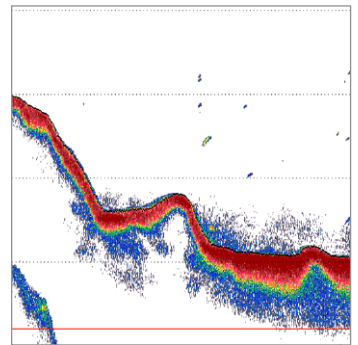


Metingen vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk



Metingen vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk

VisAdvies
Twentehaven 5
3433 PT NIEUWEGEIN

telefoon 030 285 10 66

G.A.M. Manshanden Productie
Dissel 4
1671 NG MEDEMBLIK

telefoon 0227 54 36 09
telefax 0227 54 36 09

AquaTerra-KuiperBurger
Poppenbouwing 34
4191 NZ GELDERMALSEN

telefoon 0345 58 26 71
telefax 0345 58 26 27

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

referentie	projectcode	status
RW1696-1/bote/029	RW1696-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
dr. G. Kruitwagen	Ir. H.A.A.M. Webers	25 september 2009

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs. M. Klinge	



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens ISO 9001 : 2000

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

SAMENVATTING

1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Doel	2
1.3. Vraagstelling	2
1.4. Betrokkenen partijen	2
1.5. Gehanteerde terminologie	2
1.6. Leeswijzer	3
2. AANPAK	4
2.1. Waarnemingsmethoden	4
2.1.1. Sonarapparatuur	4
2.1.2. Referentienetten	5
2.1.3. Het grote vangtuig aan de Waddenzeezijde	5
2.1.4. Vangstmethode aan de IJsselmeerzijde	7
2.2. Uitvoering kokervergelijking en kalibratie	9
2.3. Reguliere waarnemingen	10
2.4. Tijdschema in relatie tot getij, maan en seizoenen	11
2.5. Verwerking van netvangsten	11
2.6. Statistische toetsing	12
2.7. Complicaties tijdens het onderzoek	12
2.8. Vertaling van vangsten en sonar gegevens naar totaal aanbod	13
2.8.1. Intrek en terugkeer	13
2.8.2. Uittrek en uitspoeling	14
3. KOKERKEUZE	15
3.1. Vergelijking van aanbod in aantallen	15
3.1.1. Sonar	15
3.1.2. Referentienetten	16
3.2. Vergelijking van aanbod in samenstelling	17
3.3. Lengtefrequentieverdeling	18
3.4. Conclusies met betrekking tot de kokerkeuze	19
4. RESULTATEN INTREK EN TERUGKEER	20
4.1. Vangsten aan IJsselmeerzijde	20
4.1.1. Totaal overzicht	20
4.1.2. Vergelijking begin en eind spuiperiode	24
4.1.3. Effect verlengd spuibeheer op intrek en terugkeer	26
4.2. Registratie visintrek met de sonar	29
4.3. Vergelijking vangsten en sonarregistratie	32
5. RESULTATEN UITTREK EN UITSPOELING	33
5.1. Vangsten aan Waddenzeezijde	33
5.2. Registratie visuittrek met sonar	37
5.3. Vergelijking vangsten en sonarregistratie	38
5.3.1. Verloop in aantal uittrek en uitspoeling door het jaar	38
5.3.2. Overeenkomsten over de gehele onderzoeksperiode	38
5.3.3. Overeenkomsten binnen de spuiperiodes	40
5.4. Vertaling van netvangsten en sonar gegevens naar totaal aanbod	44

6. CONCLUSIES EN DISCUSSIE	46
6.1. Conclusies	46
6.1.1. Intrek en terugkeer	46
6.1.2. Uitspoeling en uittrek	46
6.2. Waarnemingsmethoden	47
6.2.1. Algemeen verloop van waarnemingen	47
6.2.2. Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de metingen	47
6.3. Migratiebewegingen	49
6.3.1. Uittrek en uitspoeling	49
6.3.2. Intrek en terugkeer	51
6.3.3. Vergelijking in- en uitgaande visbestand	52
6.3.4. Migratiebewegingen van de belangrijkste (commerciële) vissoorten	53
6.4. Passeerbaarheid van de Afsluitdijk	55
6.4.1. Uitspoeling van zoetwatervis en de kansen voor terugkeer	55
6.4.2. Verwacht effect van het derde spuimiddel op de uitspoeling van vis	56
6.4.3. Aanbevelingen	56
6.4.4. Beheersopties ter bevordering van visoptrek	57
7. REFERENTIES	58

laatste bladzijde	58
-------------------	-----------

bijlagen	aantal bladzijden
I Verklaring van gehanteerde termen	1
II Overzicht van uitgevoerde bemonsteringen	3
III Lengtefrequentieverdelingen van de totale vangst per vissoort	9
IV Wijzigingen met betrekking tot de vangconstructies aan de IJsselmeerzijde	2

