis*

Kleine Modderkruiper *Cobitis taenia*

Rivierdonderpad *Cottus gobio*



**Figuur 31**

Timing van intrek van trekkvissen in het seizoen (IJsselmeergebied).



## 10. Literatuur

Aarts BGW, Van den Brink FWB, Nienhuis PH, 2004. Habitat loss as the main cause of the slow recovery of fish fauna of regulated large rivers in Europe: the transversal floodplain gradient. *River Research and Applications* 20: 3–23.

Admiraal, W., van der Velde, G., Smit, H., Cazemier, W.G., 1992. The rivers Rhine and Meuse in The Netherlands: present state and signs of ecological recovery. *Hydrobiologia* 265, 97-128.

Adrian R., S. Wilhelm & D. Gerten 2006. Life-history-traits of lake plankton species may govern their phenological response to climate warming. *Global Change Biology* 12: (4) 652-661.

Aprahamian, M. W., C. D. Aprahamian and A. M. Knights, 2010. Climate change and the green energy paradox: the consequences for twaite shad *Alosa fallax* from the River Severn, U.K. *Journal of Fish Biology* 77, 1912–1930.

Barbosa F.A.R. & J. Padisak 2002. The forgotten lake stratification pattern: atelomixis, and its ecological importance. *Verhandlungen Internationaler Verein der Limnologie* 28: 1385-1395.

Barica J. 1974. Extreme fluctuations in water quality of eutrophic fish kill lakes: Effect of sediment mixing. *Water Research* 8: (11) 881-888.

Bij de Vaate, A., R. Breukel & G. van der Velde, 2006. Long-term developments in ecological rehabilitation of the main distributaries in the Rhine delta: fish and macroinvertebrates. *Hydrobiologia* 565: 229-242.

Brander K.M. 2007. Global fish production and climate change. *PNAS* 104: (50) 19709-19714.

Buijse, T., T. van den Beld, N. Brevé & H. Wanningen, 2009. Knelpunten en migratievoorzieningen op de migratieroutes voor aal naar de belangrijke leefgebieden in Nederland. *Deltares*.

Buisson, L. W. Thuiller, S. Lek, P. Lim & G. Grenouillet, 2008. Climate change hastens the turnover of stream fish assemblages. *Global Change Biology* 14: 2232-2248.

Buisson L. & G. Grenouillet, 2009. Contrasted impacts of climate change on stream fish assemblages along an environmental gradient. *Diversity Distrib.* 15: 613-626.

Bult, T.P. en W.Dekker, 2006. Een experimentele veldstudie naar the intrekgedrag van glasaal op de grens van zout en zoet met implicaties voor het verbeteren van intrekmogelijkheden. Wageningen IMARES, rapportnr C064/06.

Burgos, P. & T. van den Beld, 2009. Effecten van klimaatverandering op watertemperatuur en de consequenties daarvan voor visecologie en drinkwaterproductie. *Deltaresrapport 1002020-001-ZWS-0001*.

Carvalho L. & A. Kirika 2003. Changes in shallow lake functioning: response to climate change and nutrient reduction. *Hydrobiologia* 506-509: 789-796.

Casselman J.M. 2002. Effects of Temperature, Global Extremes, and Climate Change on Year-Class Production of Warmwater, Coolwater, and Coldwater Fishes in the Great Lakes Basin Proc. American Fisheries Society Symposium (2002) 32: 39–60

Condie S.A. & I.T. Webster 2001. Estimating stratification in shallow water bodies from mean meteorological conditions. *Journal of Hydraulic Engineering* 127: (4) 286-293.

CPK, 1996. Is er nog toekomst voor beroepsvissers op de benedenrivieren? Deel I: Inventarisatie en knelpuntanalyse.

Daufresne, M. & P. Boët, 2007. Climate change impacts on structure and diversity of fish communities in rivers. *Global Change Biology* 13: 2467-2478.

De Graaf, M., 2010a. Recreatieve visserij onder de loep. *Visionair* 18: 22-25.

De Graaf, 2010b. Recreatieve Visserij Programma Nederland 2010. IMARES Wageningen UR. Report number C150/10.

De Graaf, M. & S.M. Bierman, 2011. Report on the eel stock and eel fishery in the Netherlands 2010. IMARES Wageningen. Rapport C152/2011.

De Laak, G.A.J., 2007. Kennisdocument Atlantische Zalm *Salmo salar* (Linnaeus 1758). Kennisdocument 6 Sportvisserij Nederland.

De Leeuw, J.J., Deerenberg, C., Dekker, W., Hal van, R. & Jansen, H.M., 2006. Veranderingen in de visstand van het IJsselmeer en het Markermeer: Trends en oorzaken. RIVO rapport C022.06.

Demers E. & J. Kalff 1993. A simple model for predicting the date of spring stratification in temperate and subtropical lakes. *Limnology and Oceanography* 38: (5) 1077-1081.

De Senerpont Domis L.N., W.M. Mooij, S. Hülsmann, E.H. van Nes & M. Scheffer 2007. Can overwintering versus diapausing strategy in *Daphnia* determine match-mismatch events in zoöplankton-algae interactions? *Oecologia* 150: (4) 682-698.

Devlin R.H. & Y. Nagahama 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture* 208: (3-4) 191-364.

Dorenbosch, M., N. van Kessel, J. Kranenbarg, F. Spikmans, W. Verberk & R. Leuven, 2011. Nevengeulen in uiterwaarden als kraamkamer voor riviervissen. Bosschap, bedrijfschap voor bos en natuur. Rapport nr. 2011/OBN143-RI.

Fee E.J., R.E. Hecky, S.E.M. Kasian & D.R. Cruikshank 1996. Effects of lake size, water clarity, and climatic variability on mixing depths in Canadian shield lakes. *Limnology and Oceanography* 41: (5) 912-920.



Ficke A.D., C.A. Myrick & L.J. Hansen 2007. Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Rev. Fish. Bol. Fisheries* 17: 581-613.

Ganf G.G. & A.J. Horne 1975. Diurnal stratification, photosynthesis and nitrogenfixation in a shallow, equatorial lake (Lake George, Uganda). *Freshwater Biology* 5: (1) 13-39.

Carscadden J., B.S. Nakashima, K.T. Frank 1997. Effects of fish length and temperature on the timing of peak spawning in capelin (*Mallotus villosus*). *Can. J. Fisheries and Aquatic Sciences* 54: (4) 781-787.

Gudmundur J., J. Oskarsson, C.T. Taggart 2009. Spawning time variation in Icelandic summer-spawning Herring (*Clupea harengus*). *Can. J. Fisheries and Aquatic Sciences* 66: (10) 1666-1681.

Frisk T., A. Bilaletdin, K. Kallio & M. Saura 1997. Modelling the effects of climate change on lake eutrophication. *Proc. Conf. Climate Change and Waters in the Boreal Zone*, Kuhmo, Finland 1995, pp. 53-67.

Hop, J., 2011. Vismigratie Rijn-Maasstroomgebied – samenvatting op hoofdlijnen. Rijkswaterstaat Zuid-Holland. ATKB rapportnummer 20110414/001.

Hop, J., T. Vriese, J. Quak & A.W. Breukelaar, 2011. Visstand Haringvliet en Kier. Rijkswaterstaat Zuid-Holland. ATKB rapportnummer 20110243/001.

Houde E.D. 1989. Comparative growth, mortality, and energetics of marine fish larvae: temperature and implied latitudinal effects. *Fishery Bulletin* 87: 471-495.

Huisman, P., Cramer, W., van Ee, G., Hooghart, J.C., Salz, H., Zuidema, F.C., 1998. *Water in the Netherlands*. Netherlands Hydrological Society, Delft, the Netherlands. ISBN 90-803565-2-2.

Hutchison V.H. & J.D. Maness 1979. The role of behavior in temperature acclimation and tolerance in ectotherms. *integrative and Comparative Biology* 19: (1) 367-384. Hanafiah, M.M., M. A. Xenopoulos, S. Pfister, R.S.E.W. Leuven, & M.A.J. Huijbregts, 2011. Characterization Factors for Water Consumption and Greenhouse Gas Emissions Based on Freshwater Fish Species Extinction. *Environ. Sci. Technol.* 45: 5272-5278.

Heinen, H., G. Blomsma & W. Joris, 2008. Sportvisserij in de Randmeren. Verslag van een belevingsonderzoek onder sportvissers. Ergo, Amsterdam.

Jansen, H.M., H.V. Winter, I. Tulp, T. Bult, R. Van Hal, J. Bosveld & R. Vonk, 2008. Bijvangst van salmoniden en overige trekvis vanuit een populatieperspectief. Wageningen IMARES. Rapport C039/08.

Jeppesen, E. B. Moss, H. Bennion & 14 others 2010. Interaction of climate change and eutrophication. In: M. Kernan, R.W. Battarbee & B. Moss, *Climate Change. Impact on freshwater ecosystems*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

Kangur A., P. Kangur, K. Kangur & T. Möls 2007. The role of temperature in the population dynamics of smelt *Osmerus eperlanus eperlanus* m *spirinchus* Pallas in Lake Peipsi (Estonia/Russia). *Shallow Lakes in a Changing World. Developments in Hydrobiology*: (8) 433-441.

Lehtonen, H., 1996. Potential effects of global warming on northern European freshwater fish and fisheries. *Fisheries Management and Ecology*, 3: 59–71.

Leuven, R.S.E.W., A.J. Hendriks, M.A.J. Huijbregts, H.J.R. Lenders, J. Matthews & G. van der Velde, 2011 Differences in sensitivity of native and exotic fish species to changes in river temperature. *Current Zoology* 57: 852-862.

Lewis W.M. 1983. A revised classification of lakes based on mixing. *Can. J. of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: (10) 1779-1787.

Losordo T.M. & R.H. Piedrahita 1990. Modelling temperature variation and thermal stratification in shallow aquaculture ponds. *Ecological Modelling* 54: (3-4) 189-226.

Luther G.W., S. Ma, R. Trouwborst, B. Glazer, M. Blickley, R.W. Scarborough & M. Mensinger 2004. The roles of anoxia, H<sub>2</sub>S, and storm events in fish kills of dead-end canals of Delaware Island bays. *Estuaries* 27: (3) 551-560.

Maarse M. & R. Noordhuis in prep. Effecten van peilvarianten op de Natura 2000 doelen in het IJsselmeergebied. Rapport Deltares, Utrecht.

MacKenzie B.R. & F.W. Köster 2004. Fish production and climate: sprat in the Baltic Sea. *Ecology* 85: (3) 784-794.

Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, 2009. The Netherlands eel management plan.

Minns C.K., R.G. Randall, E.M.P. Chadwick, J.E. Moore & R. Green 1995. Potential impact of climate change on the habitat and population dynamics of juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in eastern Canada. In: R.J. Beamish (ed.), *Climate change and northern fish populations*, pp. 699-708, Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 121.

Mooij W.M., S. Hülsmann, L.N. De Senerpont Domis & 10 others 2003. The impact of climate change on lakes in The Netherlands: a review. *Aquatic Ecology* 39: 381-400.

NVVS, 2005. Verstandig sportvissen. Verantwoord en respectvol omgaan met vis. Nederlandse Vereniging Van Sportvissersfederaties.

Ospina-Alvarez N. & F. Piferrer 2008. Temperature-dependant sex determination in fish revisited: Prevalence, a single sex ratio response pattern, and possible effects of climate change. *PLoS ONE* 3: (7) e2837. doi: 10.1371/journal.pone.0002837

Paalvast, P., W. Iedema, M. Ohm & R. Posthoorn (red.), 1998. Milieu-effectrapport over een ander beheer van de Haringvlietsluizen. Over de grens van zout en zoet. Deelrapport ecologie en landschap. RIZA rapport 98051. RWS, notanummer: apv 98/103. ISBN: 90-369-5205-0.

Paalvast, P. & G. van der Velde, 2011. New threats of an old enemy: the distribution of the shipworm *Teredo navalis* L. (Bivalvia: Teredinidae) related to climate change in the Port of Rotterdam area, the Netherlands. Marine Pollution Bulletin 62: 1822-1829.

Paerl H.W., R.S. Fulton & P.H. Moisander 2001. Harmful freshwater algal blooms, with an emphasis on cyanobacteria. Scientific World Journal 1: 76-113.

Peperzak L. 2005. Future increase in harmful algal blooms in the North Sea due to climate change. Water Science and Technology 51: (5) 31-36.

Pepin P. 1991. Effect of temperature and size on development, mortality, and survival rates of the pelagic early life history stages of marine fish. Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences 48: (3) 503-518.

PO IJsselmeer en Sportvisserij Nederland, 2011. Visplan IJsselmeer en Markermeer 2010-2011. PO IJsselmeer en Sportvisserij Nederland, uitgave VBC IJsselmeer en Markermeer p/a Bilthoven.

Quak, J. & R.A.A. van Aalderen (2008). Zilveren stromen; een visie op de sportvisserij, de visstand en het visserijbeheer op de grote rivieren. Uitgave van de werkgroep Zilveren stromen / Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Raat, A.J.P., 2001. Ecological rehabilitation of the Dutch part of the river Rhine with special attention to the fish. Regul. Rivers: Res. Mgmt. 17: 131-144.

Reist J.D., F.J. Wrona, T.D. Prowse & 6 others 2006. General effects of climate change on arctic fishes and fish populations. AMBIO 35: (7) 370-380.

Rijkswaterstaat, 2011. Andere mogelijkheden voor het Besluit beheer Haringvlietsluizen. Een verkennende studie naar verbetering van de vismigratie tussen de Noordzee en het Rijn- en Maasstroomgebied bij het intrekken van het Kierbesluit. wd0511zh038.

Rijnsdorp A.D., M.A. Peck, G.H. Engelhard, C. Möllmann & J.K. Pinnegar 2009. Resolving the effect of climate change on fish populations. ICES J. Marine Science 66: 1570-1583.

Smit, M., B. de Vos & J.W. de Wilde, 2004. De economische betekenis van de sportvisserij in Nederland. LEI, Den Haag. Rapport 2.04.05. Sportvisserij Nederland, 2012. Presentatie cijfers sportvisserij.

Stanley D.W. & S.W. Nixon 1992. Stratification and bottom-water hypoxia in the Pamlico River Estuary. Estuaries 15: (3) 270-281.

Stenevik E.K. & S. Sundby 2007. Impacts of climate change on commercial fish stocks in Norwegian waters. *Marine Policy* 31: (1) 19-31.

Thackeray S.J., T.H. Sparks, M. Frederiksen & 22 others 2010. Trophic level asynchrony in rates of phenological change for marine, freshwater and terrestrial environments. *Global Change Biology* 16: (12) 3304-3313.

Thronson A. & A. Quigg 2008. Fifty-five years of fish kills in coastal Texas. *Estuaries and Coasts* 31: 802-813.

Tyler C.R. & S. Jobling 2008. Roach, sex, and gender-bending chemicals: The feminization of wild fish in English rivers. *BioScience* 58: (11) 1051-1059.

Van den Hurk, B., Klein Tank, A., Lenderink, G., van Ulden, A., van Oldenborgh, G.J., Katsman, C., van den Brink, H., Keller, F., Bessembinder, J., Burgers, G., Komen, G., Hazeleger, W., Drijfhout, S. 2007. New climate change scenarios for the Netherlands. *Water Science & Technology* 56, 27-33.

Van Deursen, W.P.A., 2006. Rapportage Rhineflow/Meuseflow. Nieuwe KNMI scenario's 2050. Carthago Consultancy, Rotterdam.

Van Emmerik W.A.M. & de Nie H.W. (2006) De zoetwatervissen van Nederland, ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Van Herpen, F.C.J., C.H.M. Evers & B.J.H.M. Possen, 2008. Gevolgen van temperatuurstijging door klimaatverandering voor de toekomst van de Atlantische zalm (*Salmo salar* L.) in de grote rivieren

Van Kessel, N., M. Dorenbosch, M.R.M. de Boer, R.E.S.W. Leuven & G. van der Velde, 2011. Competition for shelter between four invasive gobiids and two native benthic fish species. *Current Zoology* 57: 844-851.

Van Leeuwen, F., P. Jacobs & K. Storm, 2004. Haringvlietsluizen op een Kier. Effecten op natuur en gebruiksfuncties. Projectorganisatie Realisatie de Kier. Rijkswaterstaat Zuid-Holland, Notanummer AP/2004.07

Van Overzee, H.M.J., I.J. de Boois, O.A. van Keeken, B. van Os-Koomen, J. van Willigen & M. de Graaf, 2010. Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2010. Rapport C041/11. IMARES Wageningen UR.

Verdonschot, R.C.M., H.J. de Lange, P.F.M. Verdonschot & A. Besse, 2005. Klimaatverandering en aquatische biodiversiteit. 1. Literatuurstudie naar temperatuur. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1451.

Vethaak A.D., J. Lahr, S. Marca Schrap & 12 others 2005. An integrated assessment of estrogenic contamination and biological effects in the aquatic environment of The Netherlands. *Chemosphere* 59: (4) 511-524.

Winder M. & D.e. Schindler 2004a. Climate change uncouples trophic interactions in an aquatic ecosystem. *Ecology* 85: 2100-2106.

Winder M. & D.E. Schindler 2004b. Climatic effects on the phenology of lake processes. *Global Change Biology* 10: (11) 1844-1856.

Winter, H.V., 2010. Evaluatie van de vistrappen in de Nederrijn-Lek. IMARES Wageningen UR. Rapport C064/10.

Winter H.V. & H.M. Jansen, 2006. De effecten van waterkracht en visserij tijdens de stroomafwaartse trek van schieraal in de Maas: zender-onderzoek gedurende 2002-2006. Wageningen Imares, rapport nr C072/06

Xenopoulos M.A., D.M. Lodge, J. Alcamo, M. Marker, K. Schulze & D.P. van Vuren, 2005. Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology* 11: 1557–1564.

Zaalmink, W., 2011. Quick Scan Nederlandse binnenvisserij 2011. Sociaaleconomische ontwikkelingen. LEI-nota 11-120.

Zaalmink, W., W. van Cooten, L. Dvortsin, J. de Hoop, M. van der Meer, C. Quist & G. Splinter, 2011. Aalvissers aan de slag met eigen toekomst. LEI-rapport 2011-045. ISBN/EAN: 978-90-8615-537-8.



## **Bijlagen**





## Bijlage 1

### **Geraadpleegde personen**

#### *Sportvisserij Nederland*

Jaap Quak  
Onno Terlouw  
Roland van Alderen

#### *Combinatie van Beroepsvissers*

Arjan Heinen  
Cornelie Quist

#### *PO IJsselmeer*

Derk Jan Berends

#### *IMARES*

Erwin Winter  
Martin de Graaf

#### *Rijkswaterstaat*

Arjen Kikkert  
Eddy Lammens

#### *Productschap Vis*

Wim van Eijk

#### *Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie*

Judith Elsingerhorst  
Nicole Westerwaal  
Joop van Bodegraven  
Dirk Jan van der Stelt  
Sjaak Vonk  
Kees Verbocht  
Samira Azdad

#### *Deltares*

Victor Beumer

#### *Havenbedrijf Rotterdam NV*

Sander Cornelissen

#### *Beroepsvissers*

Gerard Manshanden  
Visserijbedrijf T.B.C Barelds  
Visserijbedrijf F. Boerdijk  
Visserijbedrijf S.M. Hogetoorn  
Visserijbedrijf W. Klop en Zn. BV  
Visserijbedrijf F. Visserman  
Visserijbedrijf A. van Netten  
Visserijbedrijf M. Boersma  
Visserijbedrijf P.K.D. van 't Hoog

Visserijbedrijf J.J.M.M. Nelissen

*Visstandbeheercommissies (VBC's)*

Aan alle VBC's is een vragenlijst verstuurd. Een vijftiental VBC's heeft de vragenlijst ingevuld teruggestuurd.

## Bijlage 2

Ik bel u in het kader van het Deltaprogramma Zoetwater van Rijkswaterstaat waarbinnen door Deltares een landelijke analyse wordt uitgevoerd naar de knelpunten die in de zoetwatervoorziening in deze eeuw door klimaatsverandering kunnen ontstaan, en wat de gevolgen daarvan zijn voor de gebruikers. Door de klimaatsverandering worden we mogelijk geconfronteerd met warmere, droge zomers en nazomers en daardoor lagere rivierafvoeren. Beroepsbinnenvissers zijn directe belanghebbenden bij voldoende zoetwater met een goede kwaliteit.

Om een indruk te krijgen hoe effecten van klimaatsverandering, bv verhoging watertemperatuur, verzilting, van invloed kunnen zijn op de beroepsbinnenvisserij willen we de omvang en het belang van deze beroepsgroep in kaart brengen.

Graag zou ik u een paar vragen omtrent de uitoefening van uw beroep/bedrijf. Eerst wat algemene vragen en dan uw persoonlijke mening.

Provincie:                      Naam bedrijf:                      Telefoonnr:

Hoe lang bestaat uw bedrijf?.....

Hoeveel mensen zijn er binnen uw bedrijf werkzaam?.....

Eigenaar voltijd of parttime?

Personeel voltijd of parttime?

Ander beroep.....

Oppervlakte viswater ha.....

Watertype    rivier    kanaal    boezemwater    polderwater sloten    meer overig.....

Naam belangrijkste viswater:

Welk visrecht heeft?    aalrecht    schubvis

Met welk vistuig vist u het meest?    Fuiken    Grote fuik    Schietfuiken    Zegen    Staand want    Anders.....

Welke vissoort is voor u commercieel het meest belangrijk?

paling    snoekbaars    baars    snoek    karper    zeelt    blankvoorn    ruisvoorn    blankvoorn anders .....

Welke andere vissoorten zijn voor u commercieel van belang?

paling    snoekbaars    baars    snoek    karper    zeelt    blankvoorn    ruisvoorn    blankvoorn anders .....

Hoe is volgens u de waterkwaliteit van de wateren waarin u vist?

zeer goed    goed    redelijk    matig    slecht    zeer slecht

Hoe is volgens u de visstand in de wateren waarin u vist?

zeer goed    goed    redelijk    matig    slecht    zeer slecht

Indien de visstand volgens u matig slecht of zeer slecht is waaraan ligt dat?

Heeft u problemen met verzilting?    Nee    Ja

Zo ja waar bestaat dat uit

Wat zijn voor u de belangrijkste problemen bij het uitoefenen van uw beroep of waar wordt u door gehinderd?

aalstand

vangstbeperking aal

peilbeheer

problemen vismigratie

sportvissers

aalscholvers  
vandalisme  
anders

### **Veranderend klimaat**

Wat zijn volgens u de drie belangrijkste nadelige gevolgen van een verhoging van de watertemperatuur?

Wat zijn volgens u de drie belangrijkste positieve gevolgen van een verhoging van de watertemperatuur?

Denkt u in de toekomst geen, meer of minder last van verzilting te krijgen door verdroging?

geen meer minder

Wat zijn voor u de drie belangrijkste gevolgen van de verzilting (brakker worden) van het viswater?

### **Toekomst**

Hoeveel beroepsbinnenvissers zijn er in uw provincie?

Hoeveel beroepsbinnenvissers denkt u dat er over 10 jaar nog actief zijn in uw provincie?

Hoeveel beroepsbinnenvissers denkt u dat er over 40 jaar nog actief zijn in uw provincie?

Overweegt u te stoppen? **Korte termijn:** ja nee **Lange termijn:** ja nee  
Zo ja, waarom stopt u?

## Bijlage 3

### Vragenlijst voor VBC

In de knelpuntenanalyse 2011/2012 van het deltaprogramma zoetwater wordt aandacht besteed aan de knelpunten waarmee de gebruiksector Visserij (beroepsbinnenvisserij en sportvisserij) wordt geconfronteerd bij een verandering van de zoetwaterhuishouding onder invloed van klimaatverandering (verdroging).

Om de omvang en het belang van de beroepsbinnenvisserij en sportvisserij in beeld te brengen zouden wij graag een antwoord willen krijgen op onderstaande vragen betreffende het gebied waarover u het visstandbeheer uitoefent.

Naam VBC:

Watertype(n) + oppervlakte

#### **Beroepsbinnenvisserij**

Aantal beroepsvissers  
Oppervlakte water met visrecht beroepsvissers  
Omvang vangst beroepsvisserij kg aal  
Omvang vangst beroepsvisserij kg schubvis  
In gebruik zijnde vistuigen in volgorde van afnemende belangrijkheid  
Knelpunten beroepsvisserij  
Saneringen

#### **Sportvisserij**

Totaal aantal sportvissers  
aantal recreatievissers  
aantal jeugdvisserij  
aantal karpervissers  
aantal snoekvissers  
aantal snoekbaarsvissers  
aantal wedstrijdvisserij  
aantal vliegvisserij  
Oppervlakte water met visrecht sportvissers  
vissoorten waarop wordt gevestigd in volgorde van afnemende belangrijkheid  
Knelpunten sportvisserij

#### **Uitzettingen**



## Bijlage 4

### Opmerkingen droogval langs Gelderse IJssel

*waarden tussen Wilsum (rkm 991) en Nieuwstad (rkm 993)*  
Aangetakte plas en aangetakte strang vallen niet droog. Waterdiepte 1,5 meter.

*waarden tussen de Zande (rkm 987.7) en de Hank (rkm 990.3)*  
Grote eenzijdig aangetakte strang en grote aangetakte plassen vallen niet droog. Waterdiepte 6 meter.

*waarden tussen Zwolle (rkm 982) en Vreugderijkerwaard (rkm 984.5)*  
Meestromende geul. Misschien niet meer aangetakt bij Q600. Wel bij Q800.

*waarden tussen Zwolle (rkm 979) en Katerveer (rkm 979.8)*  
Onduidelijk of er bij lage afvoer een open verbinding is, volgens luchtfoto niet. Volgens GIS wel. Geen droogval water, wel vrij ondiep dus opwarming. Stroomt mee met hoge afvoer.

*waarden tussen Zwolle (rkm 977) en Oldeneel (rkm 979)*  
Nieuwe alleen bij hoogwater meestromende geulen. Vallen niet droog bij Q600 nog 2 meter diep.

*waarden bij Berghuizen (rkm 971 t/m 973.3)*  
Twee grote aangetakte plassen en een geïsoleerde plas. Vallen niet droog

*waarden bij Herxen (rkm 968.3 t/m 971)*  
Onbekend of dit een project is of dat het meestroomt bij hoogwater

*Wijhe Buitenwaarden (rkm 966.5 t/m 968)*  
Twee geïsoleerde plassen geen probleem. Een aangetakt plasje dat mogelijk geïsoleerd raakt. Verder een soort geïsoleerde strang die deels droogvalt bij laag water.

*Duur/Duursche Waarden (rkm 962 t/m 964.5)*  
Bij lage afvoeren ongetwijfeld een zekere mate van droogval. De strangen blijven echter aangetakt. Wat droogvallende platen, maar ook hele diepe stukken.

*Welsum/Welsummer waarden (rkm 956.5 t/m 960.5)*  
De meestromende geul raakt wellicht eenzijdig afgetakt bij Q600. Hogere afvoeren stroomt mee. Geïsoleerde plas valt niet droog.

*waarden tussen Deventer (rkm 945) en Olst (rkm 957)*  
Gevarieerd gebied dat met hoge rivierafvoer meestroomt. Bij lage afvoer zijn de geulen ofwel geïsoleerde plassen dan wel eenzijdig aangetakte strangen.

*waarden tussen Gorssel (rkm 939) en Deventer (rkm 945)*  
De verschillende strangen zijn bij lage afvoeren eenzijdig aangetakt. Bij hoge afvoeren gaan ze meestromen. Bij lage afvoeren veel geïsoleerde plassen. Sommige met diepe plekken.

waarden tussen Zutphen (rkm 929) en Gorssel (rkm 938)

Aangetakte plas in de Ravenswaarde valt niet droog. Aangetakte strang en plas in Rammelwaarde valt ook niet droog bij Q600. Gebied stroomt mee bij hoge afvoer.

waarden tussen Brummen (rkm 917) en Zuthpen (rkm 929)

In zowel de Bronkhorsterwaard als Reuverswaard bij lage afvoeren kleine geïsoleerde plassen die niet geheel droogvallen. Diepte tot een meter. Bij hoge afvoeren meetstromend.

waarden tussen Dieren (rkm 911.5) en Brummen (rkm 917)

geen droogval van de meestromende nevengeul, wel ondieper bij Q600

waarden tussen Rheden (rkm 889) en Dieren (rkm 911.5)

de afgesneden meander blijft ook bij Q600 meestromen. De tijdelijke strangen bij hoogwater raken bij laagwater geïsoleerd, maar vallen niet droog. De aangetakte diepe plassen blijven aangetakt.

waarden tussen Westervoort (rkm 879) en Rheden (rkm 889)

Geen droogval van de geïsoleerde, aangetakte plas en aangetakte strang. Natuurlijk wel waterstandsverschillen.

Gelderse IJssel																	
rkm begin	rkm einde	plaats	locatie	type	Q600			Q800			Q1000						
					dv	iso	max diep	dv	iso	max d	dv	iso	max diep				
879	889	Westervoort/Rheden		GP	2	0	1.5	2	0	1.5	2	0	1.5			MG = meestromende geul	
879	889	Westervoort/Rheden		AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6			AS = aangetakte strang	
879	889	Westervoort/Rheden		AS	2	1	3	2	1	4	2	1	4			GS = geïsoleerde strang	
889	911.5	Rheden/Dieren	Fratenwaard	MG	2	2	3.5	2	2	4.5	2	2	4.5			AP = aangetakte plas/recreatieplas	
911.5	917	Dieren/Brummen	L Brummenshe Waar	MG	2	2	1.5	2	2	2.5	2	2	2.5			GP = geïsoleerde plas	
917	929	Brummen/Zutphen	R Bronkhorsterwaard	GP	2	0	1	2	0	1	2	0	1			GU = geïsoleerde ondiepe geul uiter	
917	929	Brummen/Zutphen	L Reuverswaard	GP	2	0	1	2	0	1	2	0	1			UV = uiterwaardverlaging	
929	938	Zutphen/Gorssel	R Ravenswaarden	AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6			RV = rivierbedverbreding	
929	938	Zutphen/Gorssel	L Rammelwaarde	AS/AP	2	2	6	2	2	6	2	2	6			droogval	
939	945	Gorssel/Deventer	L Waardengebied	AP/AS/GF	1	1	6	1	1	6	1	1	6			0 geheel	
945	947	Deventer	L Nevengeul	MG?	2	2	2.5	2	2	3.5	2	2	3.5			1 deels	
949	957	Deventer/Olst	Waardengebied	AP/AS/GF	1	1	2.5	1	1	3.5	1	1	3.5			2 niet	
956.5	960.5	Welsum	Welsumer waarden	MG	2	1?	6	2	2	6	2	2	6			iso	
956.5	960.5	Welsum	Welsumer waarden	GP	2	0	6	2	0	6	2	0	6			0 ja	
958	960	Den Nul	De Roet waarden													1 eenzijdig	
962	964.5	Duur	Duursche Waarden	AS	2	1	6	2	1	6	2	1	6			2 nee	
965	966	Wijhe		GP	1	0	2.5	2	0	2.5	2	0	2.5				
966.5	968	Wijhe	Buitenwaarden	GP	2	0	1.5	2	0	1.5	2	0	1.5				
966.5	968	Wijhe	Buitenwaarden	GP	2	0	6	2	0	6	2	0	6				
966.5	968	Wijhe	Buitenwaarden	AP	2	1?	1.5	2	1?	1.5	2	1?	1.5				
968.3	971	Herxen		??													
971	973.3	Berghuizen		AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6				
971	973.3	Berghuizen		GP	2	0	6	2	0	6	2	0	6				
971	973.3	Berghuizen		AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6				
977	979	Zwolle	Oldeneel	AS	2	1	2	2	1	3	2	1	3				
979	979.8	Zwolle	Katerveer	AP	2	1?	1	2	1?	1	2	1?	1				
982	984.5	Zwolle	Vreugderijkenwaard	MG	2	1?	2	2	2	2	2	2	2				
987.7	990.3	de Zande	de Hank	AS	2	2	6	2	2	6	2	2	6				
987.7	990.3	de Zande	de Hank	AP	2	2	6	2	2	6	2	2	6				
991	993	Wilsum	Nieuwstad	AS	2	2	1.5	2	2	1.5	2	2	1.5				
991	993	Wilsum	Nieuwstad	AP	2	2	6	2	2	6	2	2	6				



## Bijlage 5

### Opmerkingen droogval langs de Waal

*waarden tussen Millingen (rkm 867.5) en Ooij (rkm 876)*

De eenzijdig aangetakte sprang in de Klompenwaard verliest zijn verbinding met de rivier bij Q600, bij Q800 is deze weer aangetakt. Tussen de kribben is het droog ook bij Q1000. De geïsoleerde plas valt niet droog. De geïsoleerde plassen in de Gendtse polder vallen geen van alle droog.

*waarden tussen Ooij (rkm 876) en Nijmegen (rkm 883.5)*

De geïsoleerde plassen vallen bij geen der debieten droog.

*Nijmegen (rkm 883 t/m 886.3)*

Nevengeul Lent houdt bij alle afvoeren water.

*waarden tussen Nijmegen (rkm 886.3) en Loenen (rkm 893.5)*

De aangetakte en geïsoleerde plassen houden water. De meestromende geul in de Staartjeswaard lijkt onderbroken te worden bij alle drie de debieten, maar houdt wel water. Geen of weinig water tussen kribben.

*waarden tussen Loenen (rkm 893.5) en Druten (rkm 903)*

De nevengeul in de Afferdensche Waarden houdt tot Q600 water. Dat geldt ook voor de aangetakte strangen in de Winssche Waarden. Alle wateren in de Hiensche waarden vallen niet droog. Alleen de aangetakte strang heeft bij geen der debieten verbinding met de rivier, stroomt wel mee bij hoge afvoer.

*waarden tussen Druten (rkm 903) en Tiel (rkm 913)*

Alle aangetakte plassen houden water, ook diep. De meestromende geul achter de kribben in de Willemspolder valt voor een klein deel droog bij Q600, daarboven niet. Water wel erg ondiep. Tussen kribben geen tot nauwelijks water.

*waarden tussen Tiel (rkm 913) en Rossum (rkm 927)*

De verschillende al dan niet aangetakte strangen, geïsoleerde strangen en plassen vallen bij geen der debieten droog. Sommige stukken worden vanzelfsprekend minder diep bij extreem lage afvoer, maar er blijven diepere stukken over. Wel veel droogval tussen de kribben.

*waarden tussen Rossum (rkm 927) en Haaften (rkm 936)*

Heeseltsche Waarden. De meestromende geul houdt ook bij Q600 water, dat geldt ook voor het water achter de afgedamde kribvakken. Ook de geïsoleerde plassen vallen niet droog.

Ook in de Hurwensche Uiterwaarden geen verdroging van betekenis bij Q600. Geldt ook voor Rijswaard en Kerkenwaard.

*waarden tussen Haaften (rkm 936) en Slot Loevestein (rkm 952)*

Meestromende geul Gamerensche Waarden valt ook bij Q600 niet droog. Geïsoleerde plassen en aangetakte plas Crobsche Waard geen problemen bij Q600.

Benedenwaard stroomafwaarts van Herwijnen kennelijk uiterwaardverlaging.  
 Valt niet droog bij Q600.  
 Bloemplaat en Benedenwaarden de aangetakte strangen vallen niet droog bij Q600.

Waal				Q600	Q600	Q600	Q800	Q800	Q800	Q1000	Q1000	Q1000		
rkm begin	rkm einde	plaats	locatie	type	dv	iso	max diep	dv	iso	max d	dv	iso	max diep	MG = meestromende geul
867.5	876	Millingen/Ooij	R Klompenwaard	AS	1	0	2	1	1	3	2	1	3	AS = aangetakte strang
867.5	876	Millingen/Ooij	R Klompenwaard	GP	2	?	4	2	?	4	2	?	4	GS = geïsoleerde strang
867.5	876	Millingen/Ooij	L Millinger waard	AS	2	1	6	2	1	6	2	1	6	AP = aangetakte plas/recreatieplas
867.5	876	Millingen/Ooij	L Millinger waard	AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6	GP = geïsoleerde plas
867.5	876	Millingen/Ooij	R Gendtsche polder	GP	2	2	6	2	2	6	2	2	6	GU = geïsoleerde ondiepe geul uiter
876	883.5	Ooij/Nijmegen	R Bemmelse polder	GP	2	0	5	2	0	5	2	0	5	UV = uiterwaardverlaging
876	883.5	Ooij/Nijmegen	L Bisonbaai Oude w	GP	2	0	6	2	0	6	2	0	6	RV = rivierbedverbreding
883	886.3	Nijmegen	R nevengeul Lent	MG	2	2	2	2	2	2	2	2	3	droogval
886.3	893.5	Nijmegen /Loenen	R Oosterhoutsche w	GP	2	0	6	2	2	6	2	2	6	0 geheel
886.3	893.5	Nijmegen /Loenen	R Oosterhoutsche w	AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6	1 deels
886.3	893.5	Nijmegen /Loenen	R Loenensche waar	AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6	2 niet
886.3	893.5	Nijmegen /Loenen	L Staartjes waard e	MG	1	1	3	1	1	3	1	1	3	iso
893.5	903	Loenen/Druten	L Winssche Waarde	AS	2	1	1	2	1	1	2	1	1	0 ja
893.5	903	Loenen/Druten	R Hiensche Waarde	AS	2	0	1	2	0	1	2	0	1	1 eenzijdig
893.5	903	Loenen/Druten	R Hiensche Waarde	AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6	2 nee
893.5	903	Loenen/Druten	R Hiensche Waarde	GP	2	0	6	2	0	6	2	0	6	
893.5	903	Loenen/Druten	L Afferdensche Waa	MG	2	2	1	2	2	1	2	2	1.5	
903	913	Druten/Tiel	R Ochtensche Buite	GP	2	0	1.5	2	0	1.5	2	0	1.5	
903	913	Druten/Tiel	R Ochtensche Buite	AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6	
903	913	Druten/Tiel	L Drutensche Waar	AP/AS	2	1	6	2	1	6	2	1	6	
903	913	Druten/Tiel	R Willemspolder	AP	2	1	3	2	1	3	2	1	3	
903	913	Druten/Tiel	R Willemspolder	MG	1	1	0.5	2	2	0.5	2	2	0.5	
913	927	Tiel/Rossum	L Wamelsche Uiter	GU	2	0	1	2	1	1.5	2	1	2	
913	927	Tiel/Rossum	L Dreumelsche Wa	GU	2	0	6	2	0	6	2	0	6	
913	927	Tiel/Rossum	L Dreumelsche Wa	AS	2	1	3	2	1	3	2	1	3	
913	927	Tiel/Rossum	R Passewaay	AS	2	1	3	2	1	4	2	1	4	
913	927	Tiel/Rossum	R Stiftsche Uiterwa	GP/GS	2	0	1.5	2	0	1.5	2	0	1.5	
913	927	Tiel/Rossum	R Stiftsche Uiterwa	AS	2	1	3	2	1	3	2	1	3	
913	927	Tiel/Rossum	L Heerwaarden	AS	1	1	3	1	1	3	1	1	3	
927	936	Rossum/Haafte	R Heesseltsche Uite	MG?	2	2	3	2	2	3	2	2	3	
927	936	Rossum/Haafte	R Heesseltsche Uite	GP	2	0	1.5	2	0	1.5	2	0	1.5	
927	936	Rossum/Haafte	L Hurwenesche Ulte	GP	2	0	2	2	0	2	2	0	2	
927	936	Rossum/Haafte	L Hurwenesche Ulte	AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6	
927	936	Rossum/Haafte	R Rijswaard	GS	2	0	1	2	0	1	2	0	1	
927	936	Rossum/Haafte	R Rijswaard	GP	2	0	1	2	0	1	2	0	1	
927	936	Rossum/Haafte	R Kerkenwaard	GP	2	0	1	2	0	1	2	0	1	
936	952	Haafte/Slot Loev	L Gamerensche Wa	MG	2	2	1	2	2	2	2	2	2	
936	952	Haafte/Slot Loev	R Crobsche Waard	GP	2	0	6	2	0	6	2	0	6	
936	952	Haafte/Slot Loev	R Crobsche Waard	AP	2	1	6	2	1	6	2	1	6	
936	952	Haafte/Slot Loev	L Breemwaard	GS	2	0	1.5	2	0	1.5	2	0	1.5	
936	952	Haafte/Slot Loev	R Bovenwaard	GP	2	0	3	2	0	3	2	0	3	
936	952	Haafte/Slot Loev	R Benedenwaard	UV	2	1	1	2	1	1	2	1	1	
936	952	Haafte/Slot Loev	L Bloemplaat Bened	AS	2	1	3	2	1	3	2	1	3	

## Bijlage 6

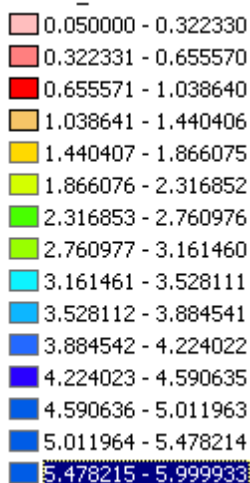
### Opmerkingen droogval langs de Grensmaas

Traject Borgharen (PI. 16) tot Maasbracht (PI. 67)

*Traject Itteren PI 18 t/m PI 23*

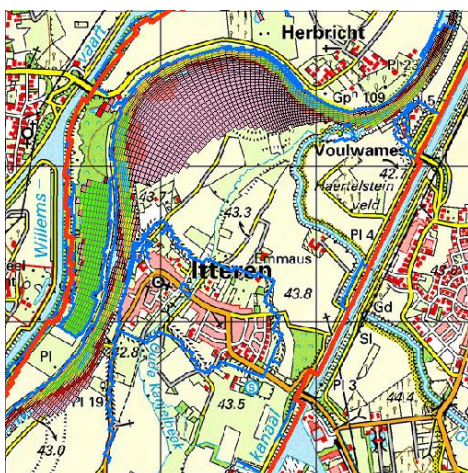
Bij Q10 waterstand van enkele decimeters in het zomerbed op sommige trajecten.

Geïsoleerde plas valt niet droog. In de meanderbocht neemt de waterdiepte af en is de droogval groter naarmate de afvoer geringer wordt, maar valt niet geheel droog!

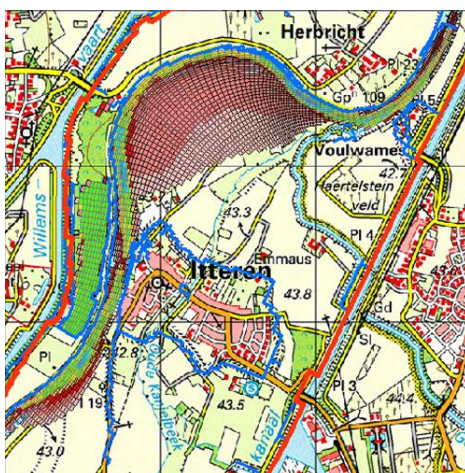


Legenda  
Diepte in meters.

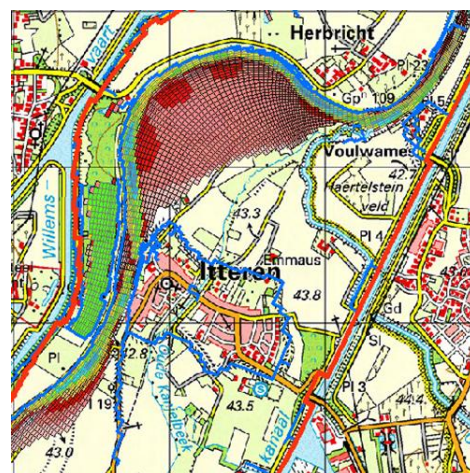
Maasafvoer Q10



Maasafvoer Q25



Maasafvoer Q50



*Traject Aan de Maas (PI 26) en Terhagen (PI 28)*

De bij lage afvoer geïsoleerde strang in de waard aan de rechteroever valt bij de drie debieten geheel droog.

*Traject Meers (PI 31) en Maasband (PI 35)*

Op dit traject heeft rivierbedverbreding en uiterwaardverlaging plaatsgevonden. Deze delen vallen niet droog, er staat bij laagste afvoer nog

enkele decimeters tot meer dan een meter water. In de stroomgeul op sommige plekken een paar decimeter. Aangetakte plas linkeroever valt niet droog.

*Traject Berg (PI 39) en Obbicht (PI 41)*

Geïsoleerde strangen en plassen vallen bij alle drie de afvoeren droog.

*Traject Stokkem (PI 40 t/m 42.5)*

Geen der plassen of grindgaten valt droog.

*Traject Grevenbricht (PI 42 t/m 44)*

Geïsoleerde plassen in uiterwaard vallen niet droog

*Traject Rottem (PI 44 t/m 46)*

Afgraving met natuurontwikkeling aan linkeroever valt niet droog.

*Traject Elen (PI 46 t/m 47)*

Rivierbedverbreding en uiterwaardverlaging zelfde als bij Itteren

*Traject Maaseik (PI 53) en Maasbracht (PI 67)*

Op dit traject met veel vooral voor de recreatie ingericht aangetakte en geïsoleerde plassen vindt bij geen der afvoeren droogval plaats. Natuurlijk zal de waterstand lager dan gemiddeld zijn.

Grensmaas				Q10	Q10	Q10	Q25	Q25	Q25	Q50	Q50	Q50		
PI begin	PI einde	plaats	locatie	dv	iso	max diep	dv	iso	max d	dv	iso	max diep		
18	23	Itteren/Herbricht	uiterwaard meander	UV	1	2	1	1	2	1	1	2	1	MG = meestromende geul
18	23	Itteren/Herbricht		GP	2	0	2	2	0	2	2	0	2	AS = aangetakte strang
26	28	Aan de Maas/Terhagen		GS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GS = geïsoleerde strang
31	35	Meers/Maasband		RV/UV	2	2	3	2	2	3	2	2	3	AP = aangetakte plas/recreatieplas
35	35	Maasband	plas linkeroever	AP	2	1	4	2	1	4	2	1	4	GP = geïsoleerde plas
39	41	Berg/Obbicht	R uiterwaard	GS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GU = geïsoleerde ondiepe geul uiterwaard
40	42.5	Stokkem	Nieuwe Weerd	GP	2	0	6	2	0	6	2	0	6	UV = uiterwaardverlaging
42	44	Grevenbricht	R uiterwaard	GP	2	0	2	2	0	2	2	0	2	RV = rivierbedverbreding
44	46	Rottem	L grindgat met eiland	GP	2	0	2	2	0	2	2	0	2	droogval
46	47	Elen	R Koeweide meander	RV/UV	1	2	1	1	2	1	1	2	1	0 geheel
53	67	Maaseik/Maasbra	R en L diverse	GP	2	0	4	2	0	4	2	0	4	1 deels
53	67	Maaseik/Maasbra	R en L diverse	AP	2	1	4	2	1	4	2	1	4	2 niet
														iso
														0 ja
														1 eenzijdig
														2 nee