

RWS Waterdienst

De effecten van onttrekking van koelwater op vis

Metingen voorjaar 2008

Projectnummer: 20080249

Status	Definitief
Datum	November 2008
Opgesteld door	J. van Giels
Gecontroleerd	J. Kampen



SAMENVATTING

De laatste jaren is er steeds meer aandacht voor het effect van de inname van oppervlaktewater voor koelwater op het lokale aquatische milieu. Zo moet sinds 2005 het gebruik van koelwater voldoen aan de NBW beoordelingssystematiek. Uit literatuurgegevens blijkt dat vis het meest gevoelig is van alle aquatische organismen voor de effecten. Van vis het meest bekend is qua temperatuurgevoeligheid. Vis is daarom in de NBW beoordelingssystematiek als toetsingsorganisme aangewezen.

Over de beoordelingsmethodiek voor de inname van koelwater voor vis is nog veel onduidelijkheid. Rijkswaterstaat Waterdienst heeft AquaTerra-KuiperBurger B.V. (ATKB) gevraagd onderzoek uit te voeren naar de effecten van het onttrekken van oppervlaktewater, voor het gebruik als koelwater, op vis. In het najaar van 2007 heeft het eerste deel van het onderzoek plaatsgevonden (ATKB, 2007). Uit het onderzoek kwam naar voren dat vooral kleine vis (<15cm) gevoelig is voor inzuiging. In het voorjaar van 2008 is het tweede deel van het onderzoek uitgevoerd. In deze periode vindt de migratie van glasaal en paaivis plaats en komt het jonge visbroed in het watersysteem.

De resultaten van het onderzoek moesten antwoord geven op de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is, de lokale kans / het risico op inzuiging en geeft dit aanleiding voor nader onderzoek op populatieniveau?
2. Kan de methodiek geoptimaliseerd worden door selectie van bepaalde soorten en/of (leeftijd)groepen?

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in het voorjaar van 2008 (15 maart t/m 31 juli) op drie verschillende locaties. E.ON centrale Maasvlakte, Shell Moerdijk (Hollandsch Diep) en de Electrabel Eemscentrale (Eems-Dollard estuarium). De bemonsteringen bestaan op iedere locatie uit de bemonstering van het onttrekkinggebied en de bepaling van de hoeveelheid vis die ingezogen wordt. Omdat tijdens het onderzoek de broedval heeft plaatsgevonden zijn naast de zeven (impingement) ook de kleinere vissen die de zeven passeren (entrainment) bemonsterd.

Samenvatting van de resultaten

E.ON – centrale

Ingezogen visbestand

- In de onderzoeksperiode (15 maart – 31 juli 2008) is in totaal 2.933 kilogram vis ingezogen. Dit komt overeen met ruim 14,7 miljoen exemplaren. Per etmaal is dat 21,73 kilogram en 108.618 stuks.
- Gemiddeld zijn per 1.000m³ ingenomen koelwater 40 vissen aanwezig.
- Het ingezogen bestand bestaat voornamelijk uit glasgrondels en kleine haringen (tot 6 cm).

Visstand onttrekkinggebied (Europahaven)

- Gemiddeld is het visbestand (≤ 15 cm) in het onttrekkinggebied geraamd op 19,4 kg/ha of 11.360 exemplaren per hectare. Dit komt overeen met een bestand van 91 vissen per 1.000 m³.
- Het visbestand bestaat voor het overgrote deel uit jonge haring (64%) en diverse grondelsoorten (totaal 19%). Tevens werd relatief veel jonge platvis gevangen.



Shell Moerdijk

Ingezogen visbestand

- Gerekend over de hele onderzoeksperiode van 15 maart t/m 31 juli 2008 is 994 kilogram vis ingezogen. Dit komt overeen met ruim 13,8 miljoen vissen. Per etmaal is dat 7,36 kilogram en 102.331 stuks.
- Gemiddeld zijn 53 vissen per 1.000 m³ ingenomen koelwater aangetroffen.
- Het ingezogen bestand bestaat vrijwel alleen uit visbroed van bot, baars en snoekbaars.
- Aan de uitlaatkant van het koelwaterproces zijn vislarven aangetroffen van bot, baars en snoekbaars. Alle vislarven waren dood en zwaar beschadigd.

Visstand onttrekkingsgebied (Hollandsch Diep)

- Het gemiddelde visbestand ($\leq 15\text{cm}$) in de onderzoeksperiode is geraamd op 4863 exemplaren per ha oftewel 16,9 kg per ha. Dit komt overeen met een visbestand van 54 vissen per 1.000 m³.
- Dit bestand bestaat voornamelijk uit broed van bot (47%), snoekbaars (34%) en winde (12%).

Eemscentrale

Ingezogen visbestand

- Het totaal ingezogen visbestand voor de onderzoeksperiode (15 maart tot 31 juli 2008) is geschat op bijna 275 miljoen exemplaren en 182.800 kg. Per etmaal is dat 1.354 kilogram en ruim 2 miljoen exemplaren.
- Dit komt overeen met een visbestand van 450 vissen per 1.000 m³.
- Het visbestand bestaat voornamelijk uit haring (37%), kleine zeenaald (23%), glasgrondel (20%) en brakwatergrondel (14%).

Onttrekkingsgebied

Het visbestand in het onttrekkingsgebied is geraamd op ruim 30.000 exemplaren per ha of 77,6 kg per ha. Dit komt neer op een visbestand van 300 vissen per 1.000m³. Door problemen met de bemonstering is deze berekening minder betrouwbaar dan bij de andere locaties.

Analyse van de verzamelde gegevens

Ten opzichte van het najaar worden in het voorjaar veel grotere aantallen vissen ingezogen. Dit heeft met twee dingen te maken. Ten eerste zijn de aanwezige aantallen kort na de broedval veel hoger en ten tweede is vis in zijn eerste levensstadium veel kwetsbaarder voor inzuiging. Vislarven zijn niet goed in staat stroming en stromingsverandering te detecteren.

Uit de resultaten is duidelijk geworden dat vis slechts tot een zekere afmeting kwetsbaar is voor inzuiging. Uitzondering vormen grotere exemplaren van vissoorten die doelbewust stroomafwaarts migreren. In beperkte mate is dat (schier)aal en zeeforel maar ook rivierprik is vaak op de zeven gevonden. Verder zijn diadrome driedoornige stekelbaarzen en glasalen door hun migratieactiviteit kwetsbaar.

De kans op inzuiging voor vis is van verschillende factoren afhankelijk, waaronder de ontwikkeling en het gedrag van de vis en de instroomsnelheid bij het inlaatpunt. Dit heeft de volgende consequenties;

- omdat vislarven zich passief met de stroming mee laten voeren is de instroomsnelheid voor deze levensfase minder van belang. Daarmee wordt de hoeveelheid ingenomen koelwater gedurende deze fase de maatgevende factor;
- voor juveniele vis is de stroomsnelheid wel van belang. Hoe hoger die is, des te langer blijft de jonge vis kwetsbaar voor inzuiging, immers de sprintsnelheid is lengteaf-

hankelijk. Kleine vissoorten kunnen bij hogere stroomsnelheden hun hele leven lang kwetsbaar blijven;

- het ruimtelijk gebruik van een watersysteem door vis verschilt per soort en per levensfase. Het maakt daarom verschil uit welke waterfase (bodem, midden, oppervlak, oever) het koelwater ingenomen wordt.

De oorspronkelijke strategie was gericht op het vaststellen van het effect op populatieniveau. Het vaststellen van een lokale populatie is niet doenlijk gebleken. Dit komt omdat de begrenzing van een vispopulatie niet eenduidig is en door uitwisseling aan voortdurende verandering onderhevig. Bovendien is het in veel gevallen niet eenvoudig de lokale populatie nauwkeurig te bepalen. Ook is deze begrenzing per vissoort verschillend. Alleen in duidelijk begrensde wateren kan een invulling aan het begrip "lokale populatie" gegeven worden. De meeste onttrekkingspunten liggen in openwatersystemen waarbij de plaatselijke leefarealen vrij algemeen zijn. Wanneer vis wordt onttrokken kan deze gemakkelijk aangevuld worden vanuit aangrenzende gebieden. Het idee, om voor iedere vergunningverlening te bepalen of een onttrekking van vis een significante invloed heeft op populatieniveau, moet naar onze mening verlaten worden.

Aanzet voor risicobeoordeling

Om de effecten van een inname van koelwater te kunnen beoordelen is een methode nodig die eenvoudig en eenduidig het risico op negatieve effecten kan bepalen. Naast het totale innamedebiet, de lokalisering en de inzuignelheid zijn de volgende biotische factoren van belang;

Habitat

Alvorens een inschatting wordt gemaakt van het aantal soorten dat in een bepaald habitat voor kan komen zal een inschatting gemaakt moeten worden van de hoeveelheden geschikt paaigebied in de nabijheid van het innamepunt. Wanneer aan de hand van aanwezig paaihabitat verwacht wordt dat verschillende soorten in het jongste levenstadia in het gebied aanwezig zijn moet gekeken worden naar het ruimtelijk gebruik. Vissen kennen een verschillend ruimtelijk gebruik. Het water kan voor de verschillende vissoorten en levenstadia verdeeld worden in vier ecologische zones. De indeling is als volgt;

1. echt pelagiaal levende vis zoals, haring, glasgrondel, spiering en alver;
2. demersaal levende vis, zoals baars, snoekbaars, blankvoorn, brasem en diverse grondelsoorten;
3. benthisch levende vissen zoals platvissen;
4. litoraal levende vissen zoals jonge cypriniden (brasem, blankvoorn, winde).

Hierbij moet ook het gedrag in de nachtelijke uren beschouwd worden aangezien veel vissoorten dan actiever zijn en sommige vissen uit categorie 2 en 3 zich verder in het pelagiaal begeven. Ingeschat (of bepaald) moet worden in welke ecologische zone de meeste (of belangrijkste) vissen voorkomen.

Groeisnelheid

De groeisnelheid is gekoppeld aan de soort en bepalend voor de lengte van de tijd waarin een vis gevoelig is voor inzuiging. Derhalve dient het soortenspectrum bekend te zijn.

Migratiegedrag

De mate van migratie dient voor de meest voorkomende (of belangrijkste) soorten bekend te zijn. Hierbij geldt ook de migratie tussen de onderscheiden ecologische zones.



Omdat de biotische factoren op de meeste locaties niet bekend zijn zal een onderzoek nodig zijn om deze te bepalen. Omdat alleen de jongste leeftijdsklasse echt kwetsbaar blijkt voor inzuiging, kan de onderzoeksinspanning beperkt blijven tot deze categorie. Op grond hiervan wordt aanbevolen om geen onderzoek meer te doen naar de effecten van koelwateronttrekking op lokale populaties, middels vergelijking van ingezogen aantallen met aanwezige aantallen in het onttrekkingsgebied. In plaats daarvan kan beter uitgegaan worden van de veronderstelling dat jonge vis, gedurende zijn eerste levensweken, min of meer passief ingezogen wordt. Dit is tevens de periode waarin het grootste effect optreedt. Volstaan kan dan worden met het vaststellen van de duur van deze periode en de soorten die het betreft. Enerzijds kan dat op basis van de beschrijving van de omstandigheden van de inlaat (plaats inlaat, debiet en stroomsnelheid) en anderzijds door bemonstering van het aanwezige en ingezogen visbestand. De kritische lengte wordt per soort vastgesteld door vergelijking van de lengteverdelingen. Het moment dat de jonge vis deze lengte bereikt is het einde van de kwetsbare periode.

Vis groter dan de kritische lengte hoeft in principe niet bemonsterd te worden. Uitzondering hierop kunnen vissoorten vormen met een speciale bescherming. Vooral prikken lijken gevoelig voor inzuiging. Wanneer water onttrokken wordt uit een Natura-2000 gebied waarin voor één of meerdere vissoorten instandhoudingsdoelstellingen gelden, dienen deze soorten wel bemonsterd te worden, met name op de zeven.

Oplossingsrichtingen

Mogelijke oplossingen kunnen onderverdeeld worden in brongerichte- en effectgerichte oplossingen.

Brongerichte oplossingen

De conclusie is dat er vooral van inzuiging van hele jonge vis een mogelijk effect op populatie niveau te verwachten is. Hierdoor zijn fysieke werkingen door roosters en dergelijke doorgaans niet zinvol. Mogelijke oplossingen moeten gezocht worden in:

- zo weinig mogelijk water in te nemen uit de ecologische zone waar de meeste (kwetsbare) vis voorkomt;
- ruim voor de inlaat structuren in het water aan brengen en deze 's nachts (zwak) verlichten. Hierdoor kan vis zich op tijd oriënteren en wordt voorkomen dat de jonge vissen passief met de waterstroom meegevoerd worden;
- verlagen van de inzuigingsnelheid. Door de stroomsnelheid bij het inlaatpunt te verlagen wordt de periode waarin de jonge vis kwetsbaar is verkort.

Effectgerichte oplossingen

Een andere maatregel die door vrijwel iedere huidige koelwatergebruiker gerealiseerd kan worden, is het vergroten van de overlevingskans van de ingezogen vissen (impingement). Deze maatregel geldt alleen voor vissen vanaf ongeveer 5 cm die op de fijnroosters achterblijven. Door de zeven continue te spoelen en de vis terug te voeren naar het oppervlaktewater kan winst geboekt worden. Dit dient wel doordacht te geschieden.

Terugkoppeling met de onderzoeksvragen

Wat is de lokale kans/ het risico op inzuiging en geeft dit aanleiding voor nader onderzoek op populatieniveau?

De kans op inzuiging is lengte- en soortafhankelijk. De kans op inzuiging blijkt bij een toenemende lengte al heel snel af te nemen. De maximale lengte waarbij een vis nog kwetsbaar is voor inzuiging wordt bepaald door de ontwikkeling van de vis en de inzuigingsnelheid. De kans op inzuiging is niet voor iedere soort en lengteklasse gelijk omdat het gedrag verschilt.

Bij de berekeningen van het percentage vis dat per cm-klasse wordt ingezogen, is een duidelijk omslagpunt aanwezig. Dit omslagpunt geeft de grenswaarde aan waaronder een vissoort niet in staat is om te ontsnappen aan de inzuigsnelheid. Vanaf het omslagpunt neemt in vrijwel alle gevallen de kans op inzuiging sterk af. De instroomsnelheid is bepalend tot welke lengte de jonge vis substantieel ingezogen wordt. Tevens bepaalt deze (naast de groeisnelheid) de duur van de periode dat de vis substantieel wordt ingezogen. Hoe langer deze periode duurt, hoe groter de kans op een significant effect.

De vraag of nader onderzoek op populatieniveau nodig is kan bevestigend beantwoord worden, maar kan beperkt blijven tot de jonge vis. Uitzondering vormen enkele migrerende soorten die een stroomafwaartse migratie kennen (zoals prikken, schieraal en diadrome stekelbaarzen).

Kan de methodiek geoptimaliseerd worden door selectie van bepaalde soorten en/of (leeftijd)groepen?

Vis blijkt slechts tot een geringe lengte kwetsbaar voor inzuiging. De kritische lengte is afhankelijk van de soort. Ook van belang zijn de lokale omstandigheden waarbij de plaats van de inlaat en de inzuigsnelheid de belangrijkste factoren zijn. Gericht onderzoek bij een specifieke locatie kan dan ook beperkt blijven tot de periode waarin de vis zo klein is dat de kans op inzuiging groot is. Deze periode is enigszins afhankelijk van de locatie omdat de paaiperiode voor verschillende vissoorten verschilt. Over het algemeen is het voorjaar van maart t/m juni de aangewezen periode maar indien veel kleine vissoorten zoals grondels aanwezig zijn, kan deze periode aanzienlijk langer zijn, tot een jaarrond. De bemonstering van de kleinste vissen vergt wel een aangepaste methodiek.

Indien schade aan beschermde soorten verwacht wordt, kan het nodig zijn buiten deze periode gericht op deze soorten onderzoek te doen. Kennis van de lokale omstandigheden en soorten is nodig om deze periode te bepalen. Vaak betreffen dit migrerende soorten die slechts kort in het gebied verblijven. Een bemonstering van het onttrekkingsgebied gericht op deze soorten is dan ook niet zinvol. Volstaan kan worden met gegevens uit landelijke meetnetten eventueel aangevuld met gegevens uit andere bronnen zoals bijvangsten van beroepsvissers.



INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	3
1. Inleiding	1
2. Materiaal en methode.....	3
2.1. Beschrijving locaties.....	3
2.2. Bemonsteringsperiode	6
2.3. Bemonsteringsstrategie.....	7
2.3.1. Gebruikte vangtuigen	7
2.3.2. Bemonsteringsmethode E.ON-centrale (Maasvlakte)	12
2.3.3. Bemonsteringsmethode Shell Moerdijk	15
2.3.4. Bemonsteringsmethode Eemscentrale	17
2.4. Verwerking van de vangsten	18
2.4.1. Indeling in lengteklassen	19
2.4.2. Berekening omvang visbestand	19
2.5. Berekening onttrekking.....	20
3. Resultaten van de E.ON-centrale (Maasvlakte)	21
3.1. Tijdstip van de bemonstering.....	21
3.2. Vangsten E.ON-centrale	21
3.2.1. Ingezogen visbestand	22
3.3. Bemonstering onttrekkingsgebied	23
3.3.1. Visbestand onttrekkingsgebied.....	24
3.4. Bemonstering grote vis.....	26
3.5. Bemonstering referentiegebied (Hartelhaven)	26
3.6. Vergelijking ingezogen visbestand met visbestand in het onttrekkingsgebied	27
3.7. Effect op het onttrekkingsgebied	28
3.8. Vergelijking met eerdere onderzoeken	30
4. Resultaten van Shell Moerdijk	32
4.1. Tijdstip van bemonstering	32
4.2. Vangsten Shell Moerdijk.....	32
4.2.1. Ingezogen visbestand	33
4.2.2. Bemonstering koelwateruitlaat	34
4.3. Bemonstering onttrekkingsgebied	34
4.3.1. Visbestand onttrekkingsgebied.....	35
4.4. Bemonstering grote vis.....	36
4.5. Bemonstering referentiegebied	37
4.6. Vergelijking ingezogen visbestand met visbestand in het onttrekkingsgebied	37
4.7. Effect op het onttrekkingsgebied	39
4.8. Vergelijking met eerdere onderzoeken	40
5. Resultaten van de Eemscentrale	42
5.2. Vangsten Eemscentrale	42
5.2.1. Ingezogen visbestand	42
5.3. Bemonstering onttrekkingsgebied	45
5.3.1. Visstand onttrekkingsgebied.....	45
5.4. Vergelijking ingezogen visbestand en het bestand in het onttrekkingsgebied	46
5.5. Effecten op het onttrekkingsgebied	48
5.6. Vergelijking met eerder onderzoek.....	50



6. Discussie en aanbevelingen	51
6.1. Samenvatting uitvoering en resultaten	51
6.1.1. Wat weten we nu wel en wat weten we niet?	53
6.2. Relatie met diverse richtlijnen.....	55
6.3. Wat maakt vis kwetsbaar voor inzuiging?.....	58
6.4. Riscobeoordeling	61
6.5. Voorzet voor quickscan risico-inschatting.....	63
6.6. Mogelijke oplossingen.....	64
7. Terugkoppeling met de onderzoeksvragen	66
8. Literatuurlijst	68
9. Indeling bijlagenrapport	70

1. INLEIDING

Aanleiding

Voor het afvoeren van overtollige warmte, afkomstig uit industriële processen en elektriciteits-opwekking, wordt sinds lange tijd oppervlaktewater gebruikt. Dit brengt verschillende problemen met zich mee. Eén van deze problemen is dat met de inname van het oppervlaktewater onvermijdelijk organismen worden meegevoerd. Deze organismen overleven dit voor een groot deel niet.

De laatste jaren is er steeds meer aandacht voor het effect van de inname van oppervlaktewater voor koelwater op het lokale aquatische milieu. Zo moet sinds 2005 het gebruik van koelwater voldoen aan de NBW beoordelingssystematiek voor warmtelozingen. Tevens worden door de Kaderrichtlijn Water eisen gesteld aan de ecologische toestand van oppervlaktewaters waaraan water onttrokken wordt. De nieuwe NBW-beoordeling voor koelwatergebruik beoordeelt de effecten van het gebruik van oppervlaktewater als koelwater. Hierbij wordt gekeken naar de effecten van onttrekking en lozing van koelwater. Uit literatuurgegevens blijkt dat vis het meest gevoelig is voor de effecten en dat van vis het meest bekend is over temperatuursgevoeligheid. Vis is daarom in de NBW beoordelingssystematiek als toetsingsorganisme aangewezen.

Over de beoordelingsmethodiek voor de inname van koelwater voor vis is nog veel onduidelijkheid. In de methodiek wordt de term "significant ecologisch effect" gehanteerd. Onduidelijk is hoe aan dit begrip invulling gegeven moet worden.

Op 1 mei 2007 is bij de KEMA een workshop gehouden waarin een aantal deskundigen van binnen en buiten Rijkswaterstaat met elkaar nagedacht hebben hoe aan de term "significant effect" invulling gegeven kan worden. Er bestaan hierover een aantal belangrijke vragen:

- Wat wordt verstaan onder 'een significant effect' op de populatie?
- Gaat het om lokale populaties en tot hoever reikt lokaal?
- Is er onderscheid van het effect van de koelwatercentrales tussen soorten (in het bijzonder soorten met een beschermde status)?
- Hoe moet men omgaan met migrerende vispopulaties?
- Is het mogelijk een voorspellingsmodel op te stellen over hoe vis reageert op een koelwater inname of moet er voor elke inname een nieuw onderzoek plaatsvinden?

Veel van deze vragen zijn niet te beantwoorden met de beschikbare informatie. De uitkomsten van de workshop zijn gerapporteerd aan het MEETPOL-overleg (Monitoring Ecological Effects of Thermal POLLution). Geconcludeerd is dat er behoefte is aan meer kennis. Vooral de verhouding tussen de hoeveelheid ingezogen vis en de omvang van de lokale populatie wordt van belang geacht, evenals het ontwikkelen van een bruikbare en eenvoudige methode van risicobepaling.

Rijkswaterstaat Waterdienst heeft AquaTerra-KuiperBurger B.V. (ATKB) gevraagd om onderzoek uit te voeren naar de effecten van het onttrekken van oppervlaktewater, voor het gebruik als koelwater, op vis. In het najaar van 2007 heeft het eerste deel van het onderzoek plaatsgevonden (ATKB 2007). Uit het onderzoek kwam naar voren dat vooral kleine vis (<15cm) gevoelig is voor inzuiging. In het najaar is echter weinig kleine vis aanwezig in de onttrekkingsgebieden. De effecten van de onttrekking van koelwater zijn het grootst wanneer het aanbod van kleine vis maximaal is. Dit is het geval in het voorjaar. Om de effecten van de onttrekking van koelwater, in de meeste risicovolle periode vast te stellen, heeft RWS Waterdienst ervoor gekozen om het onderzoek ook in het voorjaar uit te voeren.



Doel

Voor het onderzoek zijn de volgende doelstellingen opgesteld:

1. Wat is de lokale kans / het risico op inzuiging en geeft dit aanleiding voor nader onderzoek op populatieniveau?
2. Kan de methodiek geoptimaliseerd worden door selectie van bepaalde soorten en/of (leeftijd)groepen?

Om de beoogde doelstellingen van het onderzoek te realiseren moet dit onderzoek antwoord geven op de onderstaande deelvragen:

1. Wat is de samenstelling en de omvang van de vispopulatie in de directe omgeving van het inlaatpunt?
2. Hoeveel vis wordt door koelwater inname ingezogen?
 - a. Welk deel daarvan blijft achter op de roosters?
 - b. Welk deel passeert het systeem?
3. Hoe verhoudt zich de hoeveelheid ingezogen vis tot het visbestand in de omgeving?
4. Is er een correlatie tussen de inzuiging van vis en natuurlijke ritmes van vis met betrekking tot lichtintensiteit en het getij?
5. Hoe kan een eventueel vervolgonderzoek geoptimaliseerd worden?

In de voorliggende rapportage wordt getracht een antwoord te geven op deze vragen. De vragen worden beantwoord door de gevonden waarden tijdens de bevissingen. Hierdoor worden de vraagstellingen voornamelijk op een pragmatische wijze benaderd. Voor achtergronden en mechanismen van inzuig van vis wordt verwezen naar diverse rapportages over dit onderwerp (ondermeer ref. Booij, J., 2005 & Boënne (ed.) 1980).

Dit rapport behandelt de resultaten van de voorjaarsfase. Samen met het eerder uitgevoerde onderzoek in het najaar van 2007 (ATKB, 2007) worden de resultaten van deze twee onderzoeken gebruikt voor het invullen van de term "significant effect".

Leeswijzer

Na de Inleiding volgt in hoofdstuk 2 een beschrijving van de werkwijze zoals deze is toegepast tijdens de bemonsteringen van de verschillende locaties. Daarna worden in hoofdstuk 3, 4 en 5 de resultaten van respectievelijk de E.ON-centrale, Shell Moerdijk en de Eemscentrale behandeld. In hoofdstuk 6 worden de conclusies getrokken en vindt er discussie plaats over de resultaten. In hoofdstuk 7 worden de onderzoeksvragen teruggekoppeld en in hoofdstuk 8 is de literatuurlijst gegeven. In hoofdstuk 9 is de index van de bijlagen opgenomen.

2. MATERIAAL EN METHODE

Voor het onderzoek zijn door de opdrachtgever drie locaties aangewezen. Deze zijn dusdanig gekozen dat er een breed spectrum van situaties aan bod komt: zoet-zout, openwater-haven, Natura2000 gebied.

Als onderzoeksstrategie is er voor gekozen primair te kijken naar lokale vispopulaties. Indien er geen of een gering effect is op een lokale populatie is er immers geen effect te verwachten op populatieniveau als geheel. Deze aanpak vermijdt de lastige vraag hoe de omvang van een populatie gedefinieerd moet worden.

2.1. Beschrijving locaties

E.ON Benelux (centrale Maasvlakte)

Deze kolen- en biomassacentrale is gelegen op de Maasvlakte in het Rotterdamse havengebied. De koelwaterinlaat van de centrale ligt in de Europahaven (een zeehaven met zout water). Het scheepvaartverkeer in de haven is intensief. E.ON Benelux (centrale Maasvlakte), verder aangeduid als E.ON centrale, is gelegen aan een relatief ondiep doodlopend gedeelte van de haven (± 7 tot 14 meter waterdiepte). De maximale waterdiepte van de haven bedraagt in de zwaairom circa 23 meter. De waterstand varieert door getijdenwerking van +1,60 tot -0,60 meter NAP. Het water in de haven is zeer helder (zichtdiepte ca. 3 á 4 meter). De oevers van de haven bestaan uit stalen damwanden en stortsteen en vormen voor de meeste vis geen geschikte habitat. De paai- en opgroeimogelijkheden zijn hierdoor gering. Als onttrekkingsgebied is fictief het gebied van de Europahaven gekozen tot aan de diepere zwaairom voor containerschepen (zie figuur 2.1). Dit gebied heeft een oppervlakte van 16,8 ha. Het waterniveau van het onttrekkingsgebied is berekend op ruim 2 miljoen m³.

Het water wordt onder de waterlijn (tot aan de bodem) aan de oever ingenomen. Alvorens het koelwater de inlaatopeningen bereikt moet het voorbij een drijvend scherm. De inlaatsnelheden zijn door het drijvend vermogen van het scherm getijde afhankelijk. De stroomsnelheden onder het scherm zijn bij laagwater vergelijkbaar met de aanzuigsnelheden nabij de inlaatkanalen. De stroombeïnvloeding door koelwateronttrekking is in de directe omgeving van de koelwater inlaatkanalen vastgesteld. Op verschillende locaties en diepten zijn met een stromingsmeter de stromingen ingemeten. De metingen bleken na verwerking niet te kloppen vanwege te geringe stroomsnelheid. Ondanks de foutieve metingen kon wel vastgesteld worden dat ook op een afstand van circa 25 meter nog stroming aanwezig is en dat deze vlak tegen de bodem het grootst is. In bijlage 9 is een overzicht gegeven van de locaties waar gemeten is.

De inlaatbaaien (8 in totaal) liggen op een diepte tussen de -2,4 en -6,7 meter NAP en hebben een gezamenlijk nat oppervlak van circa 100 m². Het innamedebiet bedraagt gemiddeld 33,24 m³/s en maximaal 37,78 m³/s. De aanzuigsnelheid bedraagt gemiddeld 0,33 m/s tot een maximum van 0,37 m/s (zie berekeningen bijlage 9). De innamedebieten zijn iets hoger dan tijdens het onderzoek in het najaar van 2007. In het najaar van 2007 was het innamedebiet gemiddeld 30,16 m³/s en de gemiddelde aanzuigsnelheid 0,30 m/s. Dit komt omdat door de gestegen watertemperatuur in het voorjaar meer water nodig is om te koelen. Het koelwater passeert eerst de grofroosters met een spijlbreedte van 10 cm en vervolgens vier trommelzeven met een maaswijdte van 5 mm. Het materiaal van de grofroosters wordt door middel van een grijper verzameld in een container. Het materiaal van de zeven wordt met behulp van waterstralen afgespoeld en verzameld in containers. Het koelwater van de E.ON-centrale komt na opwarming in de condensor via een vijver en een duiker in de Noordzee terecht. Vlakbij de koelwaterinlaat van de E.ON-centrale bevindt zich nog een koelwater innamepunt. Dit innamepunt is van de Lyondell Chemical Company. Het inlaatpunt is in de hoek linksboven in figuur 2.1 te zien.

De inzuiging van de E.ON-centrale is in 1979 door de KEMA onderzocht (Boënné, 1980). In 2004 en 2005 is de centrale onderzocht door Ecoconsult i.s.m. de Radboud Universiteit (niet gepubliceerd). De bemonstering van de zeven vond maandelijks plaats van november 2004 t/m november 2005. In het najaar van 2007 (september-december) is zowel de ingezogen visstand als de visstand in het onttrekkingsgebied onderzocht door ATKB (ATKB, 2007). De gegevens van deze bemonsteringen worden in de resultaten verder behandeld in hoofdstuk 6.



Figuur 2.1 Het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat van de E.ON-centrale (geel).

In figuur 2.1 is de koelwaterinlaat met een groene pijl aangegeven en de kor- (1, 2 en 3) en raamkuiltrekken (1 en 2) met rode lijnen. De plaats waar met de tobel is gevestigd is met een blauwe stip aangegeven. De paarse stippen zijn de locaties waar de glasaalfuiken geplaatst zijn. Het sterretje in de linkerbovenhoek geeft de ligging van de inzuig van de Lyondell Chemical Company weer.

Shell Moerdijk

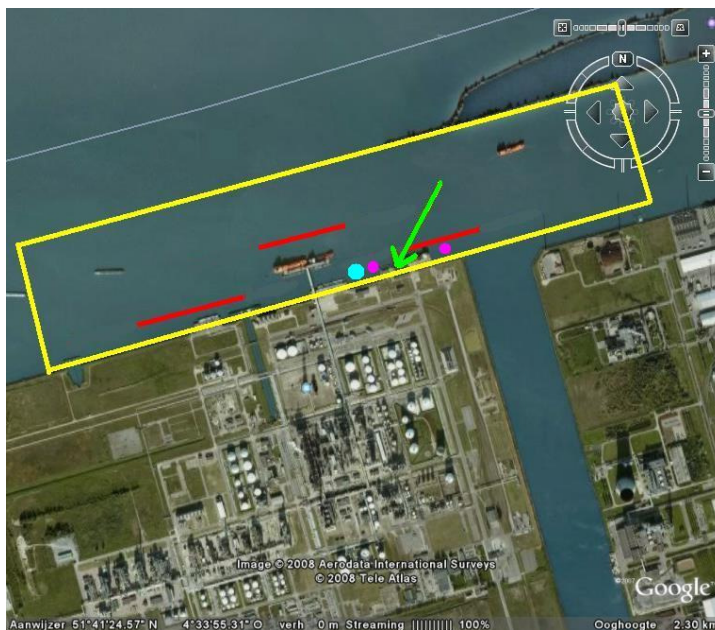
De koelwaterinlaat van de chemische fabriek “Shell Moerdijk” ligt direct aan het Hollandsch Diep (Natura 2000 gebied). De oevers bestaan uit stortsteen met bitumen en vormen geen geschikt habitat (paai- en opgroeigebied) voor de meeste vis. Het gebied rondom de koelwaterinlaat wordt sinds het begin van 2007 ten noorden begrensd door een baggerdepot, waardoor er een relatief smalle en vrij drukke vaarroute is ontstaan. Voor de begrenzing ten oosten en westen van de inlaat is fictief gekozen voor 1 kilometer links en 1 kilometer rechts van de inlaat (figuur 2.2) Dit gebied heeft een oppervlak van 120 ha. De gemiddelde waterdiepte in het onttrekkingsgebied is 9 meter. Het watervolume van het onttrekkingsgebied is 10,8 miljoen m³.

Zowel de koelwaterinlaat als uitlaat van Shell Moerdijk liggen aan het Hollandsch Diep. De zes inlaatkanalen liggen op een diepte van -2 tot -6 meter NAP. De waterstand bedraagt +0,4 tot +0,7 meter NAP bij een gemiddelde rivierstand. Er is ongeveer 30 cm getijdenverloop. De inlaatkanalen hebben een gezamenlijke natte doorsnede van 96 m². Het gemiddelde koelwater debiet in de onderzoeksperiode bedroeg 22,0 m³/s en maximaal 25,0 m³/s voor de hele locatie. De gemiddelde aanzuigsnelheid tijdens de onderzoeksperiode bedroeg 0,28 m/s tot maximaal 0,31 m/s. De innamedebieten zijn gelijk aan de debieten in het najaarsonderzoek van 2007 (ATKB 2007) (zie bijlage 9 voor berekeningen). Om de stroombeïnvloeding door de onttrekking van koelwater in de nabijheid van het innamepunt te bepalen is op verschillende locaties en diepten de stroomsnelheid bepaald. De hoogste stroomsnelheden zijn gemeten

aan het wateroppervlak. De stroomsnelheid neemt per 1,5 meter van het inlaatpunt met ongeveer de helft af. Bij een afstand van 1 meter van het koelwater inlaatkanaal is de snelheid aan het wateroppervlak 0,12 m/s en drie meter verder is de stroomsnelheid nog 0,04 m/s. In bijlage 9 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde metingen.

Alle zes de inlaatkanalen hebben een verplaatsbaar grofrooster (maaswijdte 10 cm) om de grote vis en grof vuil tegen te houden. Afgezien van het grofrooster, passeert het water in ieder inlaatopening een harkrooster, met een spijlbreedte van 5 cm en bandzeef met een maaswijdte van 5 mm. Het materiaal dat wordt afgespoeld wordt met behulp van een afvoergoot teruggeleid naar het Hollandsch Diep. Het spoelen van deze zeven gebeurt slechts enkele malen per dag. Hierdoor kan de aanwezige vis uren tegen de zeef aangedrukt zijn door de waterstroom.

Bij Shell Moerdijk heeft er buiten het onderzoek in het najaar van 2007 (ATKB 2007) geen onderzoek plaatsgevonden.



Figuur 2.2. Het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat van Shell Moerdijk.

In figuur 2.2 is de koelwaterinlaat met een groene pijl aangegeven. De rode lijnen geven de kor- en raamkuiltrekken aan en de roze stippen geven de locaties van de glasaalfuiken weer. De blauwe stip geeft de locatie aan waar gevist is met de totebel.

Eemscentrale (Electrabel)

De koelwaterinlaat van de Eemscentrale ligt aan de rand van een geul (Doekegat, maximaal 15 meter diep) en nabij een platengebied in het Eems-Dollard estuarium (Natura 2000 gebied). Het inlaatpunt ligt precies op een bocht aan de rand van de geul. In de geul staat zowel bij eb als bij vloed, een zeer sterke stroming (max. 2 m/s). Het koelwater innamepunt van de centrale bestaat uit een ronde toren met inlaatopeningen op een diepte van -4 tot -8 meter NAP. De waterstand varieert door getijdenwerking van ca. +1,3 tot -1,5 meter NAP. Bij de Eemscentrale is een fictief onttrekkingsgebied gekozen van 750 meter * 2000 meter (oppervlak 150 ha).

Vanaf de inlaattoren loopt een 300 meter lang inlaatkanaal naar het koelwaterpomphuis. Voor het pomphuis wordt de koelwaterinlaatstroom gedeeld. Eén deel gaat naar de EC20 eenheid en het andere deel naar 5 STEG-eenheden. Het maximale koelwaterdebiet dat wordt ingeno-

men bedraagt $55 \text{ m}^3/\text{s}$ ($18 \text{ m}^3/\text{s}$ voor de EC20 eenheid en $37 \text{ m}^3/\text{s}$ voor de 5 STEG-eenheden). Alle pompen draaien op een vast toerental. De natte doorsnede van de inlaatopening in de toren bedraagt 75 m^2 . Het gemiddelde koelwaterdebiet dat ingenomen is gedurende de onderzoeksperiode bedroeg $51,3 \text{ m}^3/\text{s}$ en het maximale debiet $55,0 \text{ m}^3/\text{s}$. De gemiddelde aanzuigsnelheid in de onderzoeksperiode bedroeg $0,68 \text{ m/s}$ en maximaal $0,73 \text{ m/s}$. Het inname-debiet en de aanzuigsnelheden zijn gelijk aan de waarden tijdens het onderzoek in 2007 (ATKB 2007). Bij de inlaatbaai gaat het koelwater door een grofrooster met een spijlbreedte van 5 cm . Na het grofrooster stroomt het koelwater door een op drukverschil geregelde trommelzeef met een maaswijdte van 6 mm . Het materiaal van de grofroosters wordt door middel van een grijper in een container gedeponneerd. Het afspoelsel (debris) van de trommelzeven wordt door middel van een waterstraal afgespoten, waarna het materiaal via een afvoergoot teruggeleid wordt naar buiten. Bij laagwater valt het afspoelsel (debris) op drooggevalen grond en bij hoogwater komt het in het water terecht.

De Eemscentrale is in de jaren 1981/1982, 1992/1993 en 1996/1997 bemonstert door KEMA en RIZA. De resultaten van deze onderzoeken zijn samengevat in de volgende referenties: Jager, 1992; Hadderingh *et al*, 1997 en Hadderingh & Jager, 2002. Om de gegevens van de verschillende jaren te kunnen vergelijken is telkens alleen de EC20 eenheid bemonstert (Hartholt & Jager, 2004). Om dit onderzoek aan te laten sluiten bij de gegevens uit voorgaande jaren is alleen de EC20 eenheid bemonstert. Om de verhouding tussen de 5-STEG en de EC20 eenheid te bepalen is geprobeerd om de 5-STEG eenheden te bemonsteren. Het is echter niet gelukt om een bemonstering bij deze eenheid uit te voeren. Er was geen mogelijkheid om al het afspoelsel in het opvangnet op te vangen. De hoeveelheden vis die op de zeven in de 5-STEG eenheden zijn waargenomen waren volgens werknemers van ATKB (gemiddeld over de 5 zeven) vergelijkbaar met de vangsten in de EC20 eenheid.



Figuur 2.3. Het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat van de Eemscentrale.

In figuur 2.3 is met een pijl is de koelwaterinlaat aangegeven. De rode stip is de positie waar met de ankerkuil en larvenetten is gevist. De rode lijnen geven de positie van de boomkortrekken weer.

2.2. Bemonsteringsperiode

De bemonsteringen van de drie onderzochte locaties hebben in twee fasen plaatsgevonden,

vanaf week 12 tot en met week 30 van 2008. Grofweg is dit de periode van 1 maart t/m 31 juli. Het was de bedoeling om iedere locatie om de drie weken te bemonsteren. Door omstandigheden, zoals toestemmingen verkrijgen en storingen, zijn hierin enige wijzigingen opgetreden. De bemonsteringsdata van de verschillende locaties worden gegeven in de tabellen 3.1, 4.1. en 5.1.

De bemonsteringen in fase I zijn toegespitst op glasaal, driedoornige stekelbaars en in fase II op visbroed. De trek van glasaal en driedoornige stekelbaars vindt plaats in de maanden maart-april. In deze periode is er nog maar weinig visbroed aanwezig. Het visbroed van de meeste soorten is vanaf eind mei in het open water aanwezig en is dan goed te bemonsteren. Omdat de twee periodes niet aansluiten is ervoor gekozen om tussen de bemonstering op glasaal/driedoornige stekelbaars en het visbroed gedurende 3 weken niet te monstren.

2.3. Bemonsteringsstrategie

Impingement en Entrainment

In beginsel is de bemonsteringsstrategie voor alle locaties gelijk. De ingezogen vissen, welke op de zeven en grofroosters achterbleven (impingement), zijn gedurende een periode van 24 uur verzameld. Omdat het visbroed veelal te klein is om door de zeven tegengehouden te worden (5 á 6 mm maaswijdte) is bij alle locaties het visbroed (entrainment) bemonsterd, door één of twee larvenetten voor de inlaatpunten te plaatsen.

Bij Shell Moerdijk is tevens aan de uitlaatkant een larvenet geplaatst om inzicht te krijgen in de overleving van het visbroed. Bij de E.ON- en Eemscentrale zijn zeer fijnmazige mossfilters geplaatst, waardoor het entrainment uit het systeem gefilterd wordt. Deze filters zijn niet te bemonsteren.

Onttrekkingsgebied

Tegelijk met de bemonsteringen van het ingezogen visbestand is de aanwezige visstand in de nabijheid van het innamepunt kwantitatief bemonsterd om het aanwezige visbestand in het onttrekkingsgebied te bepalen. De wijze waarop het visbestand in de omgeving is bemonsterd is per locatie verschillend, afhankelijk van de lokale omstandigheden. De bemonstering van het onttrekkingsgebied is toegespitst op kleine vis (<15cm). Bij de Eemscentrale is tijdens iedere bemonstering ook de grote vis gemonitord. Bij de andere twee locaties is eenmalig de grote vis bemonsterd. Om de visstand te vergelijken met de oorspronkelijke situatie is bij Shell Moerdijk en de E.ON-centrale ook bemonsterd in een referentiegebied. Bij Shell Moerdijk is het referentiegebied het gebied ten noorden van het baggerdepot. Bij E.ON-centrale is het uiteinde van de Hartelhaven genomen als referentiegebied. In bijlage 12 zijn de referentiegebieden met de uitgevoerde trajecten gegeven.

In paragraaf 2.3.1 is een overzicht gegeven van de gebruikte vangtuigen die zijn toegepast in het onttrekkingsgebied. In paragraaf 2.3.2 en 2.3.3 worden de bemonsteringsmethoden per locatie nader besproken.

2.3.1. Gebruikte vangtuigen

Larvenetten

Voor de bemonstering van het entrainment is gebruik gemaakt van larvenetten met een maaswijdte van 1mm. In figuur 2.4 en 2.5 zijn de toegepaste netten afgebeeld. Voor de bemonstering van visbroed in het onttrekkingsgebied van de Eemscentrale zijn ook larvenetten ingezet. In figuur 2.6 is een van de netten afgebeeld. Verschillende netten zijn gebruikt, afhankelijk van de mogelijkheden en omstandigheden.



Figuur 2.4 larvennet E.ON-centrale en Shell Moerdijk



Figuur 2.5 larvennet inlaatkanaal Eemscentrale



Figuur 2.6 Groot larvennet voor bemonstering onttrekkingsgebied Eems (met anker).

Voor de bemonstering van het onttrekkingsgebied zijn verschillende vangtuigen ingezet om een kwantitatief beeld te krijgen van de aanwezige visstand. De toepassingen van de verschillende vangtuigen is afgestemd op de lokale omstandigheden. In het onderstaande worden de verschillende vangtuigen besproken.

Raamkuil

Om het aanwezige bestand aan visbroed te kunnen bepalen is bij de E.ON-centrale en Shell Moerdijk een raamkuil ingezet. De raamkuil is een fijnmazige kuil (maaswijdte 3 mm) die met een snelheid van circa 3km/uur voortgesleept wordt door een boot. De kuil is 2,5 meter breed en de opening aan de voorzijde is 0,8 meter hoog. De raamkuil kan met behulp van lijnen en grote drijvers op verschillende diepten afgesteld worden. Hierdoor kunnen alle waterlagen bemonsterd worden. Visjes vanaf ongeveer 3 cm zijn moeilijker vangbaar in het fijnmazige net. Daarom is vanaf week 27 bij Shell Moerdijk het net vervangen door een net met een grotere maaswijdte (10 mm). Door deze grovere maaswijdte kan het net sneller worden voortgetrokken en is er minder opstuwing van het water. In figuur 2.7 is de bemonstering met de raamkuil afgebeeld. De vangstrendementen van de raamkuil zijn proefondervindelijk vastgesteld op 50%. (Backx, J.J.G.M., M.P. Grimm, 1991)



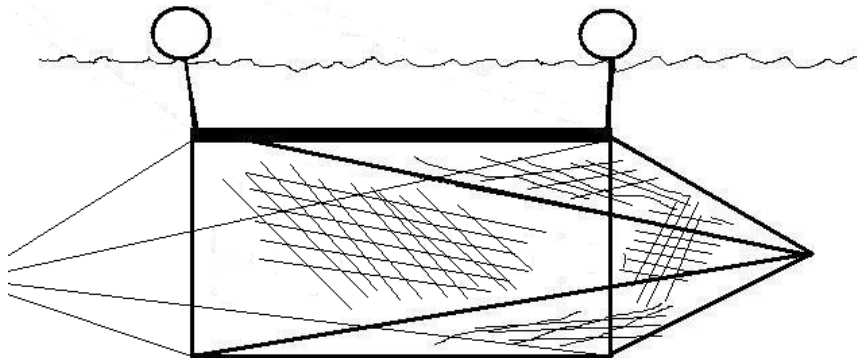
Figuur 2.7 bemonstering met de raamkuil



Figuur 2.8 de raamkuil

Boomkuil

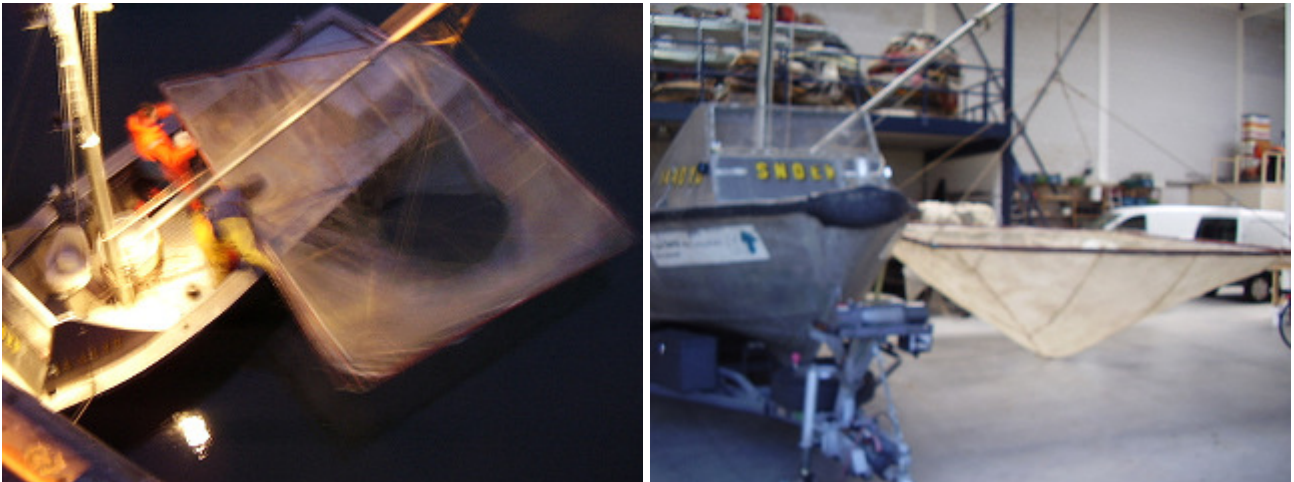
De boomkuil is vergelijkbaar met de wonderkuil welke vaak gebruikt wordt bij diverse visstandbemonsteringen. Het verschil is dat de wonderkuil in span met 2 boten wordt voortgetrokken terwijl de boomkuil nu met 1 boot wordt voortgesleept. Hierbij wordt het net open gehouden door een stok (boom) van 6 meter. De maaswijdte bedraagt 40 mm in de vleugels dat in 4 stappen afneemt tot 10 mm in de zak. De boomkuil is gebruikt om het pelagische visbestand ($\leq 15\text{cm}$) te bemonsteren. In de loop van het onderzoek is de raamkuil bij de E.ON-centrale vervangen door de boomkuil om, de reeds gegroeide vislarven en jonge haring beter te kunnen bemonsteren. In figuur 2.9 is de boomkuil afgebeeld. Voor de berekening van de visstand zijn de vangstrendementen voor de raamkuil aangehouden.



Figuur 2.9 Boomkuil

Totebel

De totebel (kruisnet) is een groot vierkant net dat vanuit een boot is gevist (figuur 2.10). Het vistuig is speciaal ontworpen om glasaal te vangen. De gebruikte totebel heeft een oppervlak van 16m^2 en een maaswijdte van 1mm. De totebel wordt in de oeverzone op de bodem gevist en wordt iedere 10 minuten (hydraulisch) gelicht.



Figuur 2.10 totebel

Glasaalfuiken

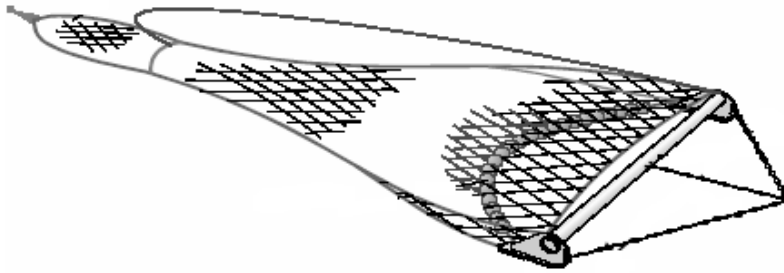
Naast de totebel zijn er extra glasaalfuiken geplaatst om een indruk te krijgen van het glasaal aanbod. De fijnmazige fuiken (maaswijdte 1mm) hebben een enkele vleugel waarmee ze in de oeverzone geplaatst zijn. De glasaalfuik wordt opgehouden door drie hoepels en is voorzien van twee kelen. Een van de gebruikte glasaalfuiken is afgebeeld in figuur 2.11.



Figuur 2.11 Glasaalfuik

Boomkor

De boomkor is ingezet om de benthische visstand te bemonsteren. Het net wordt met behulp van een schip voortgesleept over de bodem. Met behulp van kettingen die aan de onderpees zijn bevestigd wordt de vis van de bodem opgeschrikt. De maaswijdte verloopt van 20 mm hele maas in de bek naar 9 mm hele maas in de zak. De breedte van de ingezette kor is 2,5 meter. De kor die is ingezet op het openwater van de Eems had dezelfde maaswijdten en was 4 meter breed. De precieze vangstrendementen zijn voor dit vistuig niet bekend. Wel is de manier van vissen enigszins vergelijkbaar met die van de stortkuil. In dit onderzoek zijn daarom de vangstrendementen die gebruikt worden bij de stortkuil toegepast (80% voor vis tot 25cm en 60% voor vis groter dan 25 cm).



Figuur 2.12 boomkor

Ankerkuil

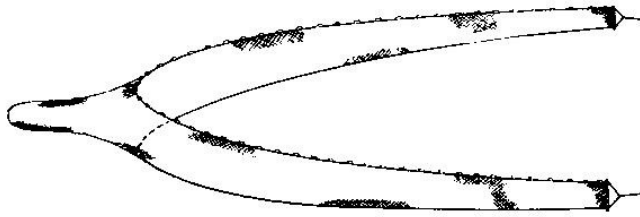
De ankerkuil is een passief vangtuig wat gebruik maakt van getijdenstroming. Het kuilnet bestaat uit een naar een punt toelopend net met een maaswijdte van 90 mm aan het begin van de kuil afnemend naar 16 mm maaswijdte in de zak. De voorzijde van het net wordt open gehouden door 2 horizontale ronde ijzeren buizen die m.b.v. kabels aan elkaar zijn bevestigd. De bovenste ronde buis blijft, afhankelijk van de waterdiepte, aan het wateroppervlak of tot maximaal 10 meter van de bodem. De onderste buis neemt het netwerk mee tot op de bodem en zorgt ervoor dat het net open gaat staan, zodat de gehele waterkolom bemonsterd wordt. De afmetingen van de toegepaste ankerkuil zijn 10 meter breed en maximaal 10 meter hoog. De ankerkuil is bevestigd aan een giek van het schip. Het schip wordt op zijn plaats gehouden d.m.v. een anker. Het vangstrendement van een ankerkuil is niet bekend en geen vast gegeven, waardoor er geen nauwkeurige uitspraak gedaan kan worden over het aanwezige visbestand.



Figuur 2.13 ankerkuil

Zegen

De zegen is een net dat in een cirkelvorm wordt uitgevaren. De onderkant van de zegen is verzwaard door middel van stenen. Aan de bovenkant van de zegen zorgen kurken ervoor dat het want blijft drijven. De zegen bestaat uit 2 vleugels die uitlopen in een zak (figuur 2.14). Beide uiteinden van de zegen worden in de boot binnengehaald zodat de vis zich in de zak verzamelt. De zegen die in dit project gebruikt is heeft een totale lengte van 275 meter en was 8 meter hoog. Hierdoor wordt de gehele waterkolom bemonsterd. Voor de bemonstering is gebruik gemaakt van een zegen met een maaswijdte van 40 mm hele maas in de vleugels, afnemend tot 12 mm in de zak. Het rendement van de zegen is voor alle vissoorten proefondervindelijk vastgesteld op 80%. (STOWA, 2003)



Figuur 2.14 Zegen

Stortkuil

De stortkuil is een sleepnet dat tussen twee boten wordt voortgesleept met een snelheid van 4 tot 5 km/uur. Hiervoor is een aluminium vlet gebruikt met een motor van 150 PK en een kotter van een plaatselijke beroepsvisser. De gebruikte stortkuil is in het STOWA-handboek (STOWA, 2003) aangewezen als standaardkuil. De kuil heeft een vissende breedte van 10 meter en hoogte van 1,5 meter en de maaswijdte verloopt van 60 mm hele maas in de bek tot 12 mm in de zak. Het rendement waarmee de stortkuil vist is mede afhankelijk van de lengte van de vis en is proefondervindelijk vastgesteld op 80% voor vis tot en met 25 cm en 60% voor vis groter dan 25 cm (STOWA, 2003).



Figuur 2.15 stortkuil

2.3.2. Bemonsteringsmethode E.ON-centrale (Maasvlakte)



Figuur 2.16 Koelwaterinlaat



Trommelzeven



Grofrooster

De bemonsteringsstrategie is zoveel mogelijk gelijk gehouden over de verschillende meetweken. Door o.a. aanpassingen van de vangtuigen aan de verschillende fasen (glas-aal/driedoornige stekelbaars vs. visbroed) en aan het wisselende aanbod van vis zijn niet iedere week dezelfde vangtuigen ingezet. In tabel 3.1 zijn per meetweek de toegepaste vangtuigen gegeven.

Entrainment bemonstering (visbroed) koelwaterinlaat

Vlak voor de inlaatkanalen (figuur 2.16) zijn twee larvenetten (Ø 90 cm) geplaatst (figuur 2.4). De maaswijdte van de larvenetten bedraagt 1 mm. Voor de bemonstering van het visbroed is geprobeerd om op verschillende diepten te vissen. Op de bodem bleek de stroming te sterk om te kunnen vissen. Dit komt mede door het drijvend scherm voor de inlaatkanalen waardoor de aanzuiging van het water langs de bodem plaatsvindt. Twee meter vanaf de bodem tot twee meter onder het wateroppervlak was vrijwel geen stroming aanwezig. Op deze plaatsen

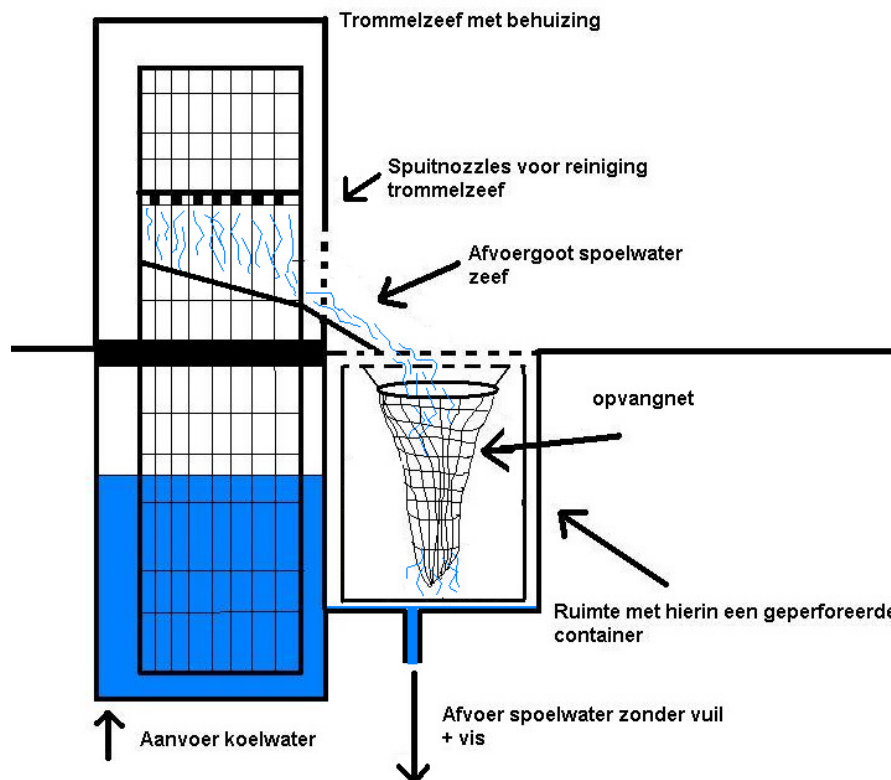
kon daarom niet gevestigd worden. Tot twee meter onder het wateroppervlak was de situatie om te bemonsteren het meest optimaal (circa 0,2 m/s). Op de locatie is op deze diepte aan weerszijde één larvenet geplaatst. De hoeveelheid water die het net passeert is bepaald met een stromingsmeter. De larvenetten hebben iedere meetweek tijdens de gehele donker- en lichtperiode gevestigd. De bemonsteringen zijn zonder problemen verlopen.

Impingement bemonstering (Grofroosters)

De grote vissen worden vóór de zeven tegengehouden door een grofrooster met een spijlbreedte van 5 cm (zie figuur 2.16). Het rooster wordt enkele malen per dag geschoond waarbij het materiaal met behulp van grijpers in vuilcontainers wordt gedeponerd. Tijdens de bemonsteringen is de inhoud van de containers verschillende keren onderzocht.

Impingement bemonstering (Zeven)

Het afspoelsel (debris) van de zeven is opgevangen met behulp van fijnmazige netten (1 mm maaswijdte) die onder de afvoergoten zijn geplaatst (figuur 2.17). In totaal zijn alle acht uitstroomgoten bemonsterd. De netten visten gedurende de gehele licht- en donkerperiode. De netten zijn steeds bij zonsopgang/ondergang geplaatst. Aan het einde van de licht- of donkerperiode werden de netten geleegd.



Figuur 2.17 schematische weergave opstelling spoelwaterbemonstering

Bemonstering onttrekkingsgebied

Alleen het ondiepe deel (circa 7-10 meter waterdiepte) van de haven is bemonsterd (zie figuur 2.1). Voor het bemonsteren van het diepere deel van de haven werd geen toestemming verkregen van het Rotterdams Havenbedrijf, vanwege de intensieve scheepvaart.

Het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat is met een raamkuil, boomkuil en een 2 meter brede boomkor bemonsterd. In de eerste meetperiode (maart-april) is er tevens met een toebel en glasaalfuiken gevestigd. Eenmalig is aan het eind van het onderzoek de grote vis (>15cm) bemonsterd met een zegen. De bemonsteringen van het onttrekkingsgebied zijn bemoeilijkt door de aanwezigheid van grote oesterbanken waarmee vrijwel de gehele bodem bedekt is.



Omdat de bemonsteringen met de raam- en boomkuil in de waterkolom plaatsvonden is er bij deze bemonsteringen geen hinder ondervonden van de oesterbanken.

Totebel

Met de totebel is er gericht gevist op glasaal en driedoornige stekelbaars. De bemonsteringen met de totebel hebben daarom in de eerste meetperiode plaatsgevonden (maart-april). Met de totebel (16 m²) is vanaf de schemering tot ongeveer 23:00 uur gevist. De bemonstering is uitgevoerd door de totebel iedere 10 minuten te lichten. Tijdens de bemonsteringen werd veel hinder ondervonden van algenbloei. Door deze bloei raakte het net verstopt waardoor het bin-nenhalen van het net soms moeizaam verliep.

Glasaalfuiken

Tijdens iedere bemonstering zijn twee glasaalfuiken geplaatst. Zowel ten noorden als zuiden van de koelwaterinlaat is één glasaalfuik geplaatst. De glasaalfuiken werden in de oeverzone geplaatst en stonden circa 18 uur.

Boomkor

Om een beter beeld te krijgen van het benthische visbestand is gebruik gemaakt van een 2,5 meter brede boomkor. Met de boomkor is ten zuiden en noorden van de koelwaterinlaat gevist tijdens de licht- en donkerperiode. Per periode zijn in totaal 3 kortrekken uitgevoerd. De trek-lengte van de afzonderlijke trekken bedroeg circa 300 meter.

Raamkuil

De bemonsteringen met de raamkuil zijn zowel in de licht- als donkerperiode uitgevoerd. De bemonsteringen zijn op twee locaties en op drie verschillende waterdieptes uitgevoerd. Op elke locatie is één trek aan het wateroppervlak uitgevoerd en één op 4 meter diepte. Op één diepere locatie is ook op een diepte van 6 meter gevist. De trek lengte van de afzonderlijke trekken bedroeg telkens circa 300 meter. De bemonsteringen zijn goed verlopen.

Boomkuil

Met de boomkuil is het pelagische visbestand bemonsterd. De bemonsteringen zijn zowel in de licht- als donkerperiode uitgevoerd. De bemonsteringen zijn op twee locaties en op drie verschillende waterdieptes uitgevoerd. Op elke locatie is één trek aan het wateroppervlak uit-gevoerd en één op 4 meter diepte. Op één diepere locatie is ook op een diepte van 6 meter gevist. De trek lengte van de afzonderlijke trekken bedroeg telkens circa 300 meter. De be-monsteringen zijn goed verlopen.

Zegen

Op dezelfde locaties als tijdens het onderzoek in het najaar van 2007 is eenmalig de grote (meerjarige) vis bemonsterd met een diepe zegen. In eerste instantie was het de bedoeling om de grote vis ook te bemonsteren in het referentiegebied. Dit kon niet doorgaan, omdat er geen geschikte locatie gevonden is om met de zegen te vissen. In overleg met A. Kikkert (RWS NH en lid van MEETPOL) is besloten om verder te zoeken naar een geschikt referen-tiegebied, waar een bemonstering van de kleine vis mogelijk en toegestaan is.

Referentie bemonstering

Als referentiegebied is het eind van de Hartelhaven gekozen. Dit gebied is gekozen, omdat de omstandigheden (waterdiepte, locatie, zoutgehalte) vergelijkbaar waren met die in de Europa-haven. Tevens is de locatie interessant voor de Waterdienst vanwege de toekomstige bouw van een energiecentrale (Electrabel). Het referentiegebied is in week 27 tegelijk met het ont-trekkingsgebied bemonsterd met een boomkor en boomkuil. De bemonsteringen zijn zonder problemen verlopen.

2.3.3. Bemonsteringsmethode Shell Moerdijk



Figuur 2.18 koelwaterinlaten

trommelzeef

harkrooster + grofroosters

De bemonsteringsstrategie is zoveel mogelijk gelijk gehouden over de verschillende meetweken. Door o.a. aanpassingen van de vangtuigen per verschillende fase (glasaal/driedoornige stekelbaars vs. visbroed) en het wisselende aanbod van vis zijn niet iedere week dezelfde vangtuigen ingezet. In tabel 4.1 zijn per meetweek de toegepaste vangtuigen gegeven.

Entrainment bemonstering (visbroed) koelwaterinlaat

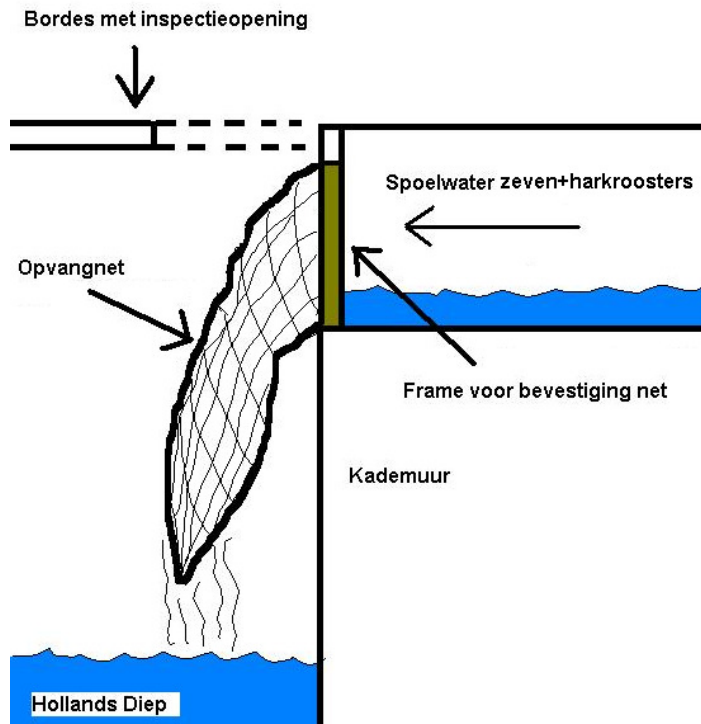
Na realisatie van een goedgekeurde opstelling is met één of twee larvenetten (Ø 90cm) vóór de koelwater inlaatpunten (figuur 2.18) gevist. Het was alleen mogelijk om met twee larvenetten te vissen wanneer de stroming van het Hollandsch Diep niet te sterk was. De hoeveelheid water die door de netten stroomden is met een stromingsmeter in de netopening bepaald. De bemonsteringen zijn zonder problemen verlopen. De larvenetten hebben ieder meetweek een gehele donker- en lichtperiode gevist.

Impingement bemonstering (Harkroosters)

De grote vis wordt vóór de zeven tegengehouden door harkroosters (figuur 2.18). De harkroosters worden geschoond wanneer, door vuilophoping, het drukverschil over het harkrooster te groot wordt. Het materiaal van alle harkroosters komt in dezelfde afvoergoot terecht als dat van de zeven.

Impingement bemonstering (Zeven)

Omdat bij Shell Moerdijk geen noemenswaardige getijdenwerking aanwezig is, is er tijdens de bemonsteringen alleen gekeken naar de variabelen licht en donker. Het spoelen van de zeven (zie figuur 2.18) vond plaats tijdens de avond- en de ochtendschemering. Zo kon de dag- en nachtvangst worden bepaald. Het opvangen van het afspoelsel (debris) vond plaats met een op maat gemaakt fijnmazig hoepelnetje (maaswijdte 1 mm) dat onder de afvoergoot is geplaatst (figuur 2.19). Op deze wijze wordt het materiaal van alle zeven (zes in totaal) en harkroosters gezamenlijk opgevangen.



Figuur 2.19 schematische weergave opstelling spoelwaterbemonstering

Entrainment bemonstering (visbroed) koelwateruitlaat

Om de overleving te bepalen van het visbroed (entrainment) dat het koelwaterproces passeert, is aan een van de uitlaatpunten een larvenet geplaatst (Ø 90 cm). De overleving is bepaald door het net meerdere malen per periode te legen. De hoeveelheid water die door de netten stroomde is met een stromingsmeter in de netopening bepaald. De bemonsteringen zijn goed verlopen.

Bemonstering onttrekkingsgebied

Totebel

Met de totebel is gericht gevist op glasaal en driedoornige stekelbaars. De bemonsteringen met de totebel hebben plaatsgevonden in de eerste bemonsteringsfase (maart-april). Met de totebel (16 m²) is vanaf de schemering tot ongeveer 23:00 uur gevist. De bemonstering is uitgevoerd door de totebel iedere 10 minuten te lichten. Tijdens de bemonsteringen is hinder ondervonden van algenbloei. Door deze bloei raakte het net verstopt waardoor het binnenhalen van het net moeizaam verliep.

Glasaalfuiken

De glasaalfuiken zijn net als de totebel alleen ingezet tijdens de verwachte trek van glasaal en driedoornige stekelbaars. Zowel ten noorden als zuiden van de koelwaterinlaat is één glasaalfuik geplaatst. De glasaalfuiken zijn voor een periode van circa 18 uur in de oeverzone geplaatst.

Boomkor

Per bemonstering zijn zowel tijdens de licht- als donkerperiode drie trekken uitgevoerd. In de laatste week konden door motorpech twee trekken in de lichtperiode niet worden uitgevoerd. De lengte van de afzonderlijke trekken bedroeg circa 300 meter.

Raamkuil

De bemonsteringen met de raamkuil zijn uitgevoerd op drie locaties. Per locatie zijn drie trekken uitgevoerd op verschillende waterdieptes. Op elke locatie is één trek aan het wateroppervlak uitgevoerd en één op 4 meter diepte. Op één diepere locatie (geul) is ook op een diepte van 6 meter gevist. De lengte van de afzonderlijke trekken bedroeg circa 300 meter. De bemonsteringen zijn zowel tijdens de licht- als donkerperiode uitgevoerd. Na de eerste meetweek is een grofmaziger net (10 mm i.p.v. 3 mm) aan het frame van de raamkuil gemaakt. De mazen waren nauw genoeg om de reeds gegroeide vislarven te vangen. Het voordeel van dit net is dat de grotere larven beter bemonsterd kunnen worden doordat de weerstand van het net in het water afneemt. De bemonsteringen zijn goed verlopen.

Stortkuil

Met de stortkuil is eenmalig de grote vis in het onttrekkingsgebied bemonsterd gedurende de donkerperiode. Daarnaast is ook in de donkerperiode een bemonstering uitgevoerd in het referentiegebied aan de noordzijde van het baggerdepot. Per bemonstering zijn 3 kuiltrekken uitgevoerd. De trekken in het onttrekkingsgebied zijn op dezelfde locaties uitgevoerd als in het najaar van 2007. Één trek ten oosten van de koelwaterinlaat in de haven (ca. 9 meter diep). Één ten westen van de koelwaterinlaat in een relatief ondiep gebied (3-5 meter diep) en één in de voorliggende vaargeul met een waterdiepte van 10-13 meter (zie figuur 2.2). In het referentiegebied zijn drie trekken uitgevoerd die vergelijkbaar zijn met de trekken in het onttrekkingsgebied (op basis van waterdiepte). De lengtes van de trekken bedroegen ± 1.000 meter (=1 hectare bevist oppervlak).

2.3.4. Bemonsteringsmethode Eemscentrale



Figuur 2.20 Grofharkrooster



Koelwaterkanaal met aan het eind de inlaattoren



Net voor opvangen van het speelwater (debris) van de zeven van de EC20 eenheid

De bemonsteringsstrategie is gelijk gehouden over de verschillende meetweken. In tabel 5.1 is een overzicht van de toegepaste vangtuigen gegeven.

Entrainment bemonstering (visbroed) koelwaterinlaat

Voor de bemonstering van het visbroed zijn twee larvenetten met een doorsnede van 50 cm geplaatst in het inlaatkanaal (figuur 2.5). De netten hebben de gehele getijdenperiodes gevist. De bemonsteringen zijn goed verlopen. Wel is het vissen tijdens laagwater lastiger, doordat de stroming in het inlaatkanaal dan nog groter is door het kleinere doorstroom oppervlak. De hoeveelheid water dat deze netten passeert is bepaald door het plaatsen van een stromingsmeter in de netopening.



Impingement bemonstering (Grofroosters)

De grote vis wordt vóór de zeven tegengehouden door een grofrooster (figuur 2.20) met een spijlwidte van 5 cm. De roosters worden enkele malen per dag mechanisch geschoond. Al het materiaal wordt met behulp van grijpers in vuilcontainers gedeponeed. Tijdens de bemonsteringen is de inhoud van de containers ieder getij bekeken.

Impingement bemonstering (Zeven)

Alleen de koelwaterinlaat van de EC20 eenheid is bemonsterd. Voor aanvang van het onderzoek was het de bedoeling om naast de EC20 eenheid ook de 5-STEG eenheid een aantal keren te bemonsteren. Door de grote hoeveelheden water en de beperkte mogelijkheden voor het plaatsen van het net bleek dit, ondanks meerdere pogingen en aanpassingen, niet mogelijk.

Het afspoelsel (debris) van de zeven van eenheid EC20 is opgevangen met behulp van een net (maaswidte 1 mm) dat in de gezamenlijke afvoergoot van de beide trommelzeven werd geplaatst (zie figuur 2.20). Vanwege de grote hoeveelheid vuil (voornamelijk veen en plantenresten) en vis was het noodzakelijk het net frequent te legen. De hoeveelheid vuil kon per getijde (ca. 6 uur) oplopen tot 570 kg.

Bemonstering onttrekkinggebied

De bemonsteringen zijn uitgevoerd met een ankerkuil, boomkor en larvenetten (par. 2.3.1). Daarvoor is een visser met zijn kotter ingehuurd (Fa. Westerhuis met schip TM9).

Boomkor

Met de 4 meter brede boomkor is zowel bij hoog- als laagwater gedurende de licht- en donkerperiode gevist nabij het innamepunt. De lengte van de afzonderlijke trekken bedroegen circa 1.000 meter. In week 26 is de bemonstering met de boomkor mislukt. De kor was namelijk verbogen nadat deze tijdens de eerste trek was vastgelopen in de schelpen. In de andere weken is de bemonstering zonder problemen verlopen.

Ankerkuil

Tijdens de bemonsteringen is er met één ankerkuil gevist. De bemonsteringen hebben plaatsgevonden gedurende zowel de licht- als donkerperiode bij afgaand getij. In de eerste bemonsteringsweek is de bemonstering mislukt doordat het net afscheurde. Het afscheuren van het net was het mogelijk gevolg van de harde stroming (1,5 m/s) en de grote hoeveelheden ribkwallen. In week 26 is het net afgescheurd door grote hoeveelheden haring in het net (ca. 1.500 kg).

Larvenetten

Met behulp van een anker is met twee tot drie larvenetten tegelijk op verschillende diepten gevist. In de eerste meetweek zijn larvenetten van 0,5*0,5 en 1,0*1,0 meter ingezet. In de weken daarna zijn larvenetten ingezet met een afmeting van 1,5*1,5 meter. De stroomsnelheid is iedere keer bepaald met een stromingsmeter in de netopening.

De larvenetten zijn tijdens de eerste bemonstering kapot gegaan door de sterke stroming en de grote hoeveelheden ribkwallen. Om de bemonstering met de larvenetten toch mogelijk te maken zijn speciaal aangepaste (verstevigde) netten gemaakt (figuur 2.6). De netten raakten snel verstopt met algen en ribkwallen, waardoor de netten om de 10 minuten geleegd moesten worden. De bemonsteringen zijn goed verlopen, maar waren moeilijk uitvoerbaar.

2.4. Verwerking van de vangsten

De gevangen vis is op soort uitgezocht, de lengtes zijn gemeten (cm totaallengte) en de aantallen zijn geteld. Bij grote vangsten is eerst gesorteerd in functionele lengtegroepen, waarna op gewichtsbasis monsters zijn genomen. De vis in de monsters werd vervolgens gesorteerd, gemeten en geteld. De vangstgegevens zijn per getijde en/of lichtperiode ingevoerd in Excel-

werkbladen. De invoerfile bevat standaard lengte-gewicht relaties (Klinge et al., 2004 & Fisbase.org) van alle vissoorten voor het omrekenen van aantallen naar biomassa.

Van twee grondelsoorten (dikkopjes en brakwatergrondels) zijn bij de E.ON- en Eemscentrale diverse monsters genomen (ca. 40 stuks per meetweek) en onder de binoculair geanalyseerd. Met het blote oog zijn deze twee soorten moeilijk te onderscheiden. Aan de hand van de gevonden ratio's tussen deze twee soorten zijn de verdere berekeningen uitgevoerd. Ook bij de zeenaalden < 17 cm zijn met behulp van de binoculair de verschillende soorten (grote en kleine zeenaald) gedetermineerd en de ratio's bepaald. Alle determinaties zijn met behulp van het boek "Zeevissen van Noord- en West-Europa" (Muus & Nielsen, 1998) uitgevoerd. Met een microscoop zijn de gevangen vislarven gedetermineerd (figuur 2.21). De determinatie is uitgevoerd aan de hand van het boek "Eggs and Larvae of North Sea Fishes" (Munk & Nielsen 2005).

2.4.1. Indeling in lengteklassen

De aangetroffen visbestanden worden op basis van lengte verdeeld in lengteklassen. De opbouw van de gepresenteerde lengteklassen is toegepast zoals in de STOWA-methode is beschreven. De verschillende lengteklassen zijn gebaseerd op zoetwater soorten, maar ook goed bruikbaar voor zoutwatervissoorten. De lengteverdeling is als volgt opgebouwd:

0+: Deze lengteklasse is representatief voor alle vis die nog geen volledig groeiseizoen hebben gehad. Per vissoort verschilt deze lengtegrens omdat niet iedere vis even snel groeit. Door de opgestelde lengte-frequentieverdelingen van de totale vangst zijn de 0+ lengtegrenzen per vissoort en per locatie handmatig aangepast.

0+ ≤ 15 cm: In deze lengteklasse zijn de vissen opgenomen die reeds één groeiseizoen gehad hebben en maximaal 15 cm groot zijn.

16- 25 cm: In deze lengteklasse bevinden zich de vissen met een lengte van 16 t/m 25 cm.

26- 40 cm: In deze lengteklasse bevinden zich de vissen met een lengte van 26 t/m 40 cm.

≥ 40 cm: In deze lengteklasse bevinden zich de vissen met een lengte van 41cm of groter.

2.4.2. Berekening omvang visbestand

Ingezogen visbestand.

Voor de berekening van het ingezogen visbestand zijn de vangsten van de larvenetten omgezet naar vangsten per 1.000 m³. Deze vangsten zijn opgeteld bij de vangsten van de fijnzeven en grofroosters per 1.000m³. Bij de berekeningen is onderscheid gemaakt in verschillende periodes. Voor de E.ON-centrale en Shell Moerdijk zijn de periodes onderscheiden in licht en donker. Voor de Eemscentrale is daarbij ook onderscheid gemaakt in opkomend en afgaand getij.

Visbestand onttrekkingsgebied

Het onttrekkingsgebied is in de eerste periode (fase I), waarbij de nadruk lag op glasaal en driedoornige stekelbaars, bemonsterd met een totebel, glasaalfuiken en de boomkor. De gegevens van de glasaalfuiken en de totebel zijn niet meegenomen in de uiteindelijke bestandsschattingen, omdat de gegevens niet omgezet kunnen worden naar kwantitatieve gegevens. De vangsten van de glasaalfuiken en totebel zijn in paragraaf 4.3.1 en 4.3.2 gegeven.

Na de rustperiode (fase II) is de kleine vis in het onttrekkingsgebied bemonsterd.

De bestandschattingen zijn conform de beschrijving in het STOWA-handboek (Klinge *et al.*, 2003) op de volgende wijze per periode berekend:

1. De vangst van de afzonderlijke trajecten is gedeeld door het rendement van het vangtuig en de toegepaste methode;
2. de voor het rendement gecorrigeerde vangst van alle trajecten is per deelgebied gesommeerd;



3. deze som is gedeeld door het beviste oppervlak, wat resulteert in een bestandschatting per deelgebied;
4. de schattingen per deelgebied zijn op basis van de oppervlaktes omgerekend naar een gewogen gemiddelde. Dit leidt tot een bestandschatting per water(lichaam) of locatie. De gemiddelde schatting (etmaal schatting) is berekend door het gewogen gemiddelde van de verschillende periodes te nemen. De bestandschattingen zijn uitgedrukt in zowel vangst per ha als per 1.000m^3 . Voor de vangst per 1.000m^3 is de inhoud van één hectare berekend door het grondoppervlak te vermenigvuldigen met de gemiddelde waterdiepte.

2.5. Berekening onttrekking

Voor de berekening van de kans op inzuiging is, zowel het ingezogen visbestand als het visbestand in het onttrekkingsgebied, uitgedrukt in aantallen per 1.000m^3 per cm-klasse. Voor de berekening van het ingezogen visbestand is rekening gehouden met overlapping van lengteklassen die ingevangen worden met het larvenet en fijnzeven. Van de vangsten met het larvenet zijn alleen de kleine visjes meegenomen in de berekening die niet op de zeven achterbleven. Het visbestand van het onttrekkingsgebied is daarbij het aanbod. In alle situaties is ervan uit gegaan dat de bemonsterde visbestanden een afspiegeling zijn van het daadwerkelijk aanwezige visbestand. Voor de berekening is voor de meest voorkomende soorten per cm gekeken naar het percentage dat van het bestand in het onttrekkingsgebied is ingezogen.

3. RESULTATEN VAN DE E.ON-CENTRALE (MAASVLAKTE)

3.1. Tijdstip van de bemonstering

In tabel 3.1 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde bemonsteringen bij de E.ON-centrale.

Tabel 3.1. Overzicht van de uitgevoerde bemonsteringen bij de E.ON-centrale

Week	Datum	Toegepaste bemonsteringsmethode
12	17-21 maart	Zeven
14	31 maart-4 april	Zeven + Larvenetten + Boomkor + Raamkuil + Totebel + Glasaalfuik
16	14-18 april	Zeven + Larvenetten + Boomkor + Raamkuil + Totebel + Glasaalfuik
17	21-25 april	Zeven + Larvenetten
22	26-30 mei	Zeven + Larvenetten + Boomkor + Raamkuil + glasaalfuik
24	9-13 juni	Boomkuil
25	16-20 juni	Zeven + Larvenetten + Boomkor + Boomkuil + Zegen
27	1-4 juli	Zeven + Larvenetten + Boomkor + Boomkuil + Referentiegebied

In week 12 zijn de zeven (impingement) bemonsterd om een indruk te krijgen over het aanbod van vis. In week 14 en 16 zijn de bemonsteringen uitgevoerd voor fase I waarbij de nadruk lag bij glasaal en driedoornige stekelbaars. In week 17 is een extra bemonstering van het impingement en entrainment uitgevoerd. Deze bemonstering is uitgevoerd als extra meting in de verwachte piekperiode van glasaal. In week 22 is gestart met de bemonstering van fase II (broedbemonstering). Na tegenvallende vangsten met de raamkuil in week 22 en het grote aanbod haring is besloten om een boomkuil in te zetten om deze vissoort te bemonsteren. In week 25 is aanvullend eenmalig de grote vis bemonsterd met een zegen.

3.2. Vangsten E.ON-centrale

De vangsten van de E.ON-centrale zijn opgebouwd uit de entrainmentvangsten met een larvennet en de impingementvangsten van de grofroosters en zeven. In paragraaf 3.3 zijn de vangsten in het onttrekkingsgebied gegeven. In bijlage 1 en 2 zijn de gemiddelde vangsten per periode op soortniveau gegeven. In bijlage 7 zijn de vangsten per meetweek en periode gegeven.

Larvenet koelwaterinlaat

De vangsten zijn per licht- en donkerperiode verzameld en verwerkt. De bemonsteringen zijn zonder problemen verlopen. In de lichtperiode zijn geen tot slechts enkele vis(larven) gevangen. In de donkerperiode varieerde de vangsten van 9 tot ruim 3700 vis(larven). In de eerste meetweek (week 14) zijn vrijwel alleen spiering- en platvislarven gevangen. In de andere weken zijn vooral in de donkerperiode glasgrondels en haringen (ca. 6 cm) gevangen.

Grofroosters

Tijdens de bemonsteringen is de inhoud van de containers verschillende keren bekeken. Er geen vissen aangetroffen.

Zeven

In de verschillende meetweken varieerden de vangsten van 5 tot 55 kg per uitstroomopening. De vangsten bestonden, in de meeste gevallen, voor ongeveer de helft uit ribkwal en voor de andere helft uit glasgrondels en jonge haring (tot 6 cm). In week 25 waren de vangsten op de zeven, in vergelijking tot de andere weken, erg laag met nog geen kilo vuil en vis. Tijdens alle bemonsteringen is vrijwel geen grote vis (>15 cm) aangetroffen.

3.2.1. Ingezogen visbestand

Voor de berekening van de totale hoeveelheid ingezogen vis zijn de vangsten van de larvenetten (entrainment) geëxtrapoleerd naar het totale innamedebiet. Deze zijn opgeteld bij de zeefvangsten (impingement). In tabel 3.2 is de vangst in aantallen per 1.000 m³ gedurende verschillende perioden gegeven. In tabel 3.3 zijn de gegevens omgezet naar vangsten per uur en per etmaal. De gemiddelde vangsten voor alle aangetroffen soorten in aantallen per 1.000 m³ en per etmaal zijn, per donker- en lichtperiode en gemiddeld in bijlage 1 gegeven. In bijlage 7 zijn de verschillende vangsten per meetweek gegeven.

Tabel 3.2 Gemiddelde ingezogen visbestand (N/1.000m³) bij de E.ON centrale gedurende verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode		20	14	5	0	0
Donkerperiode		76	52	24	0	0
Gemiddeld per etmaal		40	28	12	0	0

"0" = <0,5 N / 1.000m³

"-" = niet aangetroffen

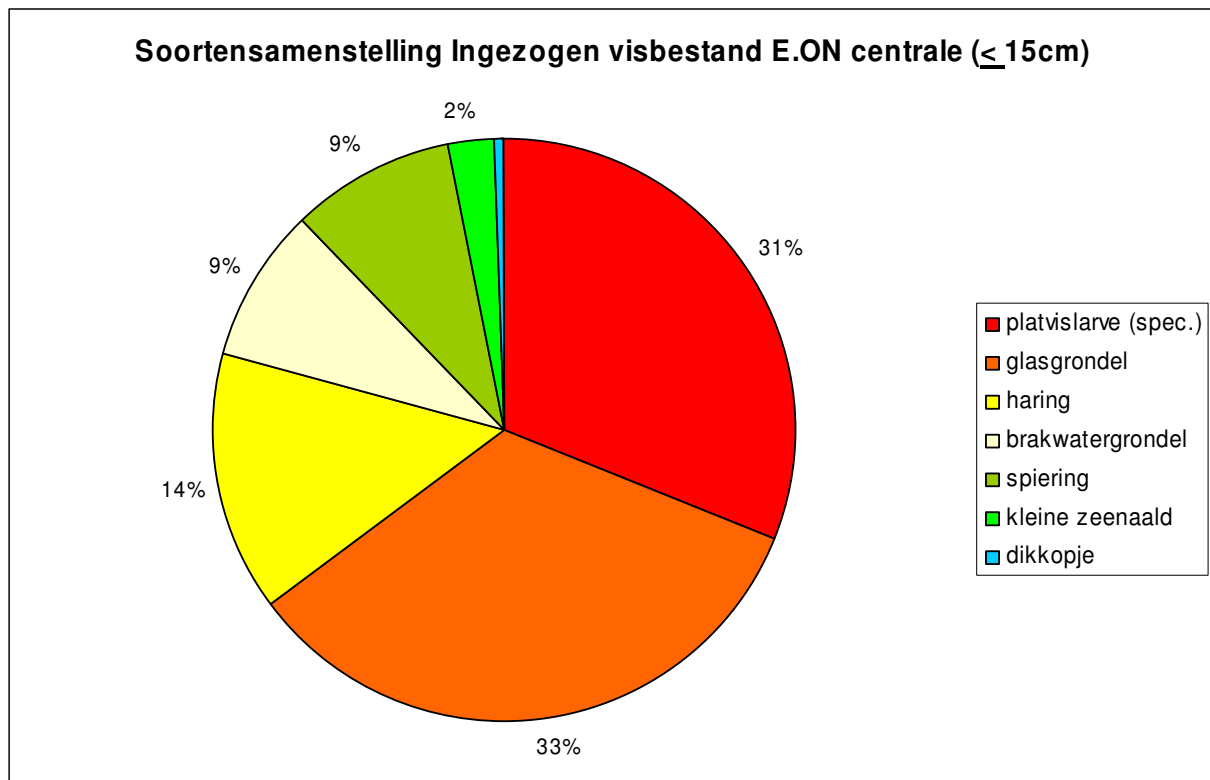
Tabel 3.3 Gemiddelde ingezogen visbestand (N/uur en N/etmaal) bij de E.ON centrale gedurende verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	2.408	1.826	581	1	0	-
Donkerperiode	8.217	5.648	2.567	1	0	0
Gemiddeld per uur	4.526	3.219	1.305	1	0	0
Gemiddeld per etmaal	108.618	77.262	31.321	30	4	0

"0" = <0,5 N / 1.000m³

"-" = niet aangetroffen

Uit tabel 3.2 en 3.3 blijkt dat in de donkerperiode meer vis per m³ is gevangen dan tijdens de lichtperiode. Op basis van aantallen zijn deze gegevens statistisch niet te onderbouwen vanwege de spreiding in vangsten en tijd. Wel is aangetoond dat haring (0+≤15cm) en grote zee-naald (alle lengteklassen) in de donkerperiode, op basis van biomassa, meer is ingezogen (P=0,01 en P=0,036). De berekeningen zijn in bijlage 11 opgenomen. Het ingezogen visbestand bestaat, op basis van aantallen, voor 71% uit visbroed en voor ruim 29% uit meerzomerrige vis tot 15 cm. De hoeveelheid ingezogen vis gedurende de onderzoeksperiode (15 maart t/m 31 juli) is geschat op 2.933 kg of ruim 14,7 miljoen exemplaren. De uitkomst van deze schatting is een richtlijn en geen precieze schatting, omdat niet per vissoort de exacte hoeveelheid broed en de periode van de broedval bekend is. In fase I zijn per etmaal gemiddeld 18 glasalen en 104 driedoornige stekelbaarzen ingezogen. Het ingezogen visbestand bestaat uit 37 vissoorten. In figuur 3.1 is de soortensamenstelling van het ingezogen visbestand gegeven over de gehele onderzoeksperiode. In bijlage 8 is een gedetailleerd overzicht gegeven van de soortensamenstelling.



Figuur 3.1 De soortensamenstelling van het totaal ingezogen visbestand (aantals-%) kleine vis ($\leq 15\text{cm}$) van E.ON-centrale.

Het ingezogen visbestand bestaat voornamelijk uit platvislarven (44%). De platvislarven zijn alleen met de larvennetten gevangen. Glasgrondel en haring hebben beide een aanzienlijk aandeel in de soortensamenstelling (24% - 13%). Deze soorten zijn op de fijnzeven aangetroffen.

3.3. Bemonstering onttrekkingsgebied

In tabel 3.4 wordt de bestandschatting in aantallen per 1.000m^3 gegeven gedurende de lichtperiode, donkerperiode en daggemiddelde. In tabel 3.5 zijn deze gegevens omgezet in aantallen per hectare. In bijlage 2 worden de bestandschattingen per vissoort in kilogram en aantallen per hectare gegeven voor de verschillende vissoorten.

Totabel

Gedurende de twee weken waarin bemonsterd is zijn geen glasalen en driedoornige stekelbaarzen gevangen. Er zijn slechts enkele platvislarven en één glasgrondel op het net aangetroffen.

Glasaalfuiken

In de fuiken zijn geen glasalen en driedoornige stekelbaarzen aangetroffen. Wel zijn andere vissoorten gevangen, waaronder steenbolk, botervis, brakwatergrondel, dikkopje en platvislarven.

Raamkuil / Boomkuil

De vangsten met de raamkuil varieerden van geen tot enkele vislarven per trek. Vanaf de derde bemonstering in week 22 begonnen de vangsten met de raamkuil terug te lopen. Wel werden er in deze week visueel veel jonge haringen waargenomen in het gebied en op de zeven. Deze wat grotere vissen zijn met de raamkuil en boomkor niet goed te bemonsteren. Daarom

is besloten om de vislarven en haringen te bemonsteren met een boomkuil. De boomkuil werkt hetzelfde als een raamkuil. Het enige verschil is dat dit vistuig een grotere maaswijdte en net-opening heeft. Gedurende de lichtperiode zijn vrijwel geen vissen gevangen. In de donkerperiode liepen de vangsten per trek op tot enkele honderden haringen en glasgrondels.

Boomkor

De hoeveelheid vis varieerde sterk per trek en lichtperiode. De vangsten overdag liepen uiteen van enkele tot honderden vissen per trek. In de donkerperiode waren de vangsten circa 3 keer zo groot. Van de platvislarven die aan het begin van het project zijn aangetroffen (maart-april) was het lastig om de soort vast te stellen. Vanaf de eerste meetweek van fase II was meteen duidelijk dat de platvislarven vrijwel allemaal schollen waren. Naast schol zijn ook redelijk veel kleine steenbolk, wijting, brakwatergrondels en dikkopjes gevangen. Opvallend was de vangst van enkele fluwelen zeemuizen (borstelworm) en schurftvis (platvis). Beide soorten zijn in afbeelding 3.1 en 3.2 gegeven.



Afbeelding 3.1 Zeemuiz



Afbeelding 3.2 Schurftvis (gezond exemplaar)

Zegen

Op 2 locaties is eenmalig gedurende de licht- en donkerperiode gevist. Één zegentrek in de lichtperiode is mislukt, doordat de zegen wegstroomde door het schroefwater van een vrachtschip.

De samenstelling van de vangsten is vergelijkbaar met die van de boomkuil. Er werden geen grote vissen gevangen. In de donkerperiode werd aanzienlijk meer vis gevangen dan tijdens de lichtperiode.

3.3.1. Visbestand onttrekkingsgebied

Het fictieve onttrekkingsgebied van de E.ON-centrale is 16,8 ha groot. De gemiddelde waterdiepte in het onttrekkingsgebied is 12,4 meter. In tabel 3.4 en 3.5 is de schatting van het visbestand gegeven in aantallen per ha en aantallen per 1.000m³. In bijlage 7 zijn de verschillende vangsten per meetweek gegeven.

Tabel 3.4 Gemiddelde schatting van het bestand ($\leq 15\text{cm}$) in het onttrekkingsgebied (N/1.000m³) van de E.ON-centrale gedurende verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15
Lichtperiode	16	9	7
Donkerperiode	226	192	34
Gemiddeld	91	75	17

"0" = $<0,005 \text{ N} / 1.000\text{m}^3$

"-" = niet aangetroffen

Tabel 3.5 Gemiddelde schatting van het bestand ($\leq 15\text{cm}$) in het onttrekkingsgebied (N/ha) van de E.ON-centrale gedurende verschillende perioden.

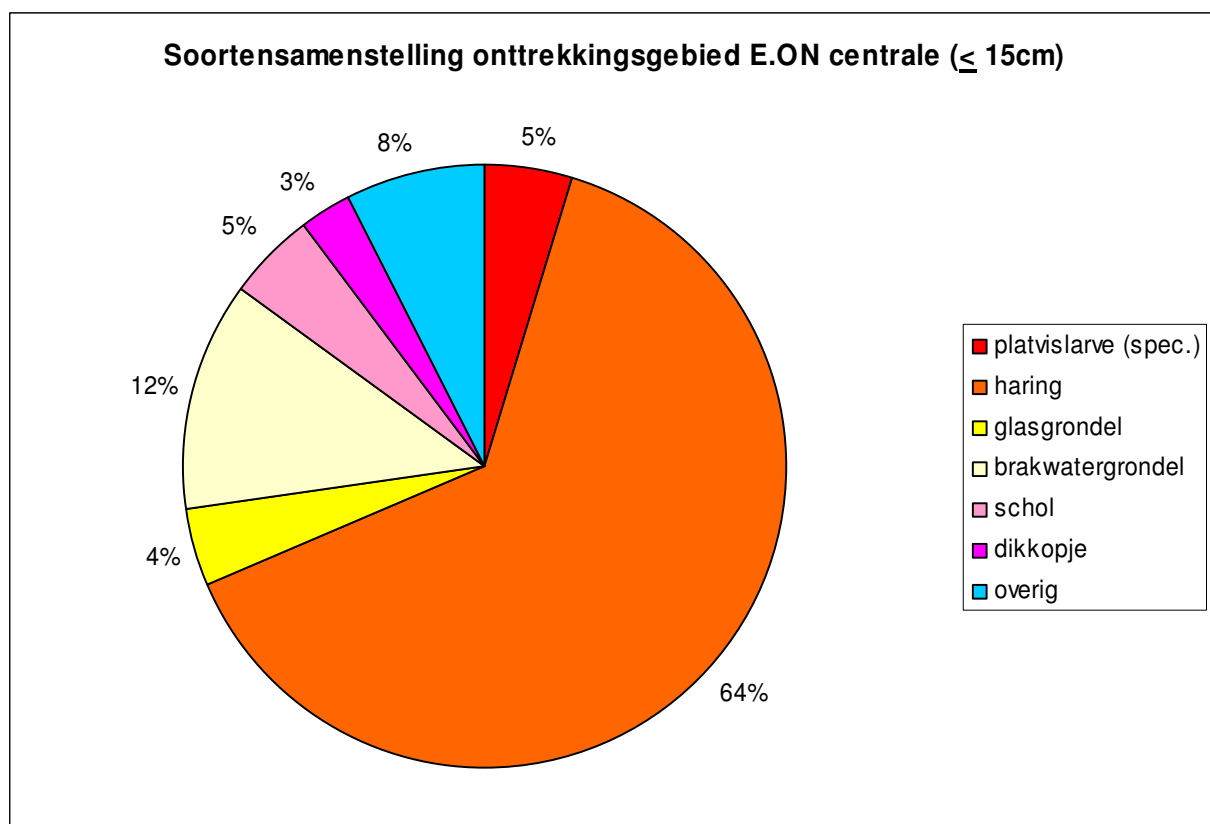
Periode	Totaal	0+	>0+-15
Lichtperiode	2030	1121	909
Donkerperiode	28008	23853	4155
Gemiddeld	11339	9267	2072

"0" = <0,5 N / ha

"-" = niet aangetroffen

Het fictieve onttrekkingsgebied is 16,8 ha of 2,08 miljoen m³ groot. Het totale visbestand ($\leq 15\text{cm}$) in het onttrekkingsgebied is geraamd op ruim 190.495 exemplaren oftewel 325 kg. Het geraamde visbestand in de donkerperiode is groter dan het visbestand in de lichtperiode. Dit is statistisch aantoonbaar op basis van aantallen en biomassa van alle lengte klassen samen ($P= 0,019$ en $P= 0,002$). Op basis van aantallen is deze significantie ook aangetroffen voor de afzonderlijke lengteklasse 0+ en $0+\leq 15\text{cm}$ ($P= 0,014$ en $P=0,003$). Een significant hoger aanbod van vis in het onttrekkingsgebied, in de donkerperiode, is voor alle soorten samen op basis van biomassa ook voor de lengteklasse $0+\leq 15\text{cm}$ aangetroffen ($P= 0,002$). De significante verschillen tussen de licht- en donkerperiode zijn op soortniveau in bijlage 11 opgenomen.

In figuur 3.2 is de soortensamenstelling van de totale vangst (aantals-%) van de kleine vis ($\leq 15\text{cm}$) in het onttrekkingsgebied grafisch weergegeven. De samenstelling van het aangetroffen visbestand wordt gedomineerd door haring (64%). Een gedetailleerd overzicht van de soortensamenstelling is in bijlage 8 gegeven.



Figuur 3.2 De soortensamenstelling van het visbestand ($\leq 15\text{cm}$) in het onttrekkingsgebied (aantals-%) van E.ON-centrale.

3.4. Bemonstering grote vis

In week 25 is eenmalig de grote vis bemonsterd in het onttrekkingsgebied. In tabel 3.6 is de bestandschatting in aantallen per hectare gegeven gedurende de lichtperiode, donkerperiode en daggemiddelde. In tabel 3.7 zijn deze gegevens omgezet in kilogram per hectare.

Tabel 3.6 Schatting onttrekkingsgebied (N/ha) in het voorjaar 2008 E.ON-centrale gedurende verschillende periodes

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
licht	8.104	7.636	467	-	-	-
donker	9.698	8.464	1.216	8	9	-
gemiddeld	8.568	7.878	686	2	3	-

"0" = <0,5 N / ha

"-" = niet aangetroffen

Tabel 3.7 Schatting onttrekkingsgebied (kg/ha) in het voorjaar 2008 E.ON-centrale gedurende verschillende periodes

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
licht	9,21	7,64	1,56	-	-	-
donker	22,05	13,77	3,43	1,42	3,44	-
gemiddeld	12,95	9,43	2,11	0,41	1,00	-

"0" = <0,005 kg /ha

"-" = niet aangetroffen

Tijdens de bemonstering van de grote vis in het voorjaar van 2008 is vrijwel alleen vis ≤ 15 cm gevangen. In de lichtperiode is geen grote vis gevangen. In de donkerperiode zijn enkele grote vissen gevangen. De gegevens uit tabel 3.6 en 3.7 zijn gebaseerd op slechts één bemonstering. Statistisch kunnen daarom geen uitspraken gedaan worden over de waargenomen verschillen.

3.5. Bemonstering referentiegebied (Hartelhaven)

Om inzicht in de eventuele lange termijn effecten van koelwateronttrekking te verkrijgen is bij E.ON-centrale een bemonstering uitgevoerd in een gebied waar geen invloeden van koelwateronttrekking aanwezig zijn (referentiegebied Hartelhaven). Tegelijk met de bemonstering van het referentiegebied is een bemonstering uitgevoerd in het onttrekkingsgebied. In tabel 3.8 is per locatie de visstand (N/1.000m³) in het referentiegebied uitgezet tegen de visstand van het onttrekkingsgebied.

Tabel 3.8 Schatting onttrekkingsgebied en referentiegebied (Hartelhaven) in de verschillende periodes (N/1.000m³)

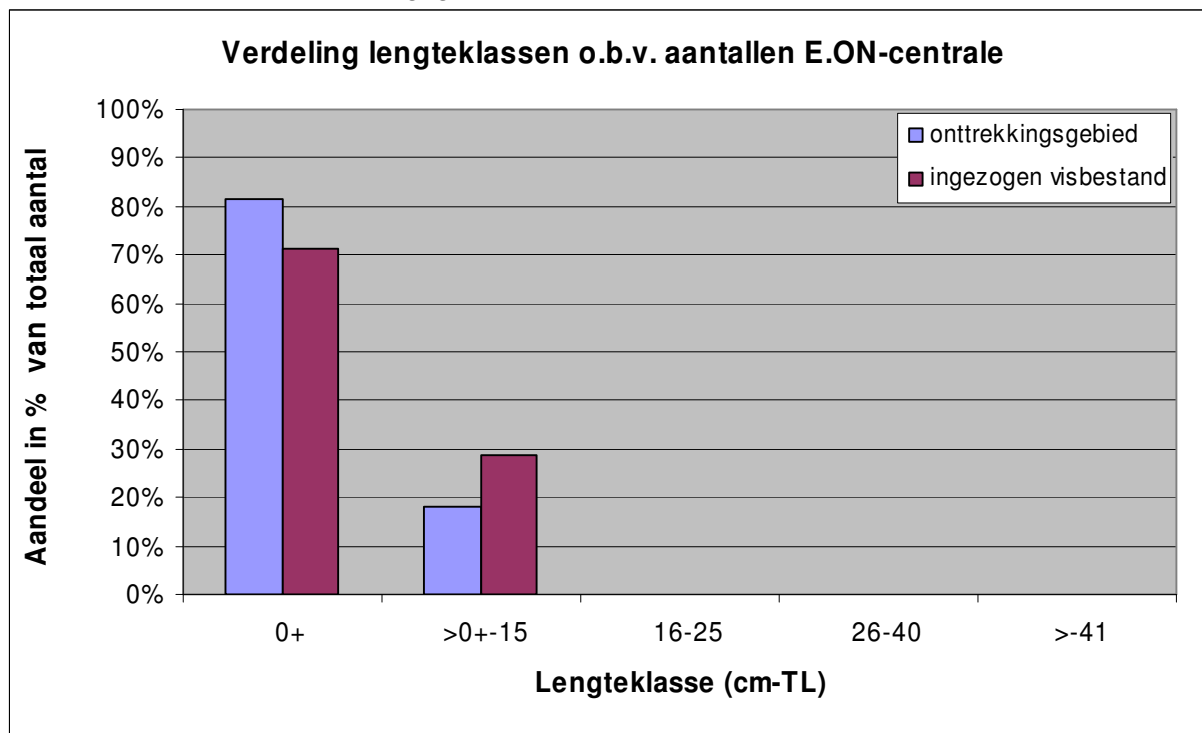
	periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Referentiegebied	Licht	1	1	1	-	-	-
	Donker	118	61	56	0	0	-
	Etmaal gemiddelde	38	20	18	0	0	-
Onttrekkingsgebied EON	Licht	20	10	9	0	-	-
	Donker	194	162	32	0	-	0
	Etmaal gemiddelde	74	57	16	0	-	0

In beide gebieden is de raming van het visbestand in de donkerperiode hoger dan in de lichtperiode. De gegevens uit tabel 3.8 zijn gebaseerd op slechts één bemonstering. Statistisch kunnen daarom geen uitspraken gedaan worden over de waargenomen verschillen. Het visbestand in het onttrekkingsgebied is groter dan het geraamde visbestand in de Hartelhaven. Ook op basis van biomassa is dit het geval (Hartelhaven 45 gr/1.000m³ en onttrekkingsgebied E.ON 145 gr/1.000m³ (etmaalgemiddelde)). In de Hartelhaven zijn in totaal 13 soorten aangetroffen tegenover 17 soorten in het onttrekkingsgebied. Er zijn nagenoeg geen vissen groter dan 15 cm gevangen. Bedacht moet worden dat de vangtuigen niet geschikt waren voor vis

groter dan 15cm. Er zijn in de Hartelhaven 13 vissoorten aangetroffen. Haring (49%) en glasgrondel (45%) domineren het visbestand. In bijlage 8 is een gedetailleerd overzicht gegeven van de soortensamenstelling.

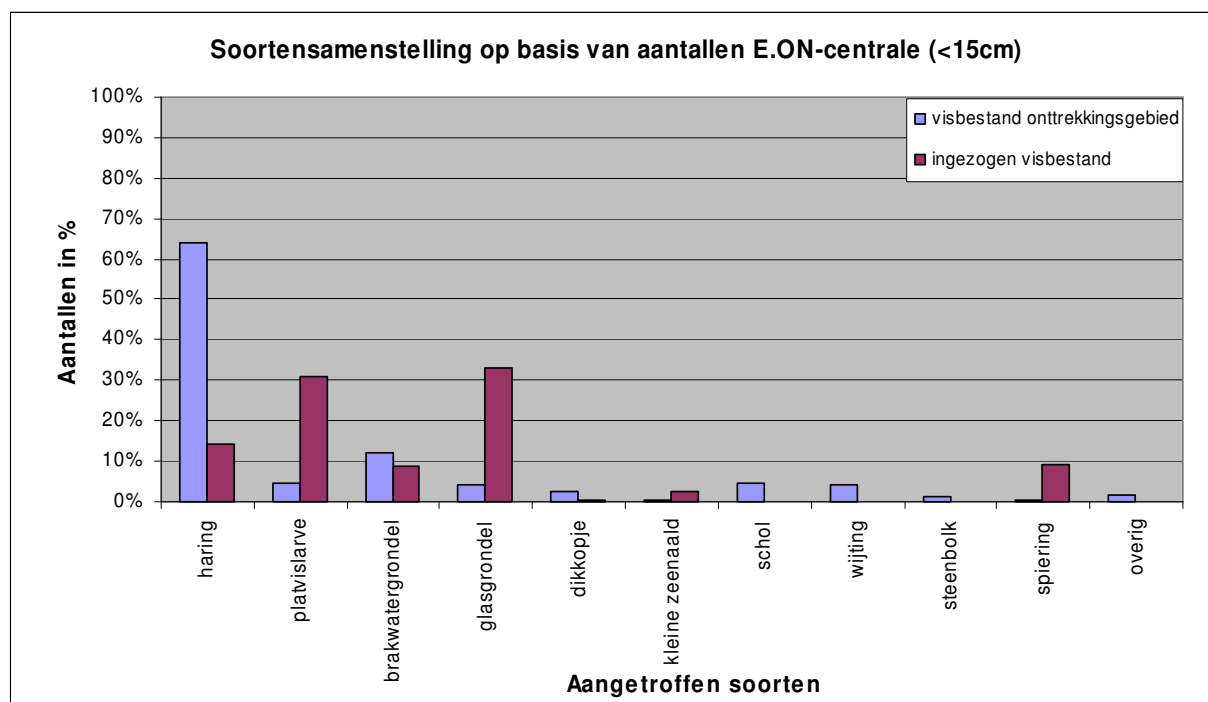
3.6. Vergelijking ingezogen visbestand met visbestand in het onttrekkingsgebied

In figuur 3.3 is de verdeling in lengteklassen gegeven voor zowel het ingezogen visbestand als het visbestand in het onttrekkingsgebied.



Figuur 3.3 Verdeling van het ingezogen visbestand en het visbestand in het onttrekkingsgebied per lengteklassen (aantals-%) E.ON-centrale

Beide visbestanden bestaan voor bijna 100% uit kleine vis (≤ 15 cm). De onderlinge verhouding tussen de 0+ en >0+-15cm lengteklasse is in beide bestanden vrijwel gelijk. In figuur 3.4 is de soortensamenstelling (aantals-%) van het ingezogen visbestand uitgezet tegen het aangetroffen visbestand in het onttrekkingsgebied.



Figuur 3.4 De soortensamenstelling kleine vis (≤ 15 cm) van het ingezogen visbestand t.o.v het visbestand in het onttrekkingsgebied van E.ON-centrale.

In het onttrekkingsgebied komt verhoudingsgewijs meer haring voor dan wordt ingezogen. Van kleine soorten als platvislarven, glasgrondels en spieringen worden relatief meer ingezogen. Het verschil heeft waarschijnlijk met de lengtes van deze vissen te maken. De haringen waren over het algemeen 4-6 cm terwijl de larven van de platvis en spiering 2-4 cm waren. In paragraaf 3.7 wordt dit verder uitgewerkt.

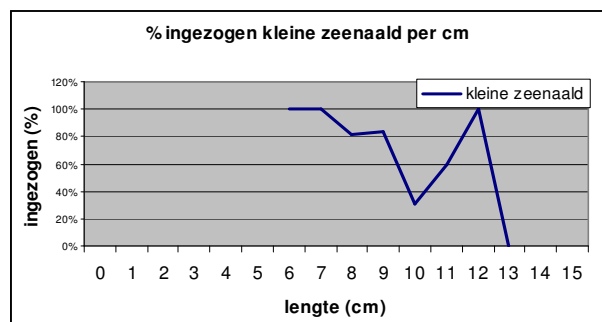
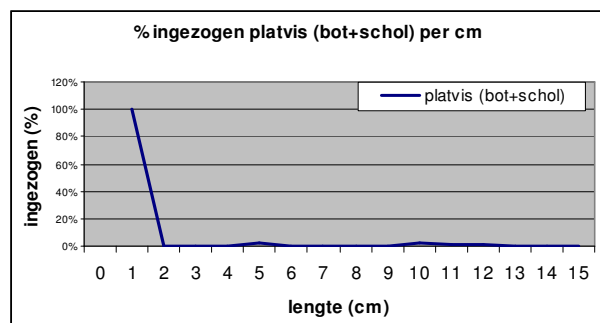
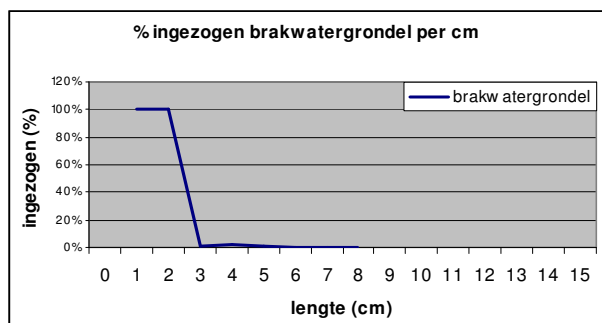
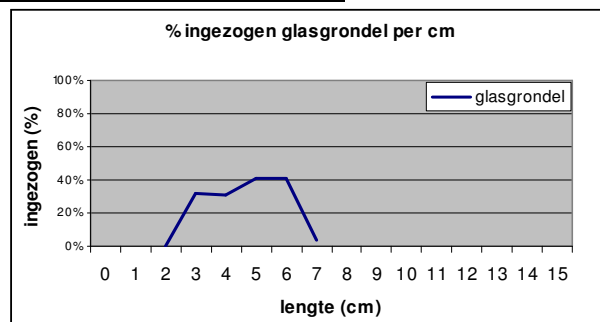
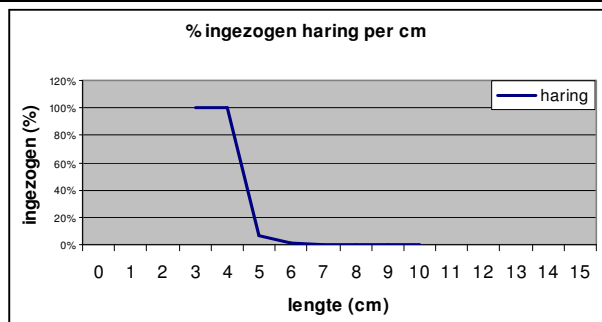
3.7. Effect op het onttrekkingsgebied

Zowel het ingezogen visbestand als het visbestand in het onttrekkingsgebied bestaat hoofdzakelijk uit kleine vis (≤ 15 cm). Voor de vergelijking tussen beide visbestanden zijn haring, glasgrondel, platvis (larven (0+)) en bot en schol (>0+) en brakwatergrondel genomen, omdat deze soorten in beide visbestanden in aanzienlijke hoeveelheden vertegenwoordigd zijn. Tevens is het habitat van de soorten verschillend. Haring en glasgrondel zijn soorten die in de waterkolom voorkomen, terwijl de brakwatergrondel en platvis op de bodem leven (benthisch). De larven van brakwatergrondel en platvis leven daarentegen tot circa 2 cm ook in de waterkolom.

De bemonstering van de pelagische visstand in fase I en II verschillen van elkaar. In fase I is voornamelijk de raamkuil ingezet en in fase II de boomkuil. De vangtuigen vangen niet alle vissoorten even goed. De raamkuil bijvoorbeeld vangt door de geringe afmetingen en fijne maaswijdte nauwelijks haring, terwijl de boomkuil geen juiste afspiegeling geeft van het kleine zeenaald bestand omdat de mazen voor deze vissoort te groot zijn. Voor de berekening van de kans op inzuiging is per vissoort nagegaan in welke weken de meest betrouwbare afspiegeling van de werkelijke situatie aanwezig is. Deze gegevens zijn vergeleken met het gemiddelde ingezogen visbestand van de desbetreffende vissoort van de gekozen weken. In tabel 3.9 is per cm de mate van inzuiging per vissoort gegeven. In figuur 3.5 zijn de gegevens grafisch gegeven.

Tabel 3.9 Het percentage dat per cm-klasse van de meeste voorkomende vissoorten per 1.000m³ ingenomen koelwater is ingezogen bij de E.ON-centrale.

Week	22+25+27	22+25+27	22+25+27	alle	14+16+22
vissoort	haring	glasgrondel	brakwatergrondel	platvis (bot+schol)	kleine zeenaald
cm					
0					
1			100%	100%	
2		0%	100%	0%	
3	100%	32%	1%	0%	
4	100%	31%	2%	0%	
5	7%	41%	1%	3%	
6	1%	41%	0%	0%	100%
7	1%	4%	0%	0%	100%
8	0%		0%	0%	81%
9	0%			0%	84%
10	0%			3%	31%
11				1%	60%
12				1%	100%
13				0%	0%
14				0%	
15				0%	



Figuur 3.5 percentage ingezogen vis per 1.000 m³ ingenomen koelwater per cm-klasse



Haring

Tot en met 4 cm wordt alle haring, die zich in de onmiddellijke nabijheid van het inlaatwerk bevindt, ingezogen. Vanaf 4 cm neemt het percentage haring dat ingezogen wordt drastisch af. Bij een vis van 5 cm is het percentage 7% en slechts 1% bij een lengte van 6 en 7 cm. Van de grotere haring zijn in het onttrekkingsgebied bijna geen exemplaren waargenomen. Op de zeven is er geen enkele haring groter dan 7 cm aangetroffen.

Glasgrondel

De kleinste glasgrondels die zijn gevangen hadden een lengte van 2 cm. Hiervan zijn weinig exemplaren aangetroffen in het ingezogen visbestand. Glasgrondels met een lengte van 3 t/m 6 cm worden in ongeveer dezelfde verhoudingen ingezogen (31-40%).

Brakwatergrondel

Brakwatergrondels tot een lengte van 2 cm worden allemaal ingezogen. Vanaf deze lengte neemt de kans op inzuiging snel af naar slechts 1% bij een lengte van 3 cm.

Platvis (bot en schol)

Platvislarven (<2cm) worden vrijwel allemaal ingezogen. De larven maken in deze levensfase gebruik van de waterkolom. Vanaf een lengte van ca. 2 cm ontwikkelt de larve zich tot een op de bodem levend platvisje. Het inzuigpercentage is bij deze lengte afgenomen tot minder dan 1%.

Kleine zeenaald

De piek in figuur 3.5 bij 12 cm is het gevolg van het aantreffen van deze lengte in het ingezogen visbestand en het ontbreken van deze lengte in het onttrekkingsgebied. De kans op inzuiging blijkt af te nemen naar mate de lengte toeneemt.

3.8. Vergelijking met eerdere onderzoeken

In het najaar van 2007 is de visstand in het onttrekkingsgebied voor de eerste keer bemonsterd (ATKB, 2007). In tabel 3.10 en 3.11 is de bemonstering van de grote vis in het voorjaar van 2008 vergeleken met de bemonstering in het najaar van 2007. In tabel 3.12 zijn de impingement vangsten van de verschillende onderzoeken vergeleken.

Tabel 3.10 Schatting onttrekkingsgebied (N/ha) in najaar 2007 en voorjaar 2008 E.ON-centrale o.b.v bemonstering grote vis

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Najaar 2007	2.699	1.200*	1.430	69	0	0
Voorjaar 2008	8.568	7.878	686	2	3	-

Tabel 3.11 Schatting onttrekkingsgebied (kg/ha) in najaar 2007 en voorjaar 2008 E.ON-centrale o.b.v bemonstering grote vis

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Najaar 2007	9,4	0,7*	3,9	4,2	0,1	0,5
Voorjaar 2008	13,0	9,4	2,1	0,4	1,0	-

*De bestanden 0+ uit het najaar van 2007 zijn, doordat ze inmiddels één groeiseizoen gehad hebben, (theoretisch) doorgeschoven naar de lengteklasse (0+-15cm).

Tijdens de bemonstering van de grote vis, in het voorjaar van 2008, is vrijwel alleen vis ≤ 15 cm aangetroffen. De grotere vissen van het najaar 2007 waren vooral steenbolk en wijting. Deze soorten zijn met de komst van het voorjaar waarschijnlijk weggetrokken uit het gebied. Wel zijn tijdens de bemonsteringen in 2008 redelijke aantallen kleine steenbolk en wijting aangetroffen. Dit kan betekenen dat wijting en steenbolk het gebied als opgroeigebied gebruiken. De paaiplaatsen van deze vissen liggen verder de Noordzee op, richting de Britse eilanden. Door

stromingen verspreiden de larven zich over een groot gebied (Muus, 1999). Het hoger aantal visbroed (0+) in het voorjaar van 2008 is het resultaat van de paai in het voorjaar. In de loop van de zomer nemen de aantallen af door predatie, natuurlijke mortaliteit en andere verliesfactoren.

Impingement vangsten

Bij de E.ON centrale is, naast het onderzoek in het najaar van 2007 (ATKB, 2007), ook onderzoek uitgevoerd naar het ingezogen visbestand in de jaren 1979 (Boënné, 1980), 2004 en 2005 (Ecoconsult, nog niet verschenen). In tabel 3.12 zijn de impingementvangsten van de verschillende onderzoeken gegeven.

Tabel 3.12 Vergelijking aantallen ingezogen vis (impingement) van historische gegevens met huidige gegevens E.ON-centrale

Locatie	Jaar bemonstering	totaal N/1000m ³	N in 10 ⁶ /jaar	Soorten aangetroffen op zeven
EON-centrale	1979	9,74	10,16	31
	2004	0,89	1,05*	15
	2005	0,96	0,83*	20
	2007	2,41	2,29*	33***
	2008	18,48 (53,51)	18,78 (52,32)**	36***

* Etmaalgemiddelde periode 1 sep - 31 dec 2007 geextrapoleerd naar jaartotalen

** Etmaalgemiddelde periode 1 maart - 31 juli 2008 geextrapoleerd naar jaartotalen

*** Grondels uitgezocht op soort

() Inclusief vangst larvenetten

4. RESULTATEN VAN SHELL MOERDIJK

4.1. Tijdstip van bemonstering

In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde bemonsteringen bij Shell Moerdijk.

Tabel 4.1. Overzicht van de uitgevoerde bemonsteringen bij Shell Moerdijk

Week	Datum	Toegepaste bemonsteringsmethode
12	17-21 maart	Zeven
16	14-18 april	Zeven + Boomkor + Totebel + Glasaalfuik
17	21-25 april	Zeven + Larvenetten
18	28 april-2 mei	Zeven + Larvenetten + Boomkor + Totebel + Glasaalfuik
23	2-6 juni	Zeven + Larvenetten + Raamkuil + Boomkor
27	30 juni-4 juli	Zeven + Larvenetten + Raamkuil + Boomkor+ Stortkuil
30	21-25 juli	Zeven + Larvenetten + Raamkuil + Boomkor

In week 12 zijn de zeven (impingement) bemonsterd om een indruk te krijgen van het visaanbod. In week 16 is gestart met de bemonstering van fase I, waarbij de nadruk lag op de bemonstering van glasaal en driedoornige stekelbaars. In week 17 is een extra bemonstering van het impingement en entrainment uitgevoerd. De bemonstering is uitgevoerd omdat er een piek van glasaal in deze week werd verwacht (mond med. IMARES, verschillende beroepsvisser). In week 23 is gestart met fase II, waarin de nadruk lag op de bemonstering van visbroed. In week 27 is, naast de reguliere bemonstering, ook een bemonstering van de grote vis uitgevoerd. De bemonstering van de grote vis is in dezelfde week ook in het referentiegebied ten noorden van het baggerdepot uitgevoerd.

4.2. Vangsten Shell Moerdijk

De vangsten van Shell Moerdijk zijn opgebouwd uit de entrainmentvangsten van de larvenetten, aan de in- en uitlaatkant, en de impingementvangsten van de zeven+harkroosters. In paragraaf 4.3 zijn de vangsten in het onttrekkingsgebied gegeven. In bijlage 3 en 4 zijn de gemiddelde vangsten per periode op soortniveau gegeven. In bijlage 7 zijn de vangsten per meetweek en periode gegeven.

Larvenet koelwaterinlaat

De vangsten varieerde van 0 tot ruim 600 vislarven per licht/donker periode. Alleen larven van baars, snoekbaars en bot zijn aangetroffen. De vangsten van de larvenetten zijn opgeteld bij de zeefvangsten (par. 4.2.2.) en zijn als ingezogen visbestand in tabel 4.2 en 4.3 gegeven.

Zeven+harkroosters

De vangsten van de zeven zijn met 6 tot 20 kg, inclusief vuil, gering. In de eerste meetweken werd nauwelijks vis aangetroffen (max. 35 stuks per periode). Na de rustperiode werd veel visbroed aangetroffen. Een deel van de vislarven bleef achter tussen het vuil of waren reeds groot genoeg om door de fijnzeven tegengehouden te worden. De hoeveelheid visbroed per bemonsterde periode varieerde van circa 600 tot meer dan 60.000 vissen. Het broedbestand bestond voor het grootste deel uit baars, snoekbaars en bot. Buiten het aangetroffen visbroed werd hoofdzakelijk paling gevangen. Opvallend was de vangst van een enkele zeeforel (smolt) (afbeelding 4.2), barbeel en rivierprik(larven). De rivierprik is een beleidsgeprioriteerde soort. De rivierprik en ook de larven (afbeelding 4.1) ervan werden in het najaar van 2007 ook aangetroffen (ATKB, 2007).



Afbeelding 4.1 rivierprik, gemetamorfoseerd (boven) en larve (beneden).



Afbeelding 4.2 zeeforel (smolt)

4.2.1. Ingezogen visbestand

Voor de berekening van de totale hoeveelheid ingezogen vis zijn de vangsten van de larvenetten (entrainment) geëxtrapoleerd naar het totale innamedebiet. Deze zijn opgeteld bij de zeefvangsten (impingement). In tabel 4.2 is de vangst, in aantallen per 1.000 m³, gedurende verschillende perioden gegeven. In tabel 4.3 zijn de gegevens omgezet naar vangsten per uur en per etmaal. De gemiddelde vangsten voor alle aangetroffen soorten in aantallen per 1.000 m³ en per etmaal zijn, per donker- en lichtperiode en gemiddeld in bijlage 3 gegeven. In bijlage 7 zijn de verschillende vangsten per meetweek gegeven.

Tabel 4.2 Gemiddeld ingezogen visbestand (N/1.000m³) bij Shell Moerdijk gedurende verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	18	18	0	0	0	-
Donkerperiode	114	114	0	0	0	0
Gemiddeld per etmaal	53	53	0	0	0	0

"0" = <0,5 N / 1.000m³

"-" = niet aangetroffen

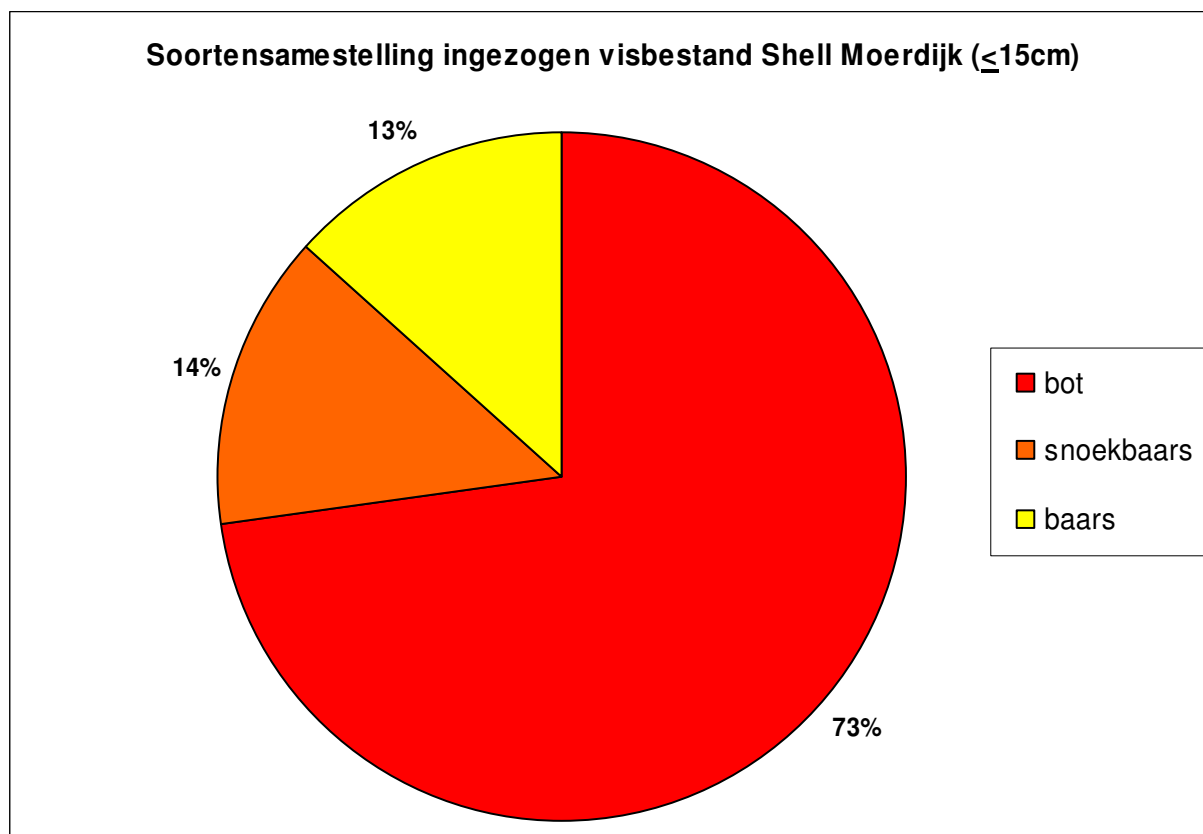
Tabel 4.3 Gemiddelde ingezogen visbestand (N/uur en N/etmaal) bij Shell Moerdijk gedurende verschillende perioden

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Licht	1.503	1.503	0	0	0	-
Donker	8.933	8.932	1	0	0	0
Gemiddeld	4.264	4.263	0	0	0	0
Gemiddeld (etmaal)	102.331	102.319	9	2	1	0

"0" = <0,5 N / tijdseenheid

"-" = niet aangetroffen

Uit tabel 4.2 en 4.3 blijkt dat in de donkerperiode de meeste vissen per 1.000 m³ ingezogen worden. Statistisch is dit niet aantoonbaar door de spreiding in de vangsten en tijd. Alle berekeningen zijn in bijlage 11 opgenomen. Het totaal ingezogen bestand voor de onderzoeksperiode (15 maart tot 31 juli) is geschat op ruim 13,8 miljoen exemplaren of 994 kg. De uitkomst van deze schatting is een richtlijn en geen precieze schatting, omdat niet per vissoort de exacte hoeveelheid broed en de periode van de broedval bekend is. Het ingezogen visbestand bestaat op basis van aantallen vrijwel alleen uit visbroed (99,99%). Slechts in één meetweek zijn 2 driedoornige stekelbaarzen aangetroffen. Glasaal is niet gevangen. Op de zeven en in de larvenetten zijn in totaal 18 verschillende vissoorten aangetroffen. In figuur 4.1 is de soorten-samenstelling van de totale vangst (≤ 15 cm) gegeven. Een volledig overzicht van alle aangetroffen vissoorten is opgenomen in bijlage 8.



Figuur 4.1 De soortensamenstelling van het totaal ingezogen visbestand (aantals-%) kleine vis ($\leq 15\text{cm}$) van Shell Moerdijk.

Uit figuur 4.1 blijkt dat het ingezogen visbestand voornamelijk bestaat uit visbroed van bot (73%) en in mindere mate uit baars (13%) en snoekbaars (14%).

4.2.2. Bemonstering koelwateruitlaat

Aan de uitlaatkant zijn vislarven van bot, baars en snoekbaars aangetroffen. De hoeveelheden varieerde van nul tot enkele larven per lichting. Alle vislarven die zijn gevangen waren dood en zwaar beschadigd. In tabel 4.4 zijn de vangsten gegeven.

Tabel 4.4: De vangsten in de larvennetten (entrainment) aan de uitlaatkant van het koelwatertraject bij Shell Moerdijk.

Soort	Aantallen (ruwe vangst)	Lengterange (cm)
Bot	3246	1-3
Snoekbaars	5	3-4

4.3. Bemonstering onttrekkingsgebied

Totebel

Gedurende de twee weken waarin bemonsterd is, zijn geen glasalen en driedoornige stekelbaarzen gevangen. Het kan zijn dat de inlaat niet op een migratieroute ligt, maar ook het aanbod van deze vissoorten kan dermate laag zijn dat de kans op aantreffen erg klein is. Er zijn slechts 11 botlarven en één alver op de totabel aangetroffen.

Glasaalfuiken

In de fuiken zijn geen glasalen en driedoornige stekelbaarzen gevangen. Tijdens de bemonstering is slechts één blankvoorn aangetroffen.

Raamkuil

De vangsten varieerde van enkele tot tientallen vislarven per trek. In de donkerperiode werd de meeste vis gevangen. De vangsten varieerde naargelang de waterdiepte waar gevestigd werd. In de onderste waterlagen, dicht tegen de bodem, werd vooral snoekbaars- en baarsbroed gevangen. In de hogere waterlagen werden vooral larven van winde gevangen. Ook zijn enkele blankvoornlarven aangetroffen.

Boomkor

Met de boomkor zijn zowel in de donker- als lichtperiode veel korfmosselen (*Corbicula spec.*) gevangen (ca. 20 kg per trek). De vangsten bestonden voor de rest hoofdzakelijk uit bot- en snoekbaarslarven. Botlarven bevinden zich in de eerste weken van hun leven zowel op de bodem als in de waterkolom. Na enige tijd zijn de botlarven zo ontwikkeld dat ze vrijwel alleen nog op de bodem aanwezig zijn. Deze jonge botjes (2-5cm) zijn daarom makkelijker te vangen met een boomkor. Tijdens de bemonsteringen zijn ook enkele palingen en grote brasems (>40 cm) in het net aangetroffen.

4.3.1. Visbestand onttrekkingsgebied

Het fictieve onttrekkingsgebied van Shell Moerdijk is 120 ha groot. De gemiddelde waterdiepte in het gebied is 9 meter. In tabel 4.5 en 4.6 is de schatting van het visbestand tot 15 cm gegeven in aantallen per ha en aantallen per 1.000 m³. De gemiddelde vangsten voor alle aangetroffen soorten in aantallen en biomassa per ha zijn, per donker- en lichtperiode en gemiddeld in bijlage 4 gegeven. In bijlage 7 zijn de verschillende vangsten per meetweek gegeven.

Tabel 4.5 Schatting van het bestand (N/ha) in het onttrekkingsgebied van Shell Moerdijk gedurende verschillende perioden

Periode	Totaal	0+	>0+-15
Lichtperiode	3909	3904	5
Donkerperiode	6570	6558	12
Gemiddeld	4841	4833	8

"0" = <0,5 N / ha

"-" = niet aangetroffen

Tabel 4.6 Schatting van het bestand (N/1.000m³) in het onttrekkingsgebied van Shell Moerdijk gedurende verschillende perioden

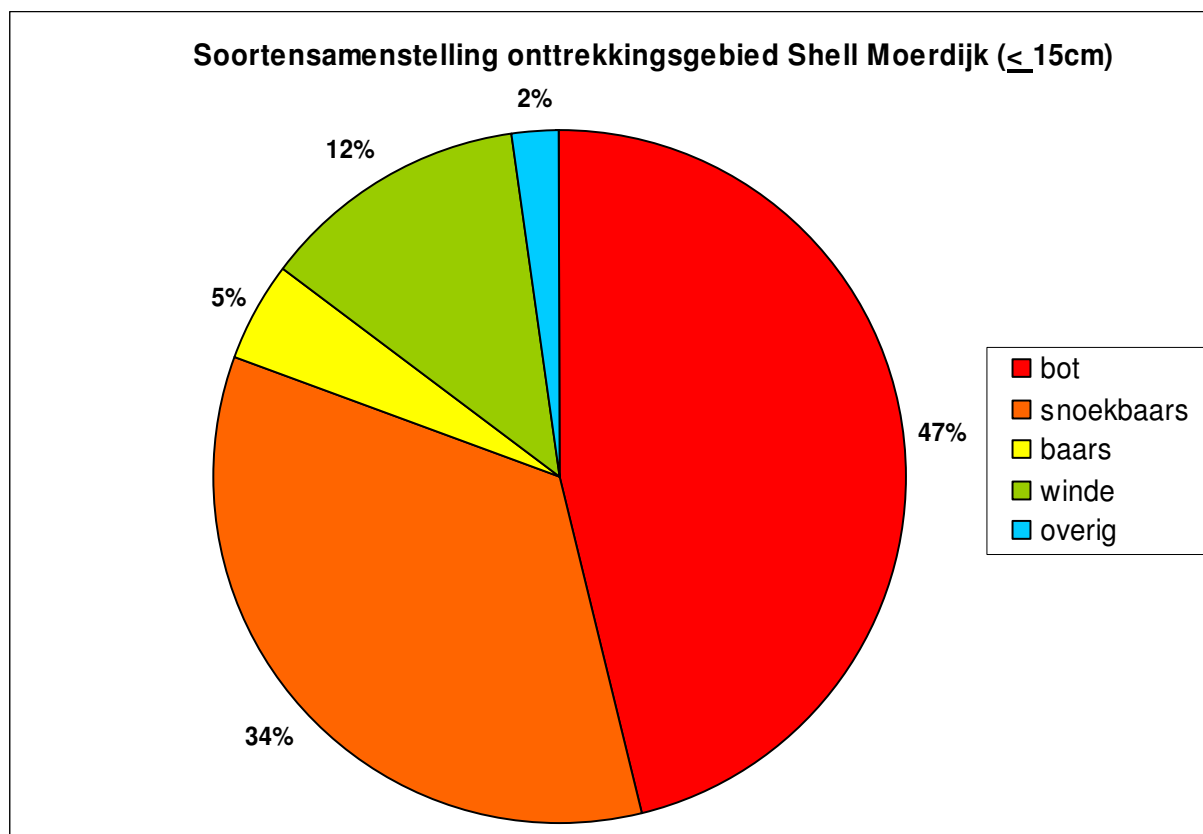
Periode	Totaal	0+	>0+-15
Lichtperiode	43	43	0
Donkerperiode	73	73	0
Gemiddeld	54	54	0

"0" = <0,5 N / 1.000m³

"-" = niet aangetroffen

In de donkerperiode zijn meer vissen gevangen dan in de lichtperiode. Statistisch is dit niet aantoonbaar door de spreiding in de vangsten en tijd. Alle berekeningen zijn in bijlage 11 opgenomen. Het totale visbestand (≤ 15 cm) in het onttrekkingsgebied is geraamd op ruim 580.000 exemplaren of 2.030 kg.

De bemonstering van de visstand in het onttrekkingsgebied is toegespitst op kleine vis (≤ 15 cm). In figuur 4.2 is daarom de soortensamenstelling van de totale vangst (aantals-%) in het onttrekkingsgebied gegeven voor kleine vis (≤ 15 cm).



Figuur 4.2 De soortensamenstelling van het visbestand kleine vis ($\leq 15\text{cm}$) in het onttrekkingsgebied (aantals-%) van Shell Moerdijk.

De samenstelling van het aangetroffen visbestand wordt gedomineerd door bot (54%) en in mindere mate door snoekbaars (34%). Een gedetailleerd overzicht van de soortensamenstelling is in bijlage 8 gegeven.

4.4. Bemonstering grote vis

In week 27 is eenmalig de grote vis bemonsterd in het onttrekkingsgebied. Er is alleen in de donkerperiode gevestigd. In tabel 4.7 is de bestandschatting zowel in aantallen als kilogram per hectare gegeven gedurende de donkerperiode. De bestanden zijn uitgedrukt in vangst per hectare, zodat de gegevens makkelijker te vergelijken (par. 4.8) zijn met de gegevens uit eerder onderzoek.

Tabel 4.7 Schatting visbestand onttrekkingsgebied in het voorjaar 2008 Shell Moerdijk o.b.v. gerichte bemonstering van grote vis

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
N/ha	1784	1673	2	6	17	85
kg/ha	114,2	1,7	0,0	0,2	7,3	105,0

Het visbestand in het onttrekkingsgebied is geraamd op ruim 114 kg/ha. De grote vissen ($>41\text{cm}$) hebben het grootste biomassa aandeel in het visbestand. Het visbestand op basis van aantallen bestaat vrijwel alleen uit visbroed (0+). In totaal zijn 9 vissoorten gevestigd. Brasem (88%) domineert het bestand op basis van biomassa. Op basis van aantallen domineert botbroed (67%) het visbestand.

4.5. Bemonstering referentiegebied

Tabel 4.8 Schatting onttrekkingsgebied en referentiegebied (N/ha) in de verschillende jaargetijden in de donkerperiode bij Shell Moerdijk

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Voorjaar 2008 (onttrekkingsgebied)	1784	1673	2	6	17	85
Voorjaar 2008 (referentiegebied)	2022	1796	-	5	54	166

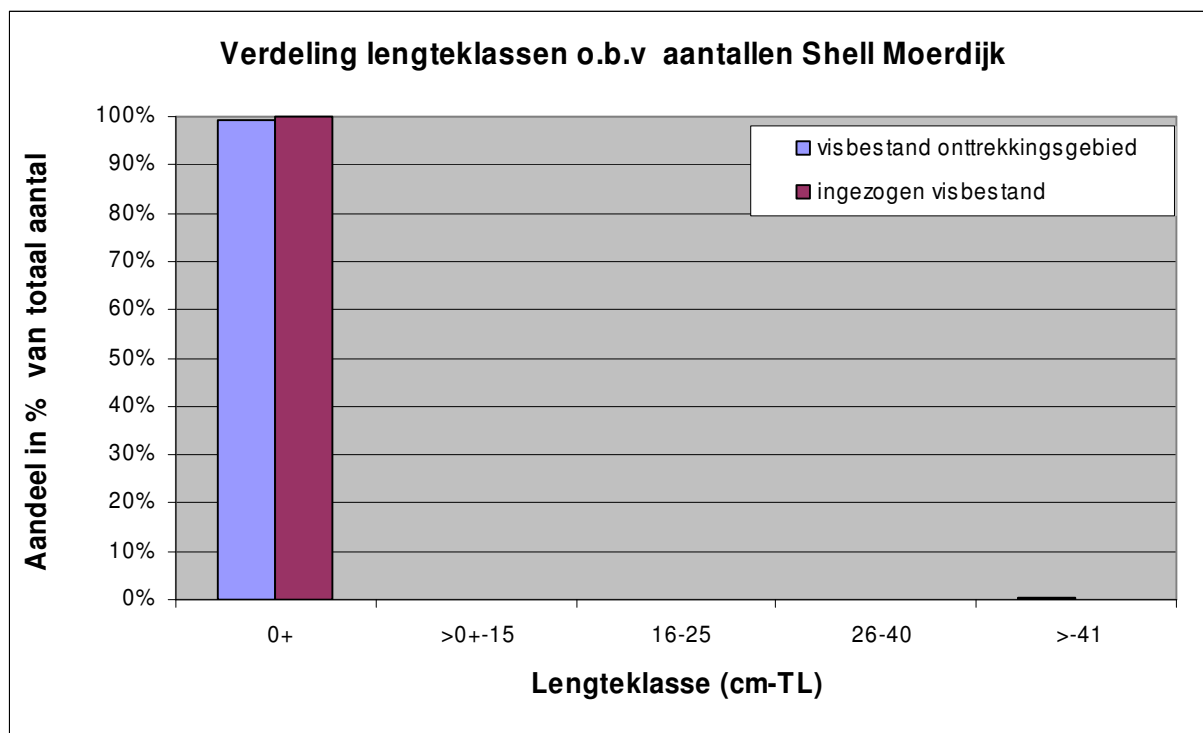
Het visbestand in het referentiegebied is geraamd op 168,9 kg/ha. Het visbestand op basis van biomassa bestaat voor het merendeel uit grote vis (>40cm). Op basis van aantallen bestaat het bestand hoofdzakelijk uit visbroed (0+). In het referentiegebied zijn in totaal 10 vissoorten gevangen. Brasem (77%) domineert het bestand op basis van biomassa. Op basis van aantallen domineert botbroed (70%).

De visstand in het referentiegebied is op basis van aantallen vergelijkbaar met de bemonstering van het onttrekkingsgebied in 2008. Op basis van biomassa is het bestand in het referentiegebied iets groter maar de verschillen zijn niet groot. Dit komt door een groter aantal grote brasems dat is aangetroffen. De soortsmenstellingen van beide visbestanden zijn vergelijkbaar. Spiering is alleen, in zeer lage hoeveelheden, in het referentiegebied aangetroffen. Op basis van aantallen domineert bot (0+) het visbestand in het onttrekkings- en referentiegebied.

Het referentiegebied wordt door een slibdepot gescheiden van het onttrekkingsgebied. Aan dit baggerdepot ligt de Sassenplaat. De Sassenplaat is een door puindam omringd water (39 ha) dat is ingedeeld in drie compartimenten. De compartimenten staan in noordelijke richting (referentiegebied) in verbinding met het Hollandsch Diep met een aantal duikers. In 2001 heeft AquaTerra (Kampen, 2001) de visstand in de drie compartimenten onderzocht. Uit het onderzoek is gebleken dat de Sassenplaat functioneert als paai- en opgroeigebied voor vis. Gezien het grote wateroppervlak (leefareaal) en de geringe uitwisseling met het Hollandsch Diep is het niet te verwachten dat dit gebied effect heeft op de visstand in het Hollandsch Diep. Dit is zeker voor bot niet het geval, omdat de bodem in de Sassenplaat is bedekt met een laag slib.

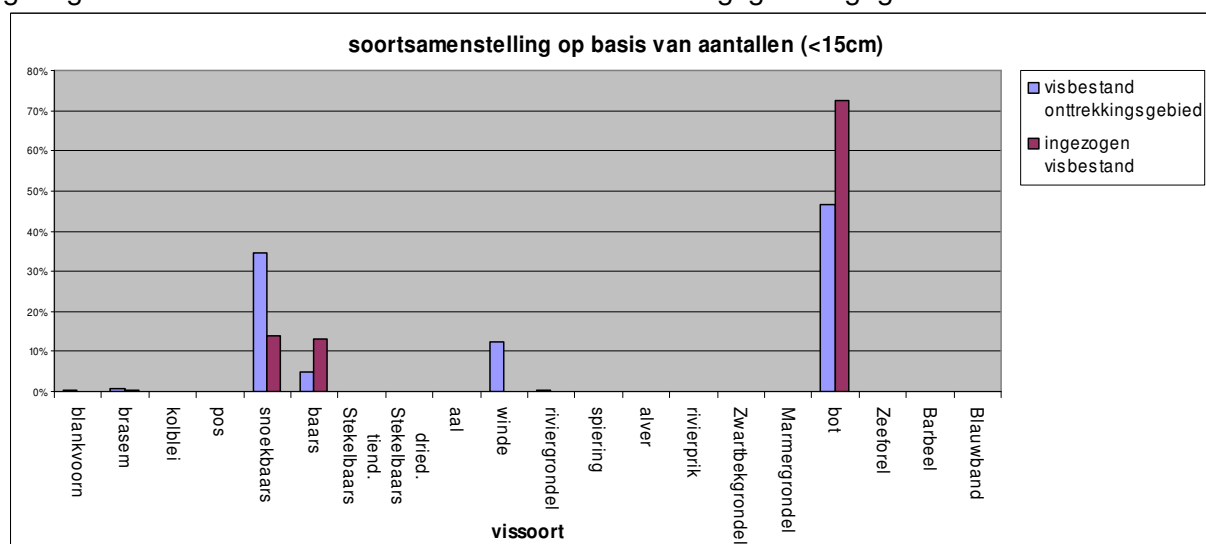
4.6. Vergelijking ingezogen visbestand met visbestand in het onttrekkingsgebied

In figuur 4.3 is de verdeling in lengteklassen gegeven voor het ingezogen visbestand en het visbestand in het onttrekkingsgebied.



Figuur 4.3 Verdeling van het ingezogen visbestand en het visbestand in het onttrekkingsgebied per lengteklassen (aantals-%) van Shell Moerdijk

Zowel het ingezogen visbestand als het bemonsterde visbestand in het onttrekkingsgebied bestaat in aantallen vrijwel alleen uit visbroed (0+). Grotere vis is verhoudingsgewijs nauwelijks gevangen en wordt weinig op de zeven aangetroffen. Dit is het gevolg van het grote aanbod aan visbroed kort na de paaiperiode. In figuur 4.4 is de soortensamenstelling van het ingezogen visbestand en het visbestand in het onttrekkingsgebied gegeven.



Figuur 4.4 De soortensamenstelling kleine vis (≤ 15 cm) van het ingezogen visbestand t.o.v. het visbestand in het onttrekkingsgebied van Shell Moerdijk.

Het ingezogen visbestand en het visbestand in het onttrekkingsgebied bestaan voor een groot deel uit bot. Snoekbaars en baars komen in kleinere aantallen voor. Winde is vrijwel alleen in het onttrekkingsgebied aangetroffen en niet op de zeven.

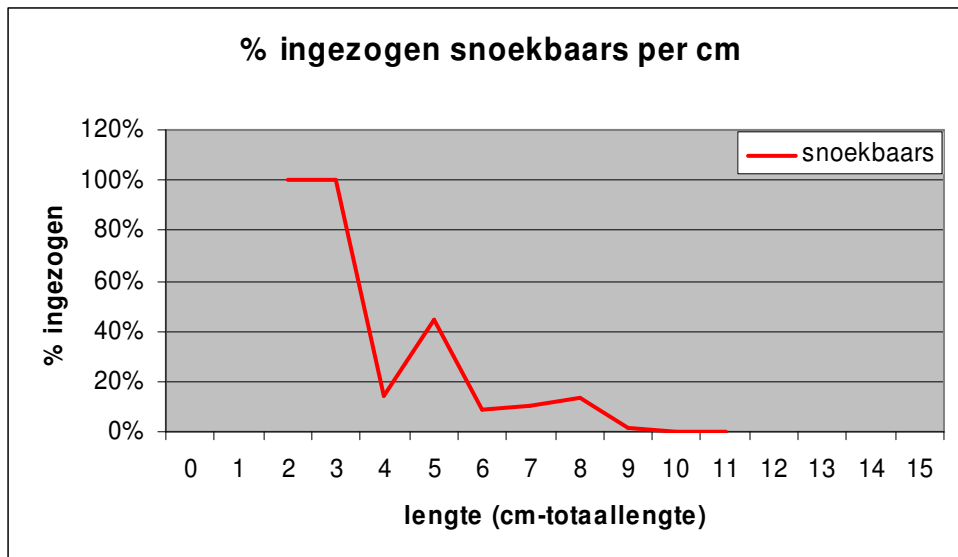
4.7. Effect op het onttrekkingsgebied

Zowel het bemonsterde bestand in het onttrekkingsgebied als het ingezogen bestand bestaat hoofdzakelijk uit bot-, baars- en snoekbaarsbroed (fig. 4.4). Van baars zijn weinig exemplaren in het onttrekkingsgebied gevangen (n=38). Hierdoor kan er geen betrouwbare uitspraak worden gedaan over de kans op inzuiging per cm-klasse. Bot en snoekbaars zijn daarom gekozen voor de vergelijking tussen beide visbestanden. Het habitat van bot en snoekbaars is verschillend. Snoekbaars komt voor in de waterkolom (pelagisch). Bot is alleen in zijn eerste levensstadium in de waterkolom aanwezig. Vanaf ongeveer 2 cm (Muus, 1999) leeft bot alleen nog op de bodem (benthisch). In tabel 4.9 is per cm-klasse aangegeven wat de mate van inzuiging is per vissoort per 1.000 m³ ingenomen koelwater. Deze gegevens zijn in figuur 4.5 en 4.6 grafisch gegeven.

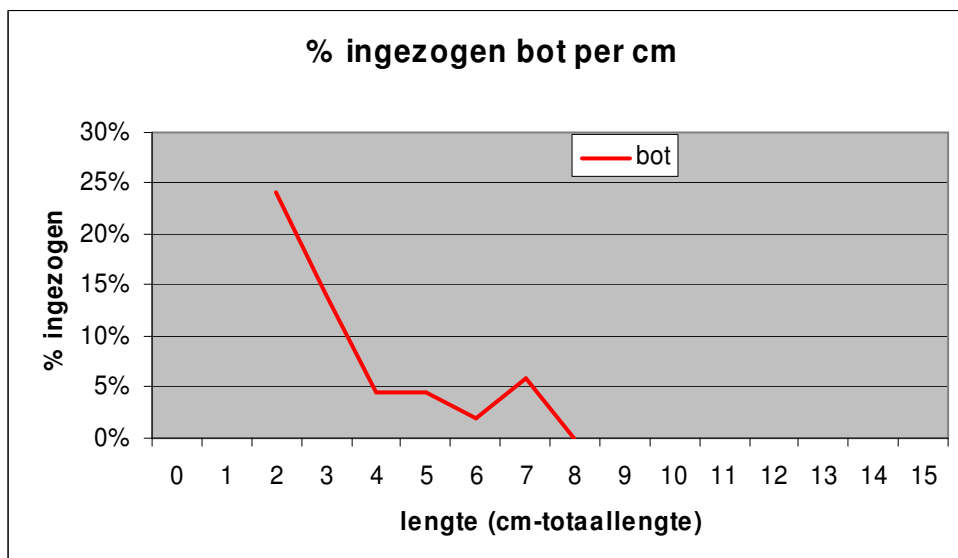
Tabel 4.9 Het percentage dat per cm-klasse van de meeste voorkomende vissoorten per 1.000m³ ingenomen koelwater is ingezogen bij Shell Moerdijk.

lengte (cm)	snoekbaars	bot
0	-	-
1	-	-
2	100%	24%
3	100%	14%
4	14%	4%
5	45%	4%
6	8%	2%
7	11%	6%
8	13%	0%
9	2%	-
10	0%	-
11	0%	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-

Van snoekbaars zijn geen vissen kleiner dan 2 cm aangetroffen. Dit geeft aan dat deze soorten waarschijnlijk niet in het gebied zijn geboren, maar door passieve migratie (gebruikelijk bij visbroed) in het gebied zijn terecht gekomen. Van bot zijn in week 17 en 18 botlarven ingezogen van slechts 1 cm. De bemonstering van het onttrekkingsgebied was in die periode (fase I) niet toegespitst op de bemonstering van visbroed. Door het ontbreken van de gegevens van het onttrekkingsgebied kan het percentage dat ingezogen wordt (<2cm) niet berekend worden. Omdat bot (<2cm) in de waterkolom voorkomt is de invloed van de inname van koelwater naar verwachting vele malen groter, hetgeen ook blijkt uit de resultaten bij de E.ON-centrale (zie paragraaf 3.7).



Figuur 4.5 percentage ingezogen snoekbaars per 1.000 m³ ingenomen koelwater per cm-klasse.



Figuur 4.6 percentage ingezogen bot per 1.000 m³ ingenomen koelwater per cm-klasse

Snoekbaarzen tot 3 cm worden vrijwel geheel passief ingezogen. Vanaf 3 cm neemt de kans op “ontsnapping” sterk toe. Bot vanaf 2 cm leven vrijwel alleen op de bodem (benthisch). De berekening begint pas bij dit omslagpunt en geeft daarbij de kans op inzuiging weer van het benthische botbestand.

4.8. Vergelijking met eerdere onderzoeken

Onttrekkingsgebied

Bij Shell Moerdijk is buiten het onderzoek in het najaar van 2007 niet eerder visstandonderzoek uitgevoerd. Bij de WKC Moerdijk is wel eerder onderzoek gedaan naar het ingezogen visbestand. Tevens is met behulp van sonar het visbestand in het onttrekkingsgebied bepaald. Het innamepunt en het onttrekkingsgebied zijn niet gelegen in een representatief gebied (zijhaven). Het is daarom niet zinvol om deze waarden met elkaar te vergelijken. In tabel 4.10 en 4.11 is de bemonstering bij Shell Moerdijk van grote vis vergeleken met de bemonstering in het najaar van 2007. De bemonstering van grote vis is in dit onderzoek alleen in de donkerperiode uitgevoerd.

Tabel 4.10 Schatting onttrekkingsgebied (N/ha) in de verschillende jaargetijden in de donkerperiode o.b.v. bemonstering grote vis

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Najaar 2007	115	20*	3	8	14	69
Voorjaar 2008	1784	1673	2	6	17	85

Tabel 4.11 Schatting onttrekkingsgebied (kg/ha) in de verschillende jaargetijden in de donkerperiode o.b.v. bemonstering grote vis

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Najaar 2007	110,8	0,1*	0,1	0,6	5,7	104,4
Voorjaar 2008	114,2	1,7	0,0	0,2	7,3	105,0

*De bestanden 0+ uit het najaar van 2007 zijn, doordat ze inmiddels één groeiseizoen gehad hebben, (theoretisch) doorgeschoven naar de lengteklasse (0+-15cm).

De schattingen van het onttrekkingsgebied in het najaar van 2007 en 2008 verschillen in biomassa weinig van elkaar. In het voorjaar van 2008 is wel meer jonge vis aangetroffen. Het merendeel van deze vis is broed van het voorjaar van 2008. In beide bestanden wordt het visbestand op basis van biomassa gedomineerd door grote (>41cm) brasem. Het visbestand in het voorjaar van 2008 wordt op aantalbasis gedomineerd door botbroed.

Impingement vangsten

In het najaar van 2007 is alleen het impingement bemonsterd. De vissen zijn in het najaar groot genoeg om door de fijnzeven tegengehouden te worden. Voor de vergelijking tussen beide onderzoeken is de impingementvangst per etmaal genomen. In tabel 4.12 is de vergelijking gegeven. De gemiddelde innamedebieten waren gedurende de beide periodes gelijk (22,0 m³/sec.)

Tabel 4.12 Vergelijking van de impingement vangsten per etmaal in de periode najaar 2007 en voorjaar 2008 Shell Moerdijk

Per 24 uur	biomassa (totaal)	aantallen (totaal)						aantallen (>0+)
		bot	baars	snoekbaars	aal	rivierprik	overig	totaal
impingement 2008	4,36	3877	1356	13021	2	5	285	9
impingement 2007	0,49	6	13	3	5	6	70	9

Net na de paaiperiode is veel visbroed aanwezig. In het najaar trekt daarentegen de nog aanwezige kleine vis weg naar overwinteringsgebieden. Dit resulteert in een groter aantal ingezogen vis in het voorjaar van 2008. Het aantal meerzomerige vissen (>0+) is in beide onderzoeken gelijk. Dit geldt ook voor het aantal ingezogen rivierprikken en aal. Ook de verhouding tussen rivierpriklarven en volwassen rivierprikken is in beide onderzoeken gelijk (ca. 5 :1).

5. RESULTATEN VAN DE EEMSCENTRALE

In tabel 5.1 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde bemonsteringen bij de Eemscentrale.

Tabel 5.1. Overzicht van de uitgevoerde bemonsteringen bij de Eemscentrale

Week	Datum	Toegepaste bemonsteringsmethode
15	7-11 april	Zeven + Larvenetten* + Ankerkuil + Boomkor
17	21-25 april	Zeven + Larvenetten* + Ankerkuil + Boomkor
23	2-6 juni	Zeven + Larvenetten* + Ankerkuil + Boomkor
26	23-27 juni	Zeven + Larvenetten* + Ankerkuil + Boomkor
28	7-11 juli	Larvenetten + Ankerkuil + Boomkor
29	14-18 juli	Zeven+ Larvenetten*

*larvenetten zijn zowel in het inlaatkanaal als in het onttrekkingsgebied gevist

In week 15 is gestart met de bemonsteringen van het ingezogen visbestand en het visbestand in het onttrekkingsgebied. De getijden in week 29 (5^e meetweek) waren niet optimaal voor de bemonstering van het onttrekkingsgebied. De bemonstering van het ingezogen visbestand heeft daarom niet in dezelfde week plaatsgevonden als de bemonstering van het visbestand in het onttrekkingsgebied.

5.2. Vangsten Eemscentrale

De vangsten van de Eemscentrale zijn opgebouwd uit de entrainmentvangsten van de larvenetten aan de inlaatkant en de impingementvangsten van de zeven. In paragraaf 5.3 zijn de vangsten in het onttrekkingsgebied gegeven. In bijlage 5 en 6 zijn de gemiddelde vangsten per periode op soortniveau gegeven. In bijlage 7 zijn de vangsten per meetweek en periode gegeven.

Larvenetten koelwaterinlaat

De vangsten met de larvenetten waren zowel overdag als 's nachts gering en liepen uiteen van enkele tot maximaal ruim 7.000 vislarven per getijde. De meest voorkomende soorten waren schol, kleine zeenaald, haring en grondellarven. De aangetroffen haring en schol waren kleine exemplaren (ca. 4-9 cm). Van de kleine zeenaalden waren duidelijk twee jaarklassen te onderscheiden, waarbij de oudste jaarklasse (10-13 cm) kuit droegen.

Grofroosters

Tijdens de bemonsteringen zijn de inhouds van de containers verschillende keren bekeken. Er zijn geen vissen aangetroffen.

Zeven

De bemonstering van de zeven verliep goed. Wel is veel vuil (plantenresten en veen) aangetroffen. Dit was voornamelijk gedurende laagwaterperioden. Het inlaatpunt bevindt zich dan ook aan de rand van de waterlijn. De hoeveelheid afspoelsel (debris) liep op tot maximaal 570 kg per getijde.

5.2.1. Ingezogen visbestand

In tabel 5.2 en 5.3 zijn de resultaten van de zeefbemonsteringen gegeven voor de EC20-eenheid. Door de sterke stroming en het turbulente water in het inlaatkanaal, en het ontbreken van gegevens van de 5-STEG eenheden (par. 2.3.4.3), is aangenomen dat de verdeling van de vis random verdeeld is over de vertikaal van het inlaatkanaal. De resultaten van de EC20 eenheid (tabel 5.3) zijn daarom geëxtrapolleerd naar de gehele centrale en gegeven in tabel

5.4. In bijlage 5 zijn de resultaten per vissoort gegeven. In bijlage 7 zijn de verschillende vangsten per meetweek gegeven.

Tabel 5.2 Gemiddelde ingezogen visbestand (N/1.000m³) bij de Eemscentrale (o.b.v EC20 eenheid) gedurende de verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Licht	543	398	145	0	0	0
Donker	284	209	75	0	0	0
Opkomend tij	569	380	190	0	0	-
Afgaand tij	355	275	80	0	0	0
Gemiddeld	450	330	120	0	0	0

"0" = <0,5 N / 1.000m³

"-" = niet aangetroffen

Tabel 5.3 Gemiddelde ingezogen visbestand (N/uur en N/etmaal) bij de EC20 eenheid gedurende de verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Licht	35.205	25.801	9.395	8	1	0
Donker	18.407	13.543	4.853	10	1	0
Opkomend tij	36.894	24.605	12.283	6	0	-
Afgaand tij	22.975	17.807	5.155	12	1	0
Gemiddeld (uur)	29.186	21.409	7.767	9	1	0
Gemiddeld (etmaal)	700.466	513.812	186.417	216	19	2

"0" = <0,5 N / 1.000m³

"-" = niet aangetroffen

Tabel 5.4 Gemiddelde ingezogen visbestand (N/uur en N/etmaal) bij de Eemscentrale (o.b.v. EC20 eenheid) gedurende de verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Licht	102.448	75.082	27.339	24	2	0
Donker	53.565	39.411	14.123	29	2	0
Opkomend tij	107.362	71.602	35.743	16	1	-
Afgaand tij	66.858	51.819	15.001	34	4	0
Gemiddeld (uur)	84.932	62.300	22.603	26	2	0
Gemiddeld (etmaal)	2.038.357	1.495.192	542.475	630	56	4

"0" = <0,5 N / 1.000m³

"-" = niet aangetroffen

De verschillen tussen de ingezogen visbestanden zijn niet groot tussen de donker en lichtperiode. Tussen opkomend en afgaand tij is het verschil duidelijker zichtbaar. Statistisch zijn deze verschillen alleen voor enkele soorten en lengteklassen significant aantoonbaar. De spreiding in tijd en vangsten maken het vaststellen van de significantie lastig. De verwachting is gezien de resultaten uit de statistische berekeningen, dat deze verschillen aanwezig zijn. In bijlage 11 zijn per vissoort en periode de statistische uitkomsten gegeven. Het totaal ingezogen visbestand voor de onderzoeksperiode (15 maart tot 31 juli) is geschat op ruim 275 miljoen exemplaren of 182.800 kg. De uitkomst van deze schatting is een richtlijn en geen precieze schatting. Per vissoort is de exacte hoeveelheid broed en de periode van de broedval niet bekend. Het merendeel van de aangetroffen vissen is kleiner dan 15cm (99%). Per etmaal in fase I zijn gemiddeld 225 glasalen en 2.824 driedoornige stekelbaarzen ingezogen. In totaal zijn 44 verschillende vissoorten ingezogen. Haring, kleine zeenaald, glasgrondel en brakwatergrondel hebben allen een aanzienlijk aandeel in de soortensamenstelling. Enkele opvallende vangsten waren ruwe haai (afbeelding 5.1), gladde haai en kever (afbeelding 5.2).

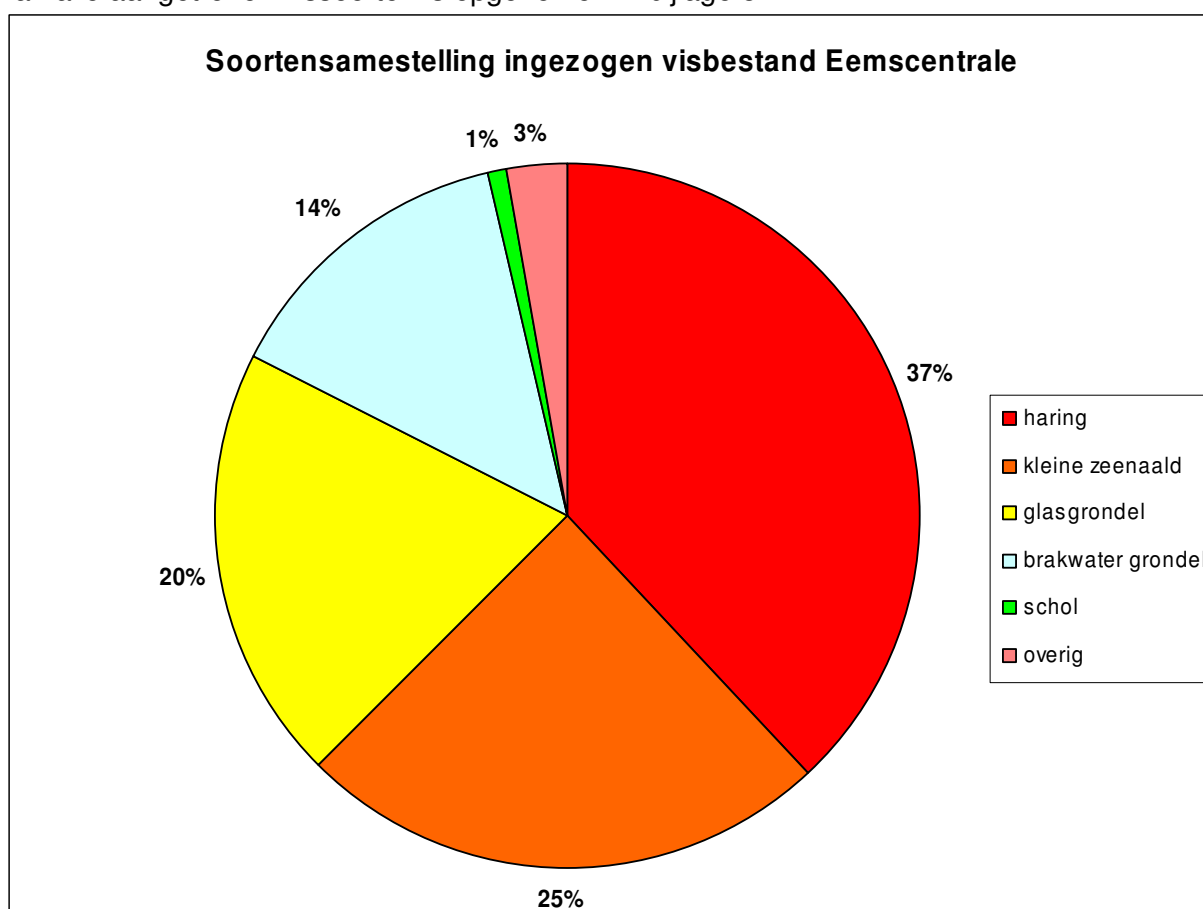


Afbeelding 5.1 Ruwe haai



Afbeelding 5.2 kever

In figuur 5.1 is de soortensamenstelling van de totale vangst gegeven. Een volledig overzicht van alle aangetroffen vissoorten is opgenomen in bijlage 8.



Figuur 5.1 De soortensamenstelling van het totaal ingezogen visbestand (aantals-%) van de Eemscentrale.

Bij medewerkers van de Eemscentrale bestond het idee dat er verhoudingsgewijs meer vis wordt ingezogen in de 5-STEG eenheden. Om dit vast te stellen is geprobeerd de verhouding tussen het visbestand in de 5-STEG eenheden en de EC20-eenheid te bepalen, door middel van een bemonstering van de 5-STEG eenheden. Meerdere malen is geprobeerd om deze eenheid te bemonsteren. Door de hoeveelheid afspoelsel (debris) en water en de smalle afvoergoot zijn de bemonsteringen niet geslaagd. Wel was de indruk van medewerkers van ATKB dat bij de 5-STEG eenheden het visaanbod vergelijkbaar was met het aanbod in de EC20 eenheid. Voor de bepaling van het ingezogen bestand is daarom alleen het water van de EC20 eenheid bemonsterd.

5.3. Bemonstering onttrekkingsgebied

In tabel 5.6 is de bestandschatting in aantallen per 1.000m³ gegeven, gedurende de lichtperiode, donkerperiode en daggemiddelde. In tabel 5.5 zijn deze gegevens omgezet in aantallen per hectare. In bijlage 6 zijn de bestandschattingen per vissoort in kilogram en aantallen per hectare gegeven voor de verschillende vissoorten.

Larvenetten

De vangsten in de netten bestonden over het algemeen uit kleine zeenaalden, haring en verschillende soorten vislarven. Vrijwel iedere bemonstering zijn ook grote hoeveelheden ribkwallen gevangen.

Ankerkuil

De vangsten in de ankerkuil varieerde van enkele tientallen kilo's tot 1.500 kg per trek. Het visbestand bestond in alle gevallen voor het merendeel uit jonge haring en kwallen. In week 24 liep de hoeveelheid kwallen op tot 1.000 kg per trek. In tegenstelling tot het onderzoek in het najaar van 2007 zijn tijdens de bemonsteringen weinig grote vissen gevangen.

Boomkor

De vangsten liepen uiteen van 5 tot 45 kg (incl. garnalen) per trek. De vangst bestond naast garnalen voornamelijk uit jonge haring en schol.

5.3.1. Visstand onttrekkingsgebied

Het fictieve onttrekkingsgebied van de Eemscentrale is op 150 ha gesteld. De gemiddelde watterdiepte in het gebied is 10 meter. In tabel 5.5 en 5.6 is de schatting van het visbestand gegeven in aantallen per ha en aantallen per 1.000m³. In figuur 5.2 is de soortensamenstelling van de totale vangst (aantals-%) in het onttrekkingsgebied gegeven. In bijlage 13 zijn de verschillende vangsten per meetweek gegeven.

Tabel 5.5 Schatting van het bestand (N/ha) in het onttrekkingsgebied van Eemscentrale gedurende verschillende perioden

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	42.295	14.577	27.688	27	1	2
Donkerperiode	8.063	2.294	5.745	22	1	0
Opkomend tij	47.738	11.033	36.667	37	1	0
Afgaand tij	20.012	14.212	5.779	16	1	4
Gemiddeld	30.029	10.176	19.825	25	1	2

"0" = <0,5 N / ha

"-" = niet aangetroffen

Tabel 5.6 Schatting van het bestand (N/1.000m³) in het onttrekkingsgebied van Eemscentrale gedurende verschillende perioden

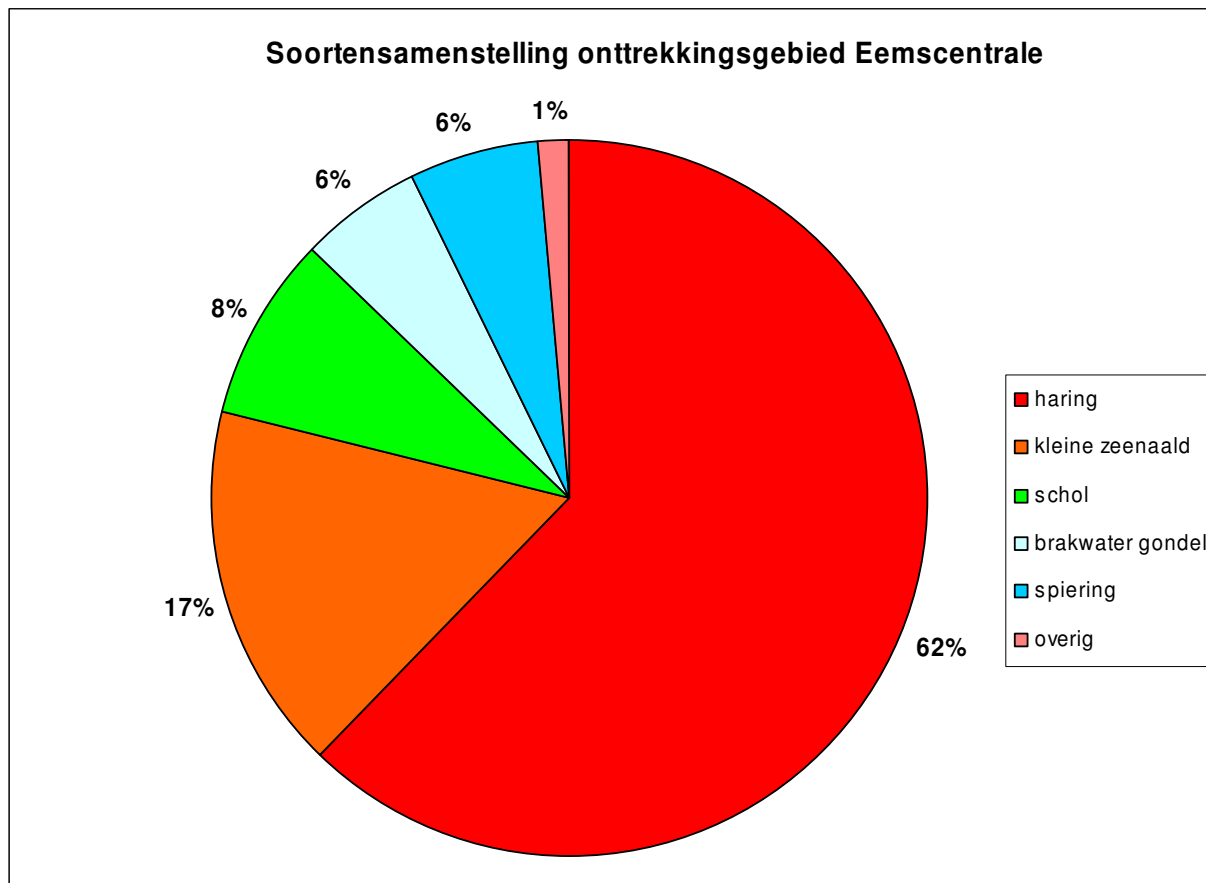
Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	423	146	277	0	0	0
Donkerperiode	81	23	57	0	0	0
Opkomend tij	477	110	367	0	0	0
Afgaand tij	200	142	58	0	0	0
Gemiddeld	300	102	198	0	0	0

"0" = <0,5 N / 1.000m³

"-" = niet aangetroffen

Het aangetroffen visbestand wordt in de lichtperiode hoger geschat dan het gemiddelde visbestand in de donkerperiode. Niet iedere meetweek is een betrouwbare afspiegeling van de visstand verkregen. Daarom is voor eventueel statistische verschillen naar de vangsten van de afzonderlijke vangtuigen gekeken. Bij de ankerkuil is alleen voor bot vastgesteld dat deze

in de donkerperiode zowel op basis van aantallen en biomassa significant meer is aangetroffen ($P=0,003$ en $P=0,048$). Voor de vangsten in de boomkor is alleen voor spiering $0+ \leq 15\text{cm}$ op basis van aantallen een statistisch hogere vangst in het afgaand getij aantoonbaar. In de larvenetten is voor alle soorten ($0+$) op basis van biomassa en aantallen statistisch aangetoond dat in de lichtperiode meer vis is gevangen. Op soortniveau is alleen voor kleine zeenaald ($0+$) op basis van aantallen en biomassa statistisch aangetoond dat deze soort in de lichtperiode meer is aangetroffen. Het totale visbestand in het onttrekkingsgebied (150 ha) is geraamd op ruim 4,5 miljoen exemplaren of 11.642 kg.

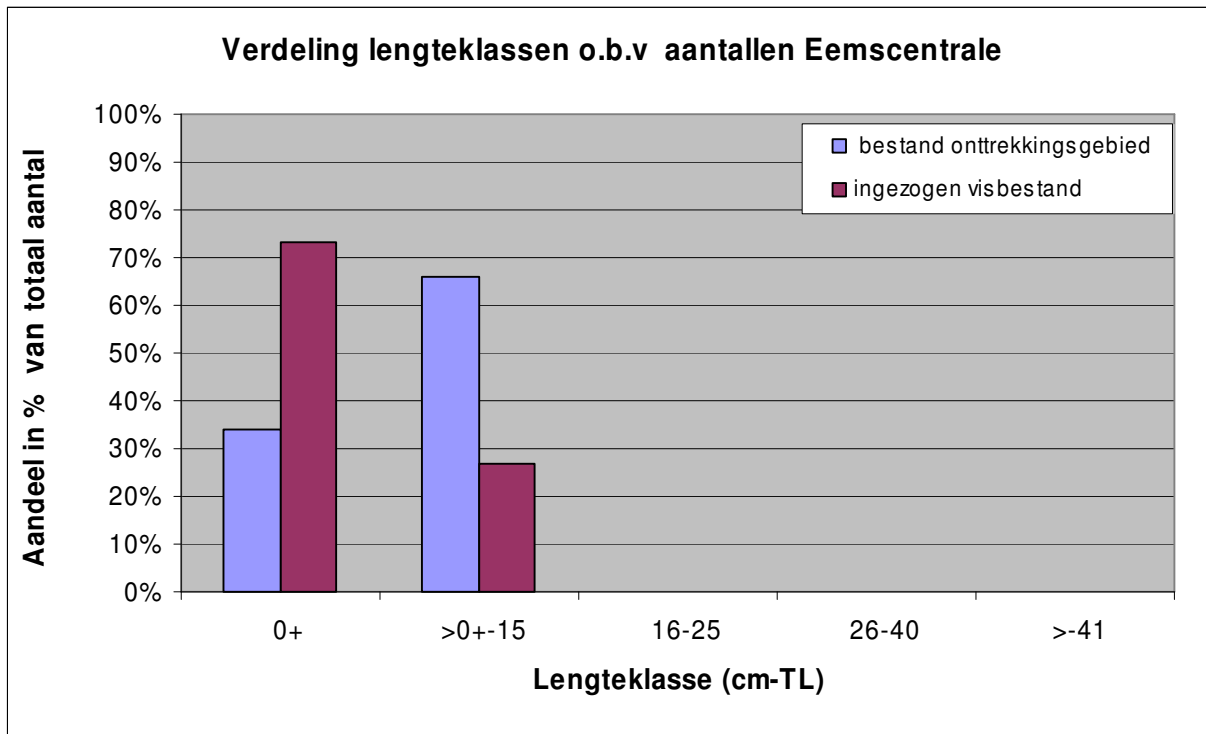


Figuur 5.2 De soortensamenstelling van het visbestand in het onttrekkingsgebied (aantals-%) van Eemscentrale.

De samenstelling van het geraamde visbestand in het onttrekkingsgebied wordt op basis van aantallen gedomineerd door haring (62%). Kleine zeenaald (17%) en schol (8%) hebben beide een aanzienlijk aandeel in de soortensamenstelling. Een gedetailleerd overzicht van de soortensamenstelling is in bijlage 8 gegeven.

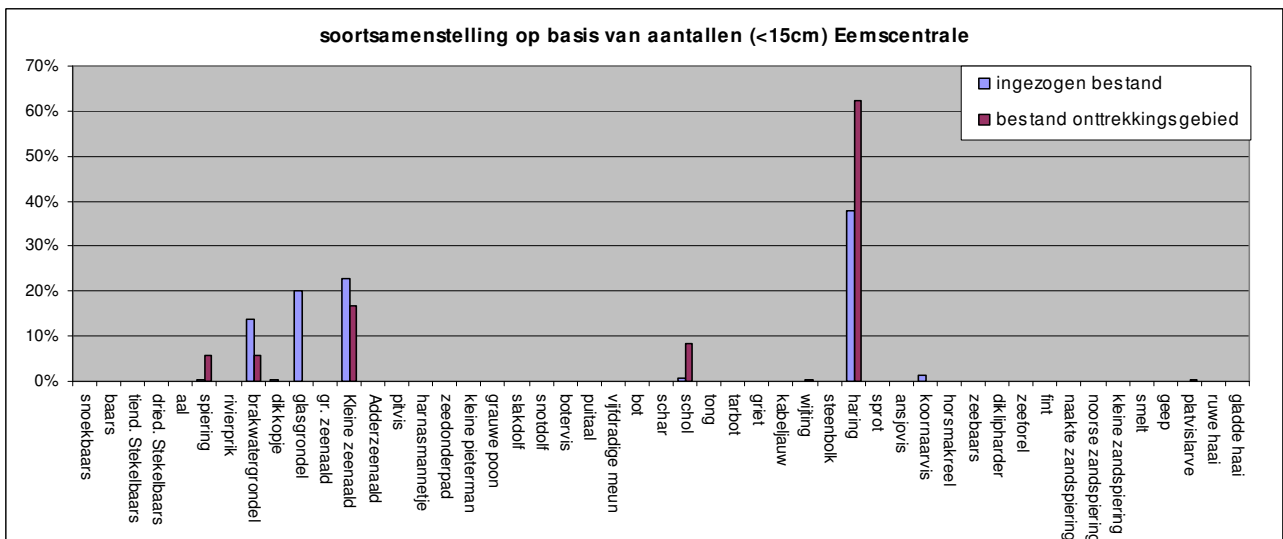
5.4. Vergelijking ingezogen visbestand en het bestand in het onttrekkingsgebied

In figuur 5.3 is de verdeling in lengteklassen gegeven, voor het zowel het ingezogen visbestand als het visbestand in het onttrekkingsgebied.



Figuur 5.3 Samenstelling van het ingezogen visbestand en het visbestand in het onttrekkingsgebied o.b.v. lengteklassen bij de Eemscentrale

Hoewel de gehele visstand bemonsterd is, in het onttrekkingsgebied bestaat het geschatte vis bestand voor het merendeel uit kleine vis (≤ 15 cm). Het grotere aandeel visbroed dat in het ingezogen visbestand is aangetroffen, wordt veroorzaakt door de grote aantallen brakwater- en glasgrondelbroed. In figuur 5.4 is de soortensamenstelling van beide visbestanden gegeven.



Figuur 5.4 De soortensamenstelling van het ingezogen visbestand (< 15 cm) t.o.v het visbestand in het onttrekkingsgebied bij de Eemscentrale.

Haring is in beide visbestanden het meest aangetroffen. Brakwatergrondel en kleine zeenaald zijn, in beide visbestanden, in redelijke hoeveelheden aangetroffen. Glasgrondel is vrijwel alleen aangetroffen bij de bemonstering van het ingezogen visbestand.

5.5. Effecten op het onttrekkingsgebied

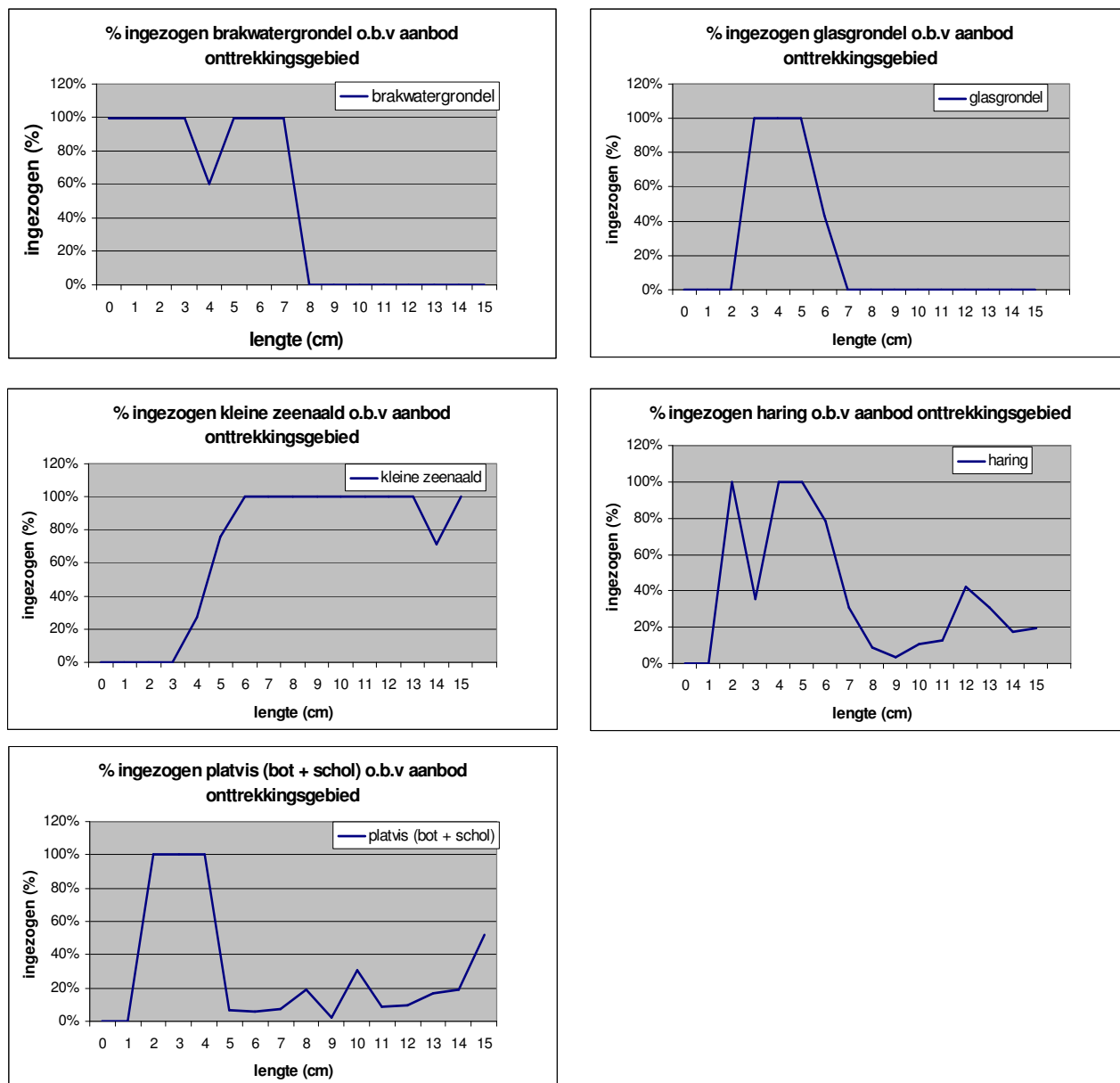
Per 1.000 m³ water in het onttrekkingsgebied zijn gemiddeld 300 vissen aanwezig. Op basis van de gegevens van het ingezogen visbestand, worden per 1.000 m³ ingenomen koelwater gemiddeld 547 vissen ingezogen. Uit deze gegevens blijkt dat het visbestand in het onttrekkingsgebied enigszins is onderschat of dat het ingezogen bestand is overschat. De onderschatting van het visbestand in het onttrekkingsgebied kan het gevolg zijn van de onbekende vangstverliezen van de ankerkuil en larvenetten. Ook de locatie waar bemonsterd is verschilt van de locatie waar de inzuigtoren staat. Het is goed mogelijk dat de toren, die op een strategische plek staat (aan de laagwaterlijn langs de geul) meer aanbod van vis heeft dan op de onderzochte locatie in het Doekegat. In het onderzoek in het najaar van 2007 was er ook sprake van een onderschatting van het visbestand in het onttrekkingsgebied. (ATKB, 2007)

De precieze onderschatting van het visbestand in het onttrekkingsgebied is niet bekend. Daarom is voor de vergelijking van het percentage vis dat per 1.000m³ wordt ingezogen er vanuit gegaan dat het visbestand in het onttrekkingsgebied het aanbod is.

De bemonstering van het onttrekkingsgebied was gedurende het project gericht op het gehele visbestand. Ondanks de uitgebreide bemonstering bestaan zowel het ingezogen visbestand als het geraamde visbestand in het onttrekkingsgebied hoofdzakelijk uit kleine vis (<15cm). Voor de vergelijking van lengtes van beide visbestanden zijn haring, glasgrondel, kleine zeenaald, platvis (larven (0+) en bot en schol (>0+)) en brakwatergrondel genomen, omdat deze soorten in beide visbestanden in aanzienlijke hoeveelheden vertegenwoordigd zijn. Tevens is het habitat van de soorten verschillend. In tabel 5.7 is het percentage ingezogen vis per 1.000m³ ingenomen koelwater per vissoort per cm-klasse gegeven. In figuur 5.5 zijn deze gegevens grafisch afgebeeld.

Tabel 5.7 Het percentage dat per cm-klasse van de meeste voorkomende vissoorten per 1.000m³ ingenomen koelwater is ingezogen bij de E.ON-centrale.

cm	brakwatergrondel	glasgrondel	kleine zeenaald	haring	platvis (bot + schol)
0	100%	-	-	-	-
1	100%	-	-	-	-
2	100%	-	-	100%	100%
3	100%	100%	0%	36%	100%
4	60%	100%	27%	100%	100%
5	100%	100%	76%	100%	7%
6	100%	43%	100%	79%	6%
7	100%	-	100%	31%	8%
8	0%	-	100%	9%	19%
9	-	-	100%	3%	2%
10	-	-	100%	11%	31%
11	-	-	100%	13%	9%
12	-	-	100%	42%	9%
13	-	-	100%	31%	17%
14	-	-	71%	17%	19%
15	-	-	100%	19%	52%



Figuur 5.5 percentage ingezogen vis per 1.000 m³ ingenomen koelwater per cm-klasse

Door de onderschatting van het visbestand in het onttrekkingsgebied is het exacte inzuigpercentage niet te bepalen. Het verloop van de inzuigingskans is wel af te leiden. Brakwatergrondel, kleine zeenaald en glasgrondel lijken, ongeacht de lengte, voor 100% te worden ingezogen. Tot een lengte van 4 cm lijkt platvis willekeurig ingezogen te worden. Vanaf 4 cm neemt de kans op inzuiging sterk af. Bij haring mag aangenomen worden dat alle haring tot een lengte van 6 cm wordt ingezogen. Het dal in de lijn bij het figuur van haring kan veroorzaakt zijn door meetfouten. Samenvattend kan gesteld worden dat de kans op inzuiging voor de kleinste vissen erg groot is. De lengte waarop de vissen minder kwetsbaar worden verschilt per soort.

5.6. Vergelijking met eerder onderzoek

Onttrekkingsgebied

Zowel in het najaar van 2007 als in het voorjaar van 2008 is de gehele visstand bemonsterd. In het najaar van 2007 zijn alleen geen larvenetten ingezet, omdat het aanbod van larven c.q. zeer kleine vis in het najaar zeer klein is. In tabel 5.8 en 5.9 zijn de beide visbestanden (etmaal gemiddelde) van het onttrekkingsgebied gegeven.

Tabel 5.8 Schatting onttrekkingsgebied (N/ha) in najaar 2007 en voorjaar 2008 Eemscentrale

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
2007	795	423*	342	29	1	0
2008	30029	10176	19825	25	1	2

Tabel 5.9 Schatting onttrekkingsgebied (kg/ha) in najaar 2007 en voorjaar 2008 Eemscentrale

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
2007	4,0	0,6*	1,7	1,6	0,1	0,0
2008	77,6	7,9	67,5	1,0	0,2	0,9

*De bestanden 0+ uit het najaar van 2007 zijn, doordat ze inmiddels één groeiseizoen gehad hebben, (theoretisch) doorgeschoven naar de lengteklasse (0+-15cm).

In het voorjaar van 2008 is meer kleine vis in het onttrekkingsgebied gevangen dan in het najaar van 2007. Dit komt door het grotere aanbod kleine vis in het voorjaar i.c.m. de gerichte bemonstering van visbroed. Vis groter dan 15 cm is in beide bemonsteringen in vergelijkbare (geringe) hoeveelheden aangetroffen. Het hoge aandeel biomassa in de lengteklasse >0+-15 cm is het gevolg van het hoge aanbod van haring. In het onderzoek van het najaar in 2007 (ATKB, 2007) zijn de gegevens van de bemonstering van het onttrekkingsgebied vergeleken met de resultaten van Bioconsult. Uit de vergelijking met de resultaten is geconcludeerd dat er bij de inlaat van de Eemscentrale geen onevenredige hoge visstand aanwezig is. Ook dit jaar zijn de gegevens van Bioconsult gebruikt voor de vergelijking. De bemonstering van Bioconsult heeft éénmalig plaatsgevonden bij Spijk. Het aantal soorten in de bemonstering van Bioconsult waren beduidend lager (13) dan bij de bemonsteringen van de Eemscentrale (23). In Spijk zijn geen soorten aangetroffen die niet in de bemonstering van de Eemscentrale zijn gevangen. Ook het aantal vissen per 1.000 m³ ligt bij de bemonstering bij Spijk lager dan bij de bemonstering van de Eemscentrale (respectievelijk 1,8 en 86 st./1.000m³).

Impingement vangsten

De impingement vangsten van de EC20-eenheid van de Eemscentrale zijn naast de bemonstering in het najaar van 2007 ook onderzocht in de jaren 1981/82, 1992/93 en 1996/97 (Jager, 1992; Hadderingh et al., 1997 en Hadderingh & Jager, 2002). In tabel 5.10 zijn de etmaalgemiddelde van de impingementvangsten van de EC20-eenheid gegeven.

Tabel 5.10 Vergelijking aantallen ingezogen vis (impingement) van historische gegevens met huidige gegevens.

Locatie	Jaar bemonstering	totaal N/1000m ³	N in 10 ⁶ /jaar	Soorten aangetroffen op zeven
Eemscentrale	1981/1982	x	6,2	38
	1992/1993	x	12	35
	1996/1997	30,30	18	34
EC20	2007	30,24	17,2*	39***
EC20 + 5 STEG eenheden	2007	30,24	50,1*	39***
EC20	2008	44 (547)	24,7 (310)**	39 (44***)
EC20 + 5 STEG eenheden	2008	44 (547)	71,8 (904)**	39 (44***)

* Etmaalgemiddelde periode 1 sep - 31 dec 2007 geëxtrapoleerd naar jaartotalen

** Etmaalgemiddelde periode 1 maart - 31 juli 2008 geëxtrapoleerd naar jaartotalen

*** Grondels uitgezocht op soort

() Inclusief vangst larvenetten

6. DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden eerst de resultaten van het onderzoek samengevat. Tevens worden de resultaten van het onderzoek, uitgevoerd in het najaar van 2007, kort weergegeven. Vervolgens worden de verschillende aspecten behandeld die van belang zijn voor de kans op inzuiging. Uiteindelijk is aan de hand van deze gegevens een voorzet gegeven voor een quickscan om een risico inschatting mogelijk te maken. Tevens worden aanbevelingen gedaan voor zowel bron- als effectgerichte aanpassingen.

6.1. Samenvatting uitvoering en resultaten

E.ON centrale

Ingezogen visbestand

Najaar 2007

- In de onderzoeksperiode september – december is in totaal 446 kilogram vis ingezogen. Dit komt overeen met ruim een half miljoen exemplaren .
- Per etmaal is dat 3,66 kilogram en 6280 stuks.
- Gemiddeld zijn per 1000m³ ingenomen koelwater 2,4 vissen aanwezig.
- Het ingezogen bestand bestaat voornamelijk uit zeer kleine individuen van diverse grondelsoorten (ca. 5 cm) en kleine zeenaalden.

Voorjaar 2008

- In de onderzoeksperiode (15 maart – 31 juli) is in totaal 2.933 kilogram vis ingezogen. Dit komt overeen met ruim 14,7 miljoen exemplaren.
- Per etmaal is dat 21,73 kilogram en 108.618 stuks.
- Gemiddeld zijn per 1.000m³ ingenomen koelwater 40 vissen aanwezig.
- Het ingezogen bestand bestaat voornamelijk uit glasgrondels en kleine haringen (tot 6 cm).
- Per etmaal zijn in maart-april gemiddeld 18 glasalen en 104 driedoornige stekelbaarzen ingezogen.

Visstand onttrekkingsgebied

Najaar 2007

- Gemiddeld is het visbestand in het onttrekkingsgebied geschat op 9,4 kg/ha, waarvan 4,6 kg/ha ≤15 cm.
- Het bestand bestaat voor het overgrote deel uit jonge haring (25%) en diverse grondelsoorten (totaal 68%).
- Op basis van aantallen is het bestand 2.699 st/ha waarvan 2.630 st/ha ≤15 cm.

Voorjaar 2008

- Gemiddeld is het visbestand (≤15cm) in het onttrekkingsgebied geraamd op 19,4 kg/ha.
- Op basis van aantallen is het bestand aan vis ≤15cm geraamd op gemiddeld 11.360 exemplaren per hectare. Dit komt overeen met een bestand van 91 vissen per 1.000 m³.
- Het visbestand bestaat voor het overgrote deel uit jonge haring (64%) en diverse grondelsoorten (totaal 19%). Tevens werd relatief veel jonge platvis gevangen.
- Er is slechts één glasaal gevangen.
- Vissen >15 cm zijn nauwelijks gevangen.

Visstand referentiegebied voorjaar 2008

- Het visbestand t/m 15 cm in de Hartelhaven is geraamd op 4,6 kg/ha oftewel 3.881 exemplaren per ha. Dit komt overeen met een visbestand van 38 vissen per 1.000 m³.



- In totaal zijn 13 vissoorten aangetroffen. Haring (49%) en glasgrondel (45%) domineren het bestand.

Shell Moerdijk

Ingezogen visbestand

Najaar 2007

- Van 1 september t/m 31 december is 45 kilogram vis ingezogen. Dit komt overeen met 9.513 exemplaren.
- Per etmaal is dat 0,36 kilogram en 103 stuks.
- Gemiddeld zijn 0,05 vissen per 1000 m³ ingenomen koelwater aangetroffen.
- De ingezogen vis betreft nagenoeg uitsluitend exemplaren tot 8 cm.
- Het ingezogen bestand bestaat uit diverse soorten waarvan diklipharder en blankvoorn de meest voorkomende zijn. Tevens bestaat het ingezogen bestand voor 5% uit rivierprik.

Voorjaar 2008

- Gerekend over de hele onderzoeksperiode van 15 maart t/m 31 juli is 994 kilogram vis ingezogen. Dit komt overeen met ruim 13,8 miljoen vissen.
- Per etmaal is dat 7,36 kilogram en 102.331 stuks.
- Gemiddeld zijn 53 vissen per 1.000 m³ ingenomen koelwater aangetroffen.
- Het ingezogen bestand bestaat vrijwel alleen uit visbroed van bot, baars en snoekbaars.
- Tijdens de bemonsteringen in maart en april zijn geen glasalen en slechts 2 driedoor-nige stekelbaarzen gevangen.
- De vangsten op de zeven en in de larvenetten lopen vanaf de eerste meetweek sterk terug. In week 23 worden er per etmaal ruim 190.000 vissen ingezogen tegenover 6.483 vissen per etmaal in week 30.
- Aan de uitlaatkant van het koelwaterproces zijn vislarven aangetroffen van bot, baars en snoekbaars. Alle vislarven waren dood en zwaar beschadigd.

Visstand onttrekkingsgebied

Najaar 2007

- Het gemiddelde visbestand is geraamd op 117,2 kg/ha. Dit komt overeen met 133 stuks per ha. Hiervan was 0,2 kg/ha \leq 15 cm (20 st/ha).
- Het bestand bestaat voor het overgrote deel uit (grote) brasem (77%) en snoekbaars (12%).

Voorjaar 2008

- Het gemiddelde visbestand (\leq 15cm) in de onderzoeksperiode is geraamd op 4863 exemplaren per ha oftewel 16,9 kg per ha. Dit komt overeen met een visbestand van 54 vissen per 1.000 m³.
- Dit bestand bestaat voornamelijk uit broed van bot (47%), snoekbaars (34%) en winde (12%).
- In week 27 is eenmalig de grote (meerjarige) vis bemonsterd in het onttrekkingsgebied. Het bestand is geraamd op 114,2 kg per ha oftewel 1.784 vissen per ha hetgeen overeenkomt met de waarden van najaar 2007. Ook de samenstelling komt grotendeels overeen.

Bemonstering referentiegebied voorjaar 2008

Tegelijk met de bemonstering van de grote vis in het onttrekkingsgebied is in het referentiegebied ten noorden van het baggerdepot een referentie-bemonstering uitgevoerd. In het referentiegebied is het visbestand geraamd op 168,9 kg per ha oftewel 2.022 vissen per ha. De samenstelling komt overeen met die van het onttrekkingsgebied (dominantie van grotere brasem

(77%). De visstand is aan de zuidoever door onttrekking van koelwater of lozing van warm koelwater dus niet lager, hoger of anders van samenstelling. De verschillen tussen de beide locaties vallen binnen de normale marges van verspreiding van vissen.

Eemscentrale

Ingezogen visbestand

Najaar 2007

- Voor de totale onderzoeksperiode (1 september t/m 31 december 2007) is ruim 17 ton vis oftewel 12,6 miljoen individuen ingezogen.
- Dit komt overeen met 30 vissen per 1.000 m³.
- Per etmaal is dat 190 kilogram en 137291 stuks.
- Het ingezogen bestand bestaat voor 99% uit vissen ≤15 cm.
- Het merendeel van de ingezogen vis betreft haring (59%), kleine zeenaald (23%) en diverse grondels (12%).

Voorjaar 2008

- Het totaal ingezogen visbestand voor de onderzoeksperiode (15 maart tot 31 juli) is geschat op bijna 275 miljoen exemplaren en 182.800 kg.
- Per etmaal is dat 1.354 kilogram en ruim 2 miljoen exemplaren.
- Dit komt overeen met een visbestand van 450 vissen per 1.000 m³.
- Het merendeel van de vangst bestaat uit vis kleiner dan 15 cm (99%).
- Het visbestand bestaat voornamelijk uit haring (37%), kleine zeenaald (23%), glasgrondel (20%) en brakwatergrondel (14%).
- Per etmaal zijn in fase I (maart-april) gemiddeld 225 glasalen en 2.824 driedoornige stekelbaarzen ingezogen.

Onttrekkingsgebied

Het visbestand in het onttrekkingsgebied is geraamd op ruim 30.000 exemplaren per ha of 77,6 kg per ha. Dit komt neer op een visbestand van 300 vissen per 1.000m³. Door problemen met de bemonstering is deze berekening minder betrouwbaar dan bij de andere locaties, zodat de kans bestaat dat het bestand in werkelijkheid hoger of lager geweest is.

Referentiegebied

Voor de vergelijking van de gegevens uit het onttrekkingsgebied zijn de gegevens van Bioconsult gebruikt. De bemonstering van Bioconsult heeft éénmalig in mei 2008 plaatsgevonden in Spijk (locatie is 1 km noordelijk gelegen van het Doekegat). Het aantal soorten in de bemonstering van Bioconsult waren beduidend lager (13) dan bij de bemonsteringen van de Eemscentrale (23). In Spijk zijn geen soorten aangetroffen die niet in de bemonstering van de Eemscentrale zijn gevangen. Ook het aantal vissen per 1.000 m³ ligt bij de bemonstering in Spijk lager dan bij de bemonstering van de Eemscentrale (respectievelijk 1,8 en 86 st./1.000m³).

6.1.1. Wat weten we nu wel en wat weten we niet?

Er zijn in beide onderzoeken enorm veel data verzameld. Bovenstaand zijn de resultaten van het onderzoek in het najaar en het onderzoek in het voorjaar samengevat. Onderliggend zijn nog veel details bekend welke in de resultaten en bijlagen gegeven zijn. Uit de verzamelde data is zonder enige twijfel nog veel meer te halen. Ook is het duidelijk dat nog niet alles bekend is of minder nauwkeurig als gewenst vastgesteld kon worden. Navolgend wordt eerst geïnventariseerd wat wel- en wat minder goed of niet bekend is.

Bekend:

- De ingezogen hoeveelheden en samenstellingen zijn nauwkeurig bekend bij alle drie de locaties gedurende het najaar (september-december) en gedurende het voorjaar (1/2 maart – juli).
- De omvang en samenstelling van het visbestand in het onttrekkingsgebied is bij Shell Moerdijk redelijk goed bekend, bij de E.ON centrale minder goed en bij Eemscentrale nog iets minder nauwkeurig. Dat heeft enerzijds te maken met (on)mogelijkheden voor bemonstering en anderzijds met dynamiek van het systeem waardoor visstanden snel kunnen veranderen.
- Van alle drie de locaties is een goed beeld tot welke lengte de meest voorkomende vis kwetsbaar is voor inzuiging. Vis boven deze kritische grens blijkt snel veel minder gevoelig voor inzuiging. De precieze grens is gezien de leefwijze en ontwikkeling per vissoort verschillend (par. 3.7, 4.7 en 5.5). Daarnaast zijn ook andere factoren zoals inzuigingsnelheid en lokalisering van het innamepunt van belang.
- Van alle drie de locaties is van een aantal migrerende en beschermde soorten (drie-doornige stekelbaars (glas)aal, zeeforel, fint en rivierprik) bekend hoeveel er worden ingezogen. Glasaal en zeeforel smolt zijn alleen in het voorjaarsonderzoek gevangen. De overige migrerende soorten zijn in beide onderzoeken aangetroffen waaronder ook volwassen zeeforel.
- De theoretische inzuigingsnelheid is van alle drie de locaties bekend alsmede de gemeten snelheid. Bij Shell Moerdijk is ook de afname voor het inlaatpunt bekend. (par. 2.1)
- Bekend is wat het verschil is tussen het aantal overdag ingezogen vissen en het aantal dat 's nachts ingezogen wordt. Ook is voor de Eemscentrale bekend wat de verschillen tussen de verschillende getijden zijn (par. 3.2, 4.2 en 5,2).
- De kleinste vissen die de trommelzeven kunnen passeren (entrainment) overleven dit niet.

Onbekend:

- Voor alle drie de onderzochte locaties is het niet doenlijk de omvang van lokale vispopulaties aan te duiden. De reden hiervoor is dat de begrenzing van wat lokaal is niet bepaald kan worden. Alle onderzochte locaties onttrekken hun koelwater aan zeer grote open watersystemen die bovendien door stroming en/of getijdenwerking zeer dynamisch zijn. Dat er veel vistransport plaats kan vinden blijkt ook wel uit de vangsten in de ankerkuil (een staand net dat alleen vis vangt die met de stroom mee gevoerd wordt) bij de Eemscentrale.
- Niet bekend is hoe groot de populaties van migrerende en beschermde soorten zijn. Door het gebruik van gegevens uit landelijke meetnetten is het wel mogelijk de aantallen min of meer te duiden. Voor rivierprik en fint is dat gedaan in paragraaf 6.2, tabel 6.13.

Zijn de lacunes in kennis nadelig om de vraagstelling te beantwoorden?Lokale populatieomvang

Het idee om te bepalen of een onttrekking van vis een significante invloed heeft op een lokale vispopulatie moet naar onze mening verlaten worden. Ten eerste omdat het vaak erg moeilijk (gebleken) is deze populaties goed te kwantificeren. Ten tweede en misschien nog wel belangrijker, is de begrenzing van lokale populaties niet eenduidig te geven. De auteurs van het rapport "Effecten op vis bij lozingen en onttrekkingen van oppervlaktewater in het beheersgebied van Rijkswaterstaat Limburg" (Vrieze en Bij de Vaate, 2006), stellen ook dat het niet doenlijk is de begrenzing van populaties te bepalen. Daarnaast is ook niet doenlijk de invloed van alle factoren die van invloed zijn op de aantalsregulatie per soort helder te krijgen. Zou dit voor duidelijk begrensde wateren zoals een meer nog enigszins te doen zijn, voor grote open systemen als de benedenrivieren of kustwateren is dit onmogelijk. Lokale populaties zijn een onderdeel van een groter ecosysteem zonder eenduidige begrenzing. Bovendien verschilt deze begrenzing per vissoort. Onttrekkingspunten voor koelwater bevinden zich, nagenoeg altijd,

langs dit soort grote watersystemen om altijd voldoende koelwater ter beschikking te hebben. Dit soort grote open watersystemen zijn vaak vrij algemene leefarealen. De vissen die in dit gebied leven zijn daardoor ook in het aangrenzende gebied aanwezig. Wanneer vis wordt onttrokken, kan deze aangevuld worden door vis uit het aangrenzende gebied. Een andere situatie ontstaat wanneer het koelwater uit een afwijkend leefgebied binnen een systeem onttrokken wordt. In theorie kan dit een deelgebied zijn, dat heel specifiek een paai- of opgroeigebied voor een bepaalde vissoort is. In zo'n geval kan dan (tijdelijk) wel gesproken worden over een lokale populatie. Vrieze *et al.* (2006) hebben vastgesteld dat op veel locaties, waar koelwaterinname punten aanwezig zijn, de omstandigheden over het algemeen niet optimaal zijn als paai- gebied. Deze situatie zal zich naar verwachting dan ook niet vaak voordoen maar dient vooraf altijd gecontroleerd te worden.

Visstanden staan onder invloed van vele factoren. Door voortplanting en aanvoer van elders (migratie) komen er vissen bij. Door sterfte en wegtrek verdwijnen er vissen. Sterfte kan door vele factoren veroorzaakt worden waarvan koelwateronttrekking er één is. De uiteindelijke omvang en samenstelling van een visstand wordt doorgaans vooral gevormd door een combinatie van het habitat (diepte, helderheid, plantengroei, migratiemogelijkheden) en voedselbeschikbaarheid. De KRW-maatlatten zijn dan ook gebaseerd op deze elementen. Verwacht wordt dat de invloed van koelwateronttrekking, op de vispopulaties, in grote open dynamische systemen niet snel tot een reducering van bestanden zal leiden. Door de mogelijkheid van nieuwe aanvoer van vis, zal de invloed naar verwachting hooguit lokaal merkbaar zijn. Vaak is dit daarnaast in een beperkte periode van het jaar wanneer de vis nog relatief klein is en daarmee kwetsbaar voor inzuiging (voorjaar; zie paragraaf 6.3). Deze periode kort na de paai is tevens de periode waarin de aantallen het hoogst zijn. Vissen planten zich over het algemeen in zeer grote aantallen voort omdat "rekening gehouden wordt met" grote verliezen. In die fase kunnen verliezen dan ook gemakkelijk worden opgevangen. Om die redenen wordt het niet nodig en niet zinvol geacht hele lokale vispopulaties uitgebreid in kaart te brengen.

6.2. Relatie met diverse richtlijnen

Er zijn diverse wet- en regelgevingen die van belang zijn bij de vraag of de inname van koelwater op een bepaalde locatie mogelijk moet zijn. Dit zijn:

- Natuurbeschermingswet (NB-wet). Deze is van toepassing wanneer koelwater onttrokken wordt uit een gebied dat valt onder, of grenst aan een Natura-2000 gebied. Van belang zijn vooral soorten die in de aanwijzingsbesluiten voor dat gebied genoemd zijn als speciaal beschermde soorten (beleidsgeprioriteerde soorten).
- Flora- en faunawet (Ff-wet). In de Ff-wet zijn tal van plant- en diersoorten genoemd die speciale bescherming genieten. Deze bescherming staat los van gebieden en geldt overall. Los van deze speciaal beschermde soorten is het volgens deze wet niet toegestaan opzettelijk dieren te verontrusten of te doden. Wanneer bekend is dat vissen sterven op de fijnzeven (en dat is meestal wel het geval) dient de vraag beantwoord te worden of er binnen redelijkheid maatregelen te nemen zijn om dit te voorkomen. Worden deze maatregelen niet genomen dan kan dat uitgelegd worden met "het opzettelijk doden van dieren".
- Kaderrichtlijn Water (KRW). Deze richtlijn richt zich op het in stand houden of verbeteren van de (ecologische) waterkwaliteit in het Europese oppervlakte- en grondwater. Voor de beoordeling van ecologische waterkwaliteit is, met uitzondering van de kustwateren, vis opgenomen als toetsingsorganisme. Voor de beoordeling zijn maatlatten (toetsingscriteria) opgesteld. Deze verschillen per watertype.
- Aalverordering. In 2007 is door de Ministerraad van de Europese Unie de "Verordening tot vaststelling van maatregelen voor herstel van het bestand van Europese aal" aangenomen. In deze verordening wordt het streefbeeld van "40% van de natuurlijke productie van de paarijpe schieraal kan ontsnappen naar zee" vastgelegd. Alle lidstaten moeten eind 2008 een beheersplan hebben ingediend waarin omschreven staat welke

maatregelen getroffen worden om dit doel te halen. Voor Nederland is op dit moment nog geen overeenstemming over het plan, maar duidelijk is al wel dat er vergaande beheersmaatregelen nodig zijn (Visserijnieuws 6 november 2008). Sterfte van aal door koelwateronttrekking dient in dit kader geminimaliseerd te worden.

Bij een beoordeling van een koelwaterinname zullen deze richtlijnen meegewogen moeten worden. Met uitzondering van Ff-wet en de aalverordening die overal hetzelfde gelden is het sterk plaatsafhankelijk wat de gevolgen van deze richtlijnen zijn. Om te voldoen aan de Ff-wet geldt het voorzorgsprincipe “doe wat je kunt doen om schade aan planten en dieren te voorkomen”.

Voor de onderzochte locaties hebben de NB-wet en de KRW de volgende impact:

NB-wet

Twee van de onderzochte locaties liggen aan een Natura 2000 gebied. Dit zijn Shell Moerdijk, dat grenst aan het Hollandsch Diep, en de Eemscentrale, die grenst aan de Waddenzee. Voor beide locaties zijn enkele vissoorten aangewezen als prioritaire soorten. Daarvan zijn de volgende soorten op de zeven en in het onttrekkingsgebied aangetroffen:

Shell Moerdijk	rivierprik (676 stuks ingezogen gedurende onderzoeksperiode)
Eemscentrale	rivierprik, fint (10.717 en 3.806 stuks ingezogen gedurende onderzoeksperiode)

Op basis van de gegevens van beide onderzoeken (2007 en 2008) worden er per jaar bijna 2000 rivierprikken ingezogen bij Shell Moerdijk. Voor een groot deel betreft dit larvale exemplaren die nog niet getransformeerd zijn. Dat gebeurt pas bij 13 cm terwijl het gros 6 – 12 cm was. Het is wel merkwaardig dat er zoveel larven gevangen zijn, omdat deze dieren normaal in de bodem voorkomen en slechts in enkele gevallen in het openwater aanwezig zijn. Dit is alleen het geval wanneer de larven zich uitgraven en op zoek gaan naar nieuwe voedselrijke grond. Maes en Ollevier (2005) beschrijven de vangsten van rivierprikken in de centrale van Doel. Zij vinden in het voorjaar vooral prikken van 13 cm, die net getransformeerd zijn en naar zee migreren. Bij de Eemscentrale worden op jaarbasis 16.000 rivierprikken en 8.000 finten ingezogen. Beide soorten zijn migrerende vissoorten die naar verwachting slechts kort en in relatief lage aantallen in het onttrekkingsgebied aanwezig zijn. Dit heeft tot gevolg dat deze vissoorten bij een bemonstering van het onttrekkingsgebied nauwelijks in beeld komen. Rivierprikken zijn niet bijzonder zeldzaam maar exacte getallen van bestandsomvang zijn niet bekend. In tabel 6.1 is een overzicht van de vangsten in verschillende fuiken in het MWTL-bemonsteringsprogramma gegeven. De vangsten zijn telkens gedurende één jaar verzameld. Niet van alle jaren zijn vangsten bekend.

Tabel 6.1. De vangsten van rivierprik in 2 onderzoeksfuiken in het Hollandsch Diep en de vangst van rivierprik en fint in één fuik in Kornwernerzand in het passief MWTL be-monsteringsprogramma.

Jaar	Hollandsch Diep 26	Hollandsch Diep 27	Kornwernerzand	Kornwernerzand
	rivierprik	rivierprik	rivierprik	fint
1993				
1994				
1995	12	183		
1996	77	130		
1997	18	213		
1998	26	1230		
1999	160	333		
2000			80	161
2001	155	24	1300	102
2002			221	768
2003	511	288	583	2965
2004	31	165		
2005			179	703
2006				
2007				

Zowel bij fint als bij rivierprik zijn grote schommelingen in de vangsten zichtbaar. Dit kan zowel aan schommelingen in het bestand als aan verschillen in vangstinspanningen liggen. Rivierprik en fint zijn soorten van bijlage II en bijlage V van de Habitat-richtlijn en bijlage III van de Ff-wet. Opname in de bijlage II van de habitatrichtlijn betekent dat deze soorten beschermd worden in speciale gebieden (zoals hier het geval is). Opname in bijlage V betekent dat de soort niet verzameld mag worden, hetgeen in feite wel gebeurt op de zeven. Wanneer een soort is opgenomen in bijlage III van de Ff-wet, betekent dat voldaan moet worden aan een aantal criteria om ontheffing te kunnen verkrijgen: 1) er is sprake van een in of bij de wet genoemd belang, 2) er is geen alternatief, 3) doet geen afbreuk aan gunstige staat van instandhouding van de soort. Deze drie criteria vormen de zogenaamde uitgebreide toets. De drie criteria staan naast elkaar en niet na elkaar (aan alle drie moet voldaan zijn). Vooral het derde criterium is van toepassing op de effecten van de inname van koelwater op de lokale vispopulaties. Een voorlopige conclusie is dat de ingezogen aantallen op jaarbasis van zowel fint als rivierprik toch aanzienlijk zijn. Er wordt veel gedaan om van deze soorten weer levensvatbare populaties in de Nederlandse estuaria terug te krijgen. Dit punt verdient dan ook nadere aandacht.

KRW

Het Hollandsch Diep valt onder KRW-type R8 (zoet getijdenwater (uitlopers rivier) op zand/klei). De havens van de Maasvlakte zouden mogelijk nog net onder dit type kunnen vallen maar gezien hun zoute milieu is type O2 (overgangswater) waarschijnlijker. De Eems-Dollard, waar de Eemscentrale zijn koelwater aan onttrekt, is eveneens een overgangswater. Voor kustwateren is vis geen onderdeel in de ecologische beoordeling.

De R8 KRW-maatlat (voor natuurlijke wateren) voor Hollandsch Diep is als volgt opgebouwd.

Deelmaatlat	Kenmerk
Soortensamenstelling	Aantal inheemse diadrome soorten Aantal inheemse rheofiele soorten Aantal inheemse limnofiele soorten
Abundantie	Relatieve abundantie rheofiele soorten Relatieve abundantie limnofiele soorten

In relatie tot het koelwatergebruik bij Shell Moerdijk, is de deelmaatlat soortensamenstelling niet direct van belang. Zoals al eerder vermeld zijn de gevolgen van het koelwatergebruik waarschijnlijk niet dusdanig groot, dat deze zal leiden tot het verdwijnen van lokale soorten (pag. 51). Wel is het niet uit te sluiten dat de abundantie van de verschillende ecologische gilden verstoord wordt doordat sommige soorten gevoeliger zijn voor inzuiging. Dit geldt waarschijnlijk vooral voor de rheofiele soorten, die door hun activiteit een grotere kans hebben op inzuiging.

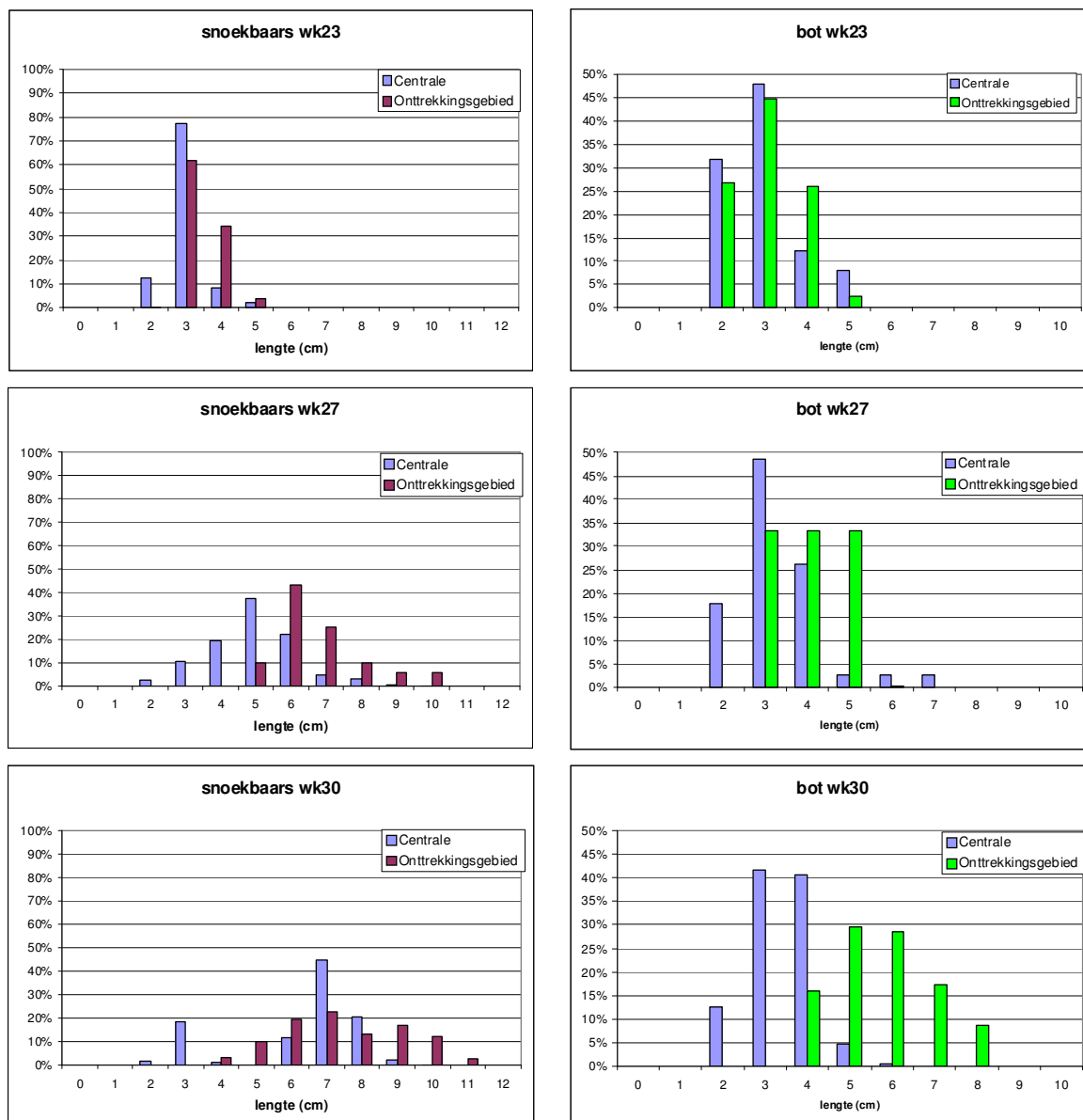
6.3. Wat maakt vis kwetsbaar voor inzuiging?

Uit de resultaten is zondermeer duidelijk geworden dat vis slechts tot een zekere afmeting kwetsbaar is voor inzuiging. Uitzondering vormen grotere exemplaren van vissoorten die doelbewust stroomafwaarts migreren. In beperkte mate is dat (schier)aal en zeeforel (smolts) maar ook rivierprik is vaak op de zeven gevonden. Verder zijn diadrome driedoornige stekelbaarzen en glasalen door hun migratieactiviteit kwetsbaar. Navolgend wordt de grote mate van kwetsbaarheid van de kleinste vissen behandeld.

Ontwikkeling van vis

Vislarven kunnen pas na de ontwikkeling van het zijlijnsysteem drukverschillen en daarmee stromingsveranderingen waarnemen (Quak, 1982). Voor veel vissoorten is dat bij een lengte van 3 á 4 cm. Tot die tijd is zichtwaarneming het belangrijkste middel om zich te oriënteren; sommige soorten doen dat ook door (tijdelijk) op de bodem te gaan liggen. Veel vissoorten gebruiken onderwater structuren en oevers als zichtbare houvast. In het donker valt deze vorm van oriëntatie grotendeels weg. Dit heeft tot gevolg dat de vis kwetsbaarder wordt voor inzuiging en passief meegevoerd wordt. Ook bij zeer geringe stroomsnelheid op grotere afstand vanaf het inlaatpunt. Vanaf het moment dat de vissen de stromingsveranderingen nabij het inlaatpunt wel kunnen waarnemen, wordt het vermogen om uit de stroming te ontsnappen belangrijker. Videler (1993) geeft aan dat de sprintsnelheid van larven en juveniele vis 5 tot 7 keer hun lichaamslengte is. Omdat de groeisnelheden soortafhankelijk zijn is ook de periode waarin de vis kwetsbaar blijft voor inzuiging soortafhankelijk. Langzaam groeiende vissen als de diverse grondelsoorten blijven langer kwetsbaar; bij een flinke instroomsnelheid zelfs hun hele leven.

Als voorbeeld is in figuur 6.1 voor de locatie Shell Moerdijk de lengtefrequentie-verdeling van de twee meest voorkomende soorten, snoekbaars en bot, in de opeenvolgende monsterrondes gegeven.



Figuur 6.1 De lengtesamenstelling (%) van de in het onttrekkingsgebied en op de zeven (centrale) aange- troffen snoekbaars en bot bij locatie Shell Moerdijk. .

Uit figuur 6.1 blijkt dat de lengteverdelingen tussen de ingezogen en aanwezige populaties uiteen gaan lopen. Dit bevestigt het beeld dat de vis vanaf een bepaalde lengte nauwelijks meer kwetsbaar is.

Gedrag van vis

Het gedrag van vis is van belang voor het risico op inzuiging. Platvislarven blijken bijvoorbeeld al bij zeer geringe lengte minder gevoelig te worden voor inzuiging (zie figuur 4.5). Na de metamorfose bij een lengte van ongeveer 2 à 3 cm gaan deze visjes op de bodem liggen, waardoor ze stroming kunnen detecteren door te voelen en daardoor minder gevoelig worden voor inzuiging. Vissen die pelagiaal leven zoals snoekbaars, glasgrondels, haringen en zeenaalden blijven tot grotere lengte kwetsbaar, omdat deze constant beïnvloed worden door stroming. Dit is duidelijk zichtbaar in paragraaf 3.7, 4.7 en 5.5 (zie figuren 3.5, 4.6 en 5.5). Van een kleine soort als glasgrondel worden alle voorkomende lengtes bij de E.ON centrale ingezogen. Bij de Eemscentrale geldt dat voor alle grondelsoorten en kleine zeenaald. De kans op inzuiging

neemt toe naarmate vis zich meer in de waterkolom begeeft. Voor sommige soorten geldt dat ze overdag bentisch leven en dat ze 's nachts pelagiaal foerageren. Verschillende grondelsoorten en vislarven vallen onder deze categorie. In de donkerperiode zijn deze soorten ook pelagiaal aangetroffen in het onttrekkingsgebied. Deze vissen zijn daarom vooral 's nachts kwetsbaar voor inzuiging. Statistisch is dit verschil niet voor alle locaties aantoonbaar vanwege de grote spreiding in tijd en hoeveelheden gevangen vis. Bij de E.ON centrale is dit verschil statistisch wel aantoonbaar ($P=0,002$).

Door passieve migratie kan de concentratie aan juveniele vis, in de omgeving van een innamepunt, zelfs hoger worden dan in het watersysteem zelf (Pavlov et al, 1999). Immers, de vissen worden passief aangevoerd maar eenmaal in de buurt van het inlaatpunt merken ze de stroomversnelling op of kunnen zich aan de aanwezige structuren van het inlaatpunt oriënteren. Vaak zijn dan ook scholen kleine vis te zien in de buurt van inlaatpunten. Of dit aspect bij de onderzochte locaties ook speelt is niet onzeker, aangezien de stroomsnelheid door getijdenwerking of rivierafvoer in het onttrekkingsgebied overheersend is over het innamedebiet. Daarentegen worden juist van de kleinste afmetingen van diverse vissoorten grotere aantallen per 1.000 m³ ingezogen dan volgens bemonstering aanwezig zijn in het onttrekkingsgebied (zie paragraaf 3.6, 4.6 en 5.4, figuur 3.4, 4.4 en 5.4). Dit kan een artefact zijn van de bemonstering maar niet uitgesloten kan worden dat dit het gevolg is van de concentratie van passief aangevoerde visjes voor de inlaat.

Instromsnelheid

Het innamedebiet is van invloed op de grootte van het gebied waarin vis een vergroot risico loopt ingezogen te worden. Het is logisch dat dit gebied groter is naarmate het debiet groter is. Doch uitgaande van een sprintsnelheid van 5 – 7 keer de lichaamslengte (Videler, 1993) is er pas sprake van een groot risico, voor juveniele vis van 3 á 4 cm (die dus al in staat is stromingsveranderingen waar te nemen), bij stroomsnelheden van 15-25 cm/sec. Dit komt overeen met de 20 cm/sec die Dumont *et al* (2005) noemen als grens waarboven grote kans op inzuiging van jonge vis ontstaat. Deze stroomsnelheden treden alleen zeer dicht bij de inlaatkanalen op. Bij Shell Moerdijk zijn de afnamen van de stroomsnelheden vanaf de inlaatopening ingemeten. De stroomsnelheid neemt per 1,5 meter van de inlaatopening met ongeveer de helft af en is al direct voor de inlaten lager dan de genoemde 20 cm/sec en op 1 meter reeds afgenomen tot 12 cm/sec (zie tabel 6.3 en bijlage 9).

6.4. Toepassing theoretische mechanismen op de resultaten

Het totale debiet in combinatie met de gemiddelde waterdiepte gedurende de periode dat passieve inzuiging plaatsvindt geeft een indicatie van de omvang van de inzuiging. Uit de gegevens is afgeleid hoe lang de periode duurt waarbinnen vis passief ingezogen wordt. Een voorbeeld is de combinatie van figuur 4.5 om de kritische lengte vast te stellen en figuur 6.1 om de periode te duiden. In tabel 6.2 is voor de drie locaties een berekening gemaakt van het wateroppervlak dat per etmaal en per vijf weken (geschatte gemiddelde tijdsduur van passieve instroom) gegeven.

Tabel 6.2. Berekening van theoretisch effect van passieve inzuiging

Locatie	debiet (m ³ /sec)	debiet (m ³ /dag)	gemiddelde waterdiepte onttrekkingsgebied (m)	fictief oppervlak ingezogen (ha)	
				per etmaal	per 3 weken
E.ON Maasvlakte	33	2868480	12	24	72
Shell Moerdijk	22	1900800	9	21	63
Eemscentrale	55	4752000	10	48	143

Uitgaande van deze veronderstellingen zou in de periode van 5 weken dat de jonge vis passief meegevoerd wordt, alle vislarven uit een gebied van 735 tot 1.680 ha verwijderd worden. Dit kan met maximaal de helft verlaagd worden indien verondersteld wordt dat de jonge visjes bij daglicht nog wel in staat zijn zich te oriënteren. Uiteraard is dit een theoretische benadering

aangezien er voortdurende migratie plaatsvindt, maar het geeft een indicatie dat de impact aanzienlijk kan zijn. In een groot open watersysteem hoeft dit echter nog geen significant effect te hebben op de populatieomvang. Of dat wel zo is hangt van veel factoren af, bijvoorbeeld: hoe uniek is het habitat in het onttrekkingsgebied als opgroeigebied voor een bepaalde soort.

Wanneer er meerdere koelwateronttrekkingen of andere onttrekkingen (bijvoorbeeld spui naar zee of inlaten naar polders) in hetzelfde watersysteem zijn, is een cumulatief effect niet langer uit te sluiten. Feit is dat in wateren als Noordzeekanaal en Rotterdamse havens, waar veel koelwater onttrokken wordt, weinig omvangrijke visstanden gevonden worden (Hadderingh 2000, Klinge, 2004). Daarmee is zeker nog geen oorzakelijk verband gelegd maar een effect op de voortplanting is voor sommige soorten niet uit te sluiten.

In tabel 6.3 wordt het effect van de inzuigsnelheid op het aantal ingezogen vissen bij de onderzochte locaties gegeven

Tabel 6.3. De relatie tussen inzuigsnelheid en het aantal ingezogen vissen voor de drie onderzochte locaties

Locatie	Theoretische inzuigsnelheid	Gemeten stroomsnelheid op 1 m van inlaat	Maximale vislengte tot waar vis "willekeurige" wordt ingezogen (zie 3.6, 4.6, 5.6)				N/1000 m ³ ingezogen	
			haring	platvis	zeenaald	brakw.gr.	Najaar	Voorjaar
E.ON	0,30 m/s	Niet bekend*	5	2	10	3	2,4	40
Shell	0,23 m/s	0,12	Sb: 5	4			0,05	53
Eems	0,70 m/s	Niet gem. **	8	5	Alles	8	30	450

*) Stroomsnelheden zijn ingemeten maar bleken na verwerking onbruikbaar. De stroomsnelheid voor het scherm was te gering voor de gebruikte methode. Op het oog was de stroomsnelheid maximaal 5 cm/sec maar mogelijk is dat door de aanwezigheid van een scherm voor de inlaat bij de bodem hoger.
 **) debiet is vlakbij inlaat niet te meten vanwege veiligheid. Getijdenstroming is gemiddeld gemeten op 0,82 m/s.

Duidelijk is dat de locatie met de hoogste inzuigsnelheid (Eemscentrale) ook veruit de meeste vis inzuigt en dat deze situatie voortduurt in het najaar (zij het in mindere mate). Daarentegen wordt bij de andere locaties nauwelijks meer vis op de zeven gevonden.

Verder valt op dat de ingezogen vissen voornamelijk soorten betreffen die geheel of deels (bijvoorbeeld 's nachts) pelagiaal in het open water voor komen. Dit zijn voor de E.ON centrale en Eemscentrale (kustwater) haring, spiering, brakwatergrondels en dikkopjes ('s nachts actief), glasgrondels, kleine zeenaald en platvislarven (figuur 3.1 & 5.1). Deze platvislarven zijn tot een lengte van 3 cm vrijzwemmend. Voor Shell Moerdijk (zoetwater) zijn dat baars, snoekbaars en botlarven (figuur 4.1). De hypothese uit paragraaf 6.3, dat vooral zeer jonge vis uit de pelagiale zone, ingezogen wordt stemt hiermee overeen.

6.5. Risicobeoordeling

Om de effecten van een inname van koelwater te kunnen beoordelen is een methode nodig die eenvoudig en eenduidig het risico op negatieve effecten kan bepalen. Navolgend wordt hiervoor een aanzet gegeven.

Omdat gedrag en ontwikkeling gekoppeld zijn aan de soort, is de kans op inzuiging en daarmee de kans op schade aan een vispopulatie soortafhankelijk. De kans dat migrerende grotere individuen ingezogen worden is eveneens soortafhankelijk. Voor het inschatten van het risico op schade aan visbestanden door onttrekking van koelwater moet een nieuw beslismodel ontwikkeld worden. Hierbij dienen de aanwezige vissoorten onderverdeeld te worden aan de hand van de volgende factoren:

habitat.

Alvorens een inschatting wordt gemaakt van het aantal soorten dat in een bepaald habitat voor kan komen, zal een inschatting gemaakt moeten worden van de hoeveelheid geschikt paaigebied in de nabijheid van het innamepunt. Bijvoorbeeld bij Shell Moerdijk komen in het openwater grotere blankvoorn en brasem in aanzienlijke aantallen voor. Van deze soorten is in het voorjaar geen broed aangetroffen. Dit duidt erop dat voor deze soorten de paaigebieden ver van het inlaatpunt af liggen. Op basis van expert judgement zal voorafgaand een inschatting gemaakt moeten worden voor de aanwezigheid van paaiplaatsen in de omgeving van het inlaatpunt (is voor veel ont-trekkingspunten reeds gedaan door Vrieze et al, 2006). Wanneer verwacht wordt dat verschillende soorten in het jongste levensstadia in het gebied aanwezig zijn, moet gekeken worden naar het bijbehorende habitat. De indeling is als volgt;

1. echt pelagiaal levende vis zoals, haring, glasgrondel, spiering en alver;
2. demersaal levende vis, zoals baars, snoekbaars, blankvoorn, brasem en diverse grondelsoorten;
3. benthisch levende vissen zoals platvissen;
4. litoraal levende vissen zoals jonge cypriniden (brasem, blankvoorn, winde).

Het gaat hier om de ecologische zone waar de vis in zijn jongste (en kwetsbaarste) levensstadium verblijft. Hierbij moet ook het gedrag in de nachtelijke uren beschouwd worden. Veel vissoorten zijn dan actiever en sommige vissen uit categorie 2 en 3 begeven zich dan verder in de waterkolom. Pavlov et al (1999) beschrijven uitvoerig de mechanismen achter stroomafwaartse vismigratie. Zij maken onderscheid in 5 ecologische zones waarin vissen, afhankelijk van hun soortspecifieke gedrag en ontwikkelingsstadium, in ondergebracht kunnen worden. De vijfde categorie, het sublitoraal wordt in relatie tot problematiek van koelwater minder belangrijk geacht en komt nauwelijks voor. Ingeschat (of bepaald) moet worden in welke ecologische zone de meeste (of belangrijkste) vissen voorkomen.

groeisnelheid en maximumlengte.

Naarmate een vis sneller groeit, zal deze eerder de kritische lengte bereikt hebben waarboven hij in staat is de stroming waar te nemen of aan de stroming bij het inlaatpunt te ontsnappen. Grotere en snelgroeiende soorten zijn gedurende relatief korte tijd kwetsbaar. Kleine vissoorten kunnen bij onttrekkingen met een hoge inzuigingsnelheid zelfs hun hele leven kwetsbaar blijven voor inzuiging (bijvoorbeeld glasgrondels bij de E.ON centrale en Eemscentrale en kleine zeenaalden bij Eemscentrale). Het soorten-spectrum moet derhalve bekend zijn.

migratiegedrag.

Hieronder wordt niet alleen de bekende belangrijke migratiepatronen zoals paaimigratie en najaarsmigratie bedoeld, maar vooral ook de mate van activiteit op lokaal niveau zoals dag-nacht migratie. Vislarven van veel soorten kennen een actieve verticale migratie bij hun foerageeractiviteit. Naarmate een dier actiever is, neemt de kans toe een keer in de invloedssfeer van de waterstroom richting het innamepunt terecht te komen. De mate van migratie dient voor de meest voorkomende (of belangrijkste) vissoorten bekend te zijn.

Naast de bovengenoemde biotische factoren zijn ook een aantal aspecten van de koelwater-onttrekking van belang:

- het totale debiet in de periode dat er vislarven zijn.
- de inzuigingsnelheid. Deze is bepalend voor de duur dat juveniele vis ingezogen wordt

- lokalisering van het innamepunt. De invloed van inzuiging is het grootst direct rond het innamepunt. De situering van de inlaat in relatie tot het habitat van de lokaal voorkomende vissoorten is van grote invloed op de ingezogen aantallen.

De combinatie van deze biotische en abiotische factoren vormen samen het risicoprofiel van een koelwaterinname. Bij een beoordeling van een koelwaterinname zal de aandacht dan ook naar deze factoren uit dienen te gaan. De abiotische factoren zijn vaak al wel bekend. Voor de inschatting van de biotische risicofactoren is in paragraaf 6.6 een voorzet voor een quickscan gegeven.

6.6. Voorzet voor quickscan risico-inschatting

Voor het verstrekken van een vergunning voor onttrekking koelwater zou het volgens de nieuwe NBW-richtlijn nodig zijn een inschatting van effect op populatieniveau te maken. Het uitvoeren van een uitgebreid onderzoek, zoals hier uitgevoerd op iedere locatie voor iedere aanvraag, is kostbaar en tijdrovend. Een dergelijk onderzoek duurt minimaal één jaar en kost al snel 50.000 EURO. Bovendien is het erg moeilijk gebleken een goed beeld te krijgen van de lokale populatie aan (jonge) vis. Belangrijkste bezwaar is dat het doorgaans onbekend is waar de begrenzing van de "lokale populatie" ligt. Koelwater wordt vaak onttrokken uit grote rivieren, kanalen of havens waar het uitvoeren van een kwantitatief visonderzoek lastig uitvoerbaar is en de vispopulaties vrij uitwisselbaar zijn. Op grond hiervan wordt aanbevolen om geen onderzoek meer te doen naar de effecten van koelwateronttrekking op lokale populaties, middels vergelijking van ingezogen aantallen met aanwezige aantallen in het onttrekkingsgebied.

In plaats daarvan kan beter uitgegaan worden van de veronderstelling dat jonge vis, gedurende zijn eerste levensweken, min of meer passief ingezogen wordt. Dit is tevens de periode waarin het grootste effect optreedt. Volstaan kan dan worden met het vaststellen van de duur van deze periode en de soorten die het betreft. Enerzijds kan dat op basis van de beschrijving van de omstandigheden van de inlaat (plaats inlaat, debiet en stroomsnelheid) en anderzijds door bemonstering van het ingezogen visbestand in deze periode. Hierbij kan niet volstaan worden met bemonstering van de zeven alleen, maar dient zeker ook de kleinere vis die de zeven kan passeren bemonsterd te worden met larvennetten. De jonge vis in het onttrekkingsgebied dient gelijktijdig bemonsterd te worden. Hierbij kan volstaan worden met een semi-kwantitatieve bemonstering met als doel de kritische lengte en het ruimtelijk gebruik van het onttrekkingsgebied vast te kunnen stellen. De kritische lengte wordt per soort vastgesteld door vergelijking van de lengteverdelingen (zie paragraaf 3.6, 4.6 en 5.4, figuren 3.3, 4.3 en 5.3). Van belang is dat de bemonstering van zowel de ingezogen vissen als van het onttrekkingsgebied in ieder geval tot de kritische lengte niet lengte-selectief is. Inzet van speciaal ontwikkelde netten met een flinke dimensie is daarvoor van belang. De jonge vis groeit in zijn eerste levensfase erg snel. De bemonsteringsfrequentie dient daarom vrij hoog te zijn, bij voorkeur wekelijks. Er kunnen situaties zijn waarbij een vissoort gedurende zijn gehele levenscyclus kwetsbaar blijft, zoals voor glasgrondels bij de E.ON en grondels bij de Eemscentrale. In dat geval strekt de monitoring zich over langere tijd uit, indien nodig het jaarrond.

Met het vaststellen van de kritische lengte kan de periode waarin de jonge vis integraal wordt ingezogen, berekend worden. Het ingenomen debiet in die periode geeft dan samen met de gemiddelde waterdiepte in het onttrekkingsgebied per soort een indicatie van het oppervlakte dat ontdaan is van vislarven. Dit is dan wel een fictieve waarde omdat er natuurlijk uitwisseling plaatsvindt (verdunding). Hiermee is nog niet vastgesteld wanneer dit tot significante schade leidt. Het voorstel is om deze waarde tot een norm te maken. De hoogte van die waarde zou door een groep van specialisten (bijvoorbeeld in MEETPOL-verband) vastgesteld moeten worden. Het gaat er daarbij vooral om wat nog redelijk en acceptabel gevonden wordt. Uit tabel 6.2 blijkt wel dat die oppervlakttes aanzienlijk kunnen zijn.

Vis groter dan de kritische lengte, hoeft in principe niet bemonsterd te worden. Uitzondering hierop vormen vissoorten met een speciale bescherming. Met name prikken lijken gevoelig voor inzuiging. Wanneer water onttrokken wordt uit een Natura-2000 gebied, waarin voor één of meerder vissoorten instandhoudingsdoelstellingen gelden, dienen deze soorten wel bemonsterd te worden, met name op de zeven. Een actieve bemonstering in het onttrekkingsgebied is doorgaans niet zinvol vanwege de geringe dichtheden. Daarnaast betreft het vaak migrerende soorten die slechts kort in het gebied aanwezig zijn. Een indruk van de omvang van het aanwezige bestand kan dan beter verkregen worden uit bestaande gegevens afkomstig van bijvoorbeeld MWTL-monitoring. Als dat niet de gewenste informatie oplevert dan kan overwogen worden fuiken te plaatsen en/of een beroepsvisser te vragen zijn bijvangst te monitoren.

6.7. Mogelijke oplossingen voor beperken inzuig

Wereldwijd is enorm veel onderzoek verricht naar het beperken van inzuig van vis bij koelwatergebruik. In Nederland is dat vooral door de KEMA uitgevoerd. Nagenoeg al deze onderzoeken beperken zich tot de relatief grote vissen die op de fijnzeven aangetroffen worden (globaal vanaf 5 a 6 cm). Uit het hier beschreven onderzoek is naar voren gekomen dat de grootste aantallen bij een kleinere lengte passief ingezogen worden. Aangezien het mechanisme van inzuiging voor deze kleine vis verschilt van de wat grotere juvenielen, heeft dat invloed op de oplossingsrichting die gekozen dient te worden. In het kader van de rapportage van dit onderzoek wordt volstaan met een aantal opmerkingen die van belang zijn bij het formuleren van oplossingen. Mogelijke oplossingen kunnen onderverdeeld worden in brongerichte- en effectgerichte oplossingen.

Brongerichte oplossingen

De conclusie is dat er vooral van inzuiging van hele jonge vis een mogelijk effect op populatie niveau te verwachten is. Er zijn in de loop der tijd vele vormen van visweringen ontwikkeld. De werking berust op fysieke wering met fijnmazige schermen tot het weren van vis met licht of geluid. Juist deze kleinste visjes zijn het moeilijkste te weren. Meer kansrijk is het uit te gaan van het gedrag van deze vis. Door zo weinig mogelijk water in te nemen uit de ecologische zone waar de meeste (kwetsbare) vis voorkomt en met een zo gering mogelijke stroomsnelheid moet winst te behalen zijn Deze maatregel en is reeds opgenomen in de BREF-regel bij nieuwbouw (BREF: Reference Document on Best Available Techniques) alleen wordt hierbij waarschijnlijk gefocussed op relatief grotere vissen.

Het hangt van de lokale visstand af in welke ecologische zone de meeste jonge vis aanwezig is. In grote open watersystemen zoals de hier onderzochte locatie is de meeste vis in het pelagiaal van het open water aanwezig. In kleinere watereenheden met meer cypriniden (brasem, blankvoorn, kolblei) zal meer jonge vis in het litoraal zwemmen. Indien mogelijk kan het innemen van water op een grote diepte (>15 meter) een oplossing zijn. Het kan zelfs voorkomen dat de plaats van inname per periode veranderd zou moeten worden. Ook moet de inzuigopening niet langs migratieroutes van vis(broed) gesitueerd worden. Voor bestaande centrales is dit mogelijk lastig te realiseren maar bij verbouw en nieuwbouw verdient dit zeker aandacht.

Omdat de heel jonge vis zich vooral visueel oriënteert, is mogelijk winst te behalen door ruim voor de inlaat structuren in het water aan te brengen en deze 's nachts (zwak) te verlichten. Omdat licht ook vis aantrekt dient dit niet direct bij de inlaat (juist niet), maar ruim voor de inlaat te gebeuren. Op dit punt is al veel onderzoek verricht, maar dit richtte zich meestal op het weren van vis vlak voor de inlaat door ze af te schrikken. Dat is een ander principe.

Waarschijnlijk zal de meest efficiënte oplossing het verlagen van de inzuigsnelheid zijn. Door de stroomsnelheid bij het inlaatpunt te verlagen, wordt de periode waarin de jonge vis kwetsbaar is verkort. Verlagen van de instroomsnelheid kan door de opening van het innamepunt te

vergroten. Ook hierbij geldt dat dit in bestaande situaties wellicht moeilijk uitvoerbaar kan zijn. Bij ingrijpende verbouw en bij nieuwbouw verdient dit punt maximale aandacht.

Effectgerichte oplossingen

Een andere maatregel die door vrijwel iedere huidige koelwatergebruiker gerealiseerd kan worden, is het vergroten van de overlevingskans van de ingezogen vissen (impingement). Op veel locaties worden de vissen langere tijd verzameld op de zeven en op basis van drukverschillen gespoeld. Hierdoor worden de vissen gedurende die tijd tegen de zeven aangedrukt. Door de zeven continu te spoelen, wat bijvoorbeeld op de E.ON centrale gebeurt, wordt de schade aan de vissen verminderd. Daarnaast moeten de afgespoelde vissen door een afwateringssysteem teruggeleid worden naar het openwater. Dit dient te gebeuren op aanzienlijke afstand van het koelwaterinnamepunt. Bij Shell Moerdijk en de Eemscentrale wordt de vis weliswaar teruggevoerd naar het openwater, maar veelal in de directe omgeving van het innamepunt. Hierbij worden de vissen van grote hoogte in het oppervlaktewater geloosd. Dit heeft een grote aantrekkingskracht op visetende vogels. Beter zou zijn de vis onderwater te lozen (ATKB / IMARES, 2008)



7. TERUGKOPPELING MET DE ONDERZOEKSVRAGEN

Wat is de lokale kans/ het risico op inzuiging en geeft dit aanleiding voor nader onderzoek op populatieniveau?

De kans op inzuiging is lengte- en soortafhankelijk. De kans op inzuiging blijkt bij een toenemende lengte al heel snel af te nemen. De maximale lengte, waarbij een vis nog kwetsbaar is voor inzuiging, wordt bepaald door de ontwikkeling van de vis en de inzuigingsnelheid.

De kans op inzuiging is niet voor iedere soort en lengteklasse gelijk. Het is vrij eenvoudig om per soort en cm-klasse de kans op inzuiging te bepalen. Dit gebeurt door de lengtesamenstelling van het ingezogen bestand en de lengtesamenstelling van het in het onttrekkingsgebied aanwezige bestand te bepalen. Van belang is wel dat de bemonsteringsresultaten een goede afspiegeling vormen van het aanwezige en ingezogen bestand. De netten (en roosters!) mogen niet lengteselectief monstern. Omdat de kans op inzuiging bij vis vanaf 15 cm in vrijwel alle gevallen zeer klein is, hoeft grotere vis niet bemonsterd te worden.

Bij de berekeningen van het percentage vis dat per cm-klasse wordt ingezogen, is een duidelijk omslagpunt aanwezig. Dit omslagpunt geeft de grenswaarde aan waaronder een vissoort niet in staat is om te ontsnappen aan de inzuigingsnelheid. Vanaf het omslagpunt neemt in vrijwel alle gevallen de kans op inzuiging sterk af. Omdat de instroomsnelheid bepalend is tot welke lengte de jonge vis substantieel ingezogen wordt, bepaalt deze ook (naast de groeisnelheid) de lengte van de periode dat de vis substantieel wordt ingezogen. Hoe langer deze periode duurt, hoe groter de kans op een significant effect. Voor kleine vissoorten, zoals glasgrondels, kan het betekenen dat ze gedurende hun hele levensduur kwetsbaar blijven voor inzuiging. De kans op effect op populatieniveau is voor deze soorten groter dan voor een snelgroeiende soort die slechts kort kwetsbaar is.

De kans dat een vis wordt ingezogen is daarnaast ook sterk afhankelijk van het feit hoe deze vis gebruik maakt van de ruimte. Wanneer deze vis, eventueel periodiek, gebruik maakt van dezelfde ruimte als waar de inlaat zich bevindt is hij relatief kwetsbaar. Een inlaat die water uit het midden van een haven inneemt zal zo gezien nauwelijks effect hebben op vissoorten die langs de oever leven. Vaak zijn pelagiaal levende vissen zoals haring, spiering en zeenaalden het kwetsbaarst omdat veel water uit deze zone wordt ingenomen. Bovendien merken deze vissen niet dat ze passief meegevoerd worden naar het inlaatpunt, vanwege het ontbreken van oriëntatiepunten.

De vraag of nader onderzoek op populatieniveau nodig is kan bevestigend beantwoord worden, maar kan beperkt blijven tot de jonge vis. Uitzondering vormen enkele migrerende soorten die een stroomafwaartse migratie kennen (zoals prikken, schieraal en diadrome stekelbaarzen).

Kan de methodiek geoptimaliseerd worden door selectie van bepaalde soorten en/of (leeftijd)groepen?

Vis blijkt slechts tot een geringe lengte kwetsbaar voor inzuiging. De kritische lengte is afhankelijk van de soort. Ook van belang zijn de lokale omstandigheden waarbij de plaats van de inlaat en de inzuigingsnelheid de belangrijkste factoren zijn. Gericht onderzoek bij een specifieke locatie kan dan ook beperkt blijven tot de periode waarin de vis zo klein is dat de kans op inzuiging groot is. Deze periode is enigszins afhankelijk van de locatie omdat de paaiperiode voor verschillende vissoorten verschilt. Over het algemeen is het voorjaar van maart t/m juni de aangewezen periode, maar indien veel kleine vissoorten zoals grondels aanwezig zijn kan deze periode aanzienlijk langer zijn, tot een jaarrond. Indien schade aan beschermde soorten verwacht wordt, kan het nodig zijn buiten deze periode gericht op deze soorten onderzoek te

doen. Kennis van de lokale omstandigheden en soorten is nodig om deze periode te bepalen. Vaak betreffen dit migrerende soorten die slechts kort in het gebied verblijven. Een bemonstering van het onttrekkingsgebied gericht op deze soorten is dan ook niet zinvol. Volstaan kan worden met gegevens uit landelijke meetnetten, eventueel aangevuld met gegevens uit andere bronnen zoals bijvangsten van beroepsvissers.

Voor het vaststellen van het effect op het jonge visbroed is een bemonstering van het onttrekkingsgebied "op maat" nodig. De actuele afmetingen van het visbroed en de lokale omstandigheden zijn bepalend voor het in te zetten vistuig. De zeer fijnmazige vangtuigen zijn zeer lengteselectief. Een combinatie van vangtuigen geeft de meest betrouwbare resultaten. Voor het bepalen van het ingezogen bestand zal het, vrijwel altijd, noodzakelijk zijn naast het bemonsteren van de fijnzeven ook met fijnmazige larvennetten in het inlaatkanaal te vissen.

Samengevat bevat de methodiek de volgende stappen:

1. risicobeoordeling op basis van kenmerken van het inlaatpunt en inschatting van aanwezigheid soorten jonge vis en aanwezigheid van beschermde migrerende vissoorten;
2. bemonstering vislarven en juveniele vis in het onttrekkingsgebied;
3. bemonstering ingezogen vis door zeefbemonstering aangevuld met larvennetten in de inlaat.

8. LITERATUURLIJST

- Backx, J.J.G.M., M.P. Grimm, 1991. *De efficiëntie van de zegen, kuil, raamkuil en broedzegen op het Wolderwijd*. Rapport met code Hd13.5 van Witteveen+Bos in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Flevoland.
- Boëne (ed.), 1980. *Ingezogen vis bij de Maasvlaktecentrale in 1979: oriënterend onderzoek*. KEMA, Divisie Onderzoek en Ontwikkeling. Ref. ner. 3093-80 MO-biol. Pp. 21.
- Booij, J., *De effecten van koelwateronttrekking op vissoorten*, RIKZ 27 juli 2005, RIKZ/ZD/2005.017W
- Boois, I. de *et al.*, *Diadrome vissen in de Waddenzee: Monitoring bij Kornwerderzand 2000-2005*, Imares december 2006, C087/06
- Giels, J. van (ed.), *Effecten van de onttrekking van koelwater op vis. Metingen najaar 2007*, ATKB Geldermalsen, 2008, projectnummer 20070878.
- Glorieux, E, 2003, *Invloed koelwaterinlaten Belgische centrales op visstand*, Vraag nr 262 19 september 2003
- Hadderingh, R.H., Dukers, A., Reuvers, J.G.M., 1997, *Effect verplaatsing koelwaterinlaat Eemscentrale op inzuiging van vis, garnalen, krabben en kwallen*, Arnhem, Rapport opgesteld in opdracht van N.V. EPON en collectieve Opdracht Productie, R&D-contract 1997, productnummer 2871.KP.37 97P03.03
- Hadderingh & Jager 2002 publicatie in J. Fish Biol
- Hadderingh, R.H. *et al.*, 2000, *Onderzoek naar de effecten van koelwaterlozingen op de visstand in het Rotterdamse havengebied*, KEMA & AquaTerra, Arnhem. onderzoeksrapport 99550665-KPS/MEC 00-6052, 84 pag.
- Hartholt, J.G., Jager, Z., 2004, *Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu*, RIKZ december 2004, RIKZ/2004.043
- Kampen, J., *Bemonstering van de visstand op de Sassenplaat in het Hollandsch Diep juli en september 2001*, AquaTerra Water en Bodem B.V, 2001, projectnummer AT30.2001.159
- Kampen, J., *Significantie visinzuig afval energie bedrijf Amsterdam*, AquaTerra Water en Bodem B.V., juli 2007, projectnummer 20070093
- Kemper Jan H., 1995. *Sonaronderzoek naar de effectiviteit van de viswering bij de Amer centrale*, Organisatie te verbetering van de binnenvisserij, KEMA/OVB, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport 1995-13. 16p
- Kerkum, L.C.M. *et al.*, 2004, *Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu*, RIKZ november 2004, RIKZ/2004.033
- Kleef, H.L., Jager, Z., 2002, *Het diadrome visbestand in het Eems-Dollard estuarium in de periode 1999 tot 2001*, RIKZ 22 november 2002, RIKZ 2002.060

- Klinge, M., G. Hensens, A. Brenninkmeijer & L. Nagelkerke, 2003. Handboek Visstandbemonstering. Voorbereiding, bemonstering, beoordeling. STOWA, Utrecht.
- Klinge, M, 2004. Nulmeting visstand Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal. Nota ANW 05.01. Witteveen+Bos rapport RW1358-1.
- Maes, J en F. Ollevier, 2005. Impact van baggeractiviteiten in de Beneden Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik. Studierapport in opdracht van de Afdeling Maritieme Toegang. Laboratorium voor Aquatische Ecologie Leuven
- Ministerie van verkeer en waterstaat., 2004, *CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen*, Ministerie van verkeer en waterstaat, Rijkswaterstraat 25 november 2004
- Molen, D.T. van der, Pot, R., *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water*, STOWA, 2007 . Rapportnummer 2007-032.
- Munk, P., Nielsen, J.G., 2005, *Eggs and Larvae of North Sea Fishes*. Biofolia, Frederiksberg, Denemarken.
- Muus, B.J., Nielsen, J.G., 1997, *Zeevissen van Noord- en West-Europa*, G.E.C Gads Forlag, Kopenhagen, 1997
- Pavlov, D.S., Lupandin A.I., Kostvin V.V., *Downstream migration of fish through dams of hydroelectric power plants*, 1999.
- Quak, J., Het zijlijnsysteem van beenvissen. OVB, 1982, Nieuwerburg
- Videler, J.J. *et al.*, The Scaling and Structure of Aquatic Animal Wakes. Department of Marine Biology, University of Groningen, P.O. Box 14, 9751 AA Haren
- Vriese, F. T., bij de Vaate A., de Laak, G.A.J., 2006, *Inventarisatie paai- en opgroeigebieden van vis onder invloed van een aantal e-centrales in Nederland*. Organisatie ter verbetering van de de binnenvisserij, Nieuwegein. OVB. Onderzoeksrapport KO2005037.
- Winter, H.V., Bult, T.P., van Wilgen J.W., 2006, *Glasaaltrek in gebied Waterschap Zeeuwse eilanden*. Wageningen IMARES, IJmuiden. Rapport CO25/07.
- www.fisbase.org
- www.minlnv.nl



9. INDELING BIJLAGENRAPPORT

Bijlage 1	Ingezogen vis E.ON-centrale
Bijlage 2	Onttrekkingsgebied E.ON-centrale
Bijlage 3	Ingezogen vis Shell Moerdijk
Bijlage 4	Onttrekkingsgebied Shell Moerdijk
Bijlage 5	Ingezogen vis Eemscentrale EC-20
Bijlage 6	Onttrekkingsgebied Eemscentrale
Bijlage 7	Vangsten per meetweek en per periode
Bijlage 8	Vissoorten die zijn aangetroffen tijdens het onderzoek gerangschikt per locatie
Bijlage 9	Berekening debieten en aanzuigsnelheden koelwaterinlaten van alle locaties
Bijlage 10	Lengtefrequentie grafieken
Bijlage 11	Statische toetsingen
Bijlage 12	Lokalisering van referentiegebieden