SAMENVATTING

Tussen 15 november 2007 en 1 juni 2009 heeft een consortium van Witteveen+Bos, VisAdvies, Manshanden en AquaTerra-KuiperBurger vismigratieonderzoek uitgevoerd bij de spuisluizen in de Afsluitdijk te Kornwerderzand. Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van vangtuigen om de samenstelling van de uitgaande en intrekende visbestanden vast te stellen. Daarnaast is sonarapparatuur ingezet om de omvang van de intrekende en uitgaande visbestanden vast te stellen.

uittrek en uitspoeling

Tijdens 49 spuiperiodes is het visbestand bemonsterd dat actief uittrok of passief uitspoelde in de richting van de Waddenzee. Bij deze bemonsteringen zijn ruim 3 miljoen vissen gevangen verdeeld over 29 vissoorten. De zoetwatervissen waren het sterkst vertegenwoordigd in de vangsten aan de Waddenzeezijde. Pos en blik (jonge haring of sprot) bleken de meest talrijke soorten. Het uitgaande visbestand bestond vrijwel geheel uit 0+-vis. Er spoelde vrijwel geen maatse vis uit.

Wanneer wordt uitgegaan van een gemiddeld gewicht van 4 gram per vis zou er in deze periode via beide spuicomplexen tezamen 15 kg vis per hectare IJsselmeer zijn uitgespoeld, waarvan 10 kg/ha aan 0+-zoetwatervis. Dit komt overeen met meer dan 10 % van de jaarlijkse bruto productie aan zoetwatervis kleiner dan 15 cm op het IJsselmeer. Bij de verdeling van de uitspoeling over de diverse vissoorten moet opgemerkt worden dat deze samenhangt met de variatie in de sterkte van jaarklassen. Als gevolg van deze variatie kan onder andere het aandeel van de commercieel belangrijke soorten aan het uitgaande visbestand variëren.

intrek en terugkeer

In totaal zijn in 44 bemonsteringen 19.000 intrekende vissen gevangen. Deze vissen vertegenwoordigden 16 vissoorten. De diadrome vissoorten waren het sterkst vertegenwoordigd in het intrekende visbestand. Haring, spiering en driedoornige stekelbaars waren de sterkst vertegenwoordigde soorten. Er waren duidelijke pieken in de intrek zichtbaar voor spiering (begin april), driedoornige stekelbaars (eind april/begin mei), haring (eind mei/begin juni) en bot (eind mei/begin juni). Opvallend was dat aan het begin van de spuiperiodes meer diadrome vissen binnentrokken dan aan het eind van de spuiperiodes.

vergelijking

Uit een vergelijking tussen het aantal intrekende en uitgaande vissen blijkt dat het uitgaande bestand veel groter is. De ingaande en uitgaande bestanden zijn ook anders van samenstelling. Hieruit kan worden afgeleid dat de zoetwatervis die de spuisluizen in de richting van de Waddenzee passeren niet terug weten te keren.

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Sinds de voltooiing van de Afsluitdijk in 1932 vervullen de twee spuicomplexen in de Afsluitdijk een centrale rol in het waterbeheer in het IJsselmeergebied. Het IJsselmeer functioneert als zoetwater spaarbekken ten behoeve van (drink-)watervoorziening in de Noordelijke provincies. Wanneer er sprake is van overtollig water in het IJsselmeer kan dit bij laag tij onder vrij verval op de Waddenzee worden geloosd via de spuicomplexen in de Afsluitdijk.

De twee sluiscomplexen in de Afsluitdijk, de Stevin sluizen te Den Oever en de Lorentzsluizen te Kornwerderzand, vormen de enige rechtstreekse verbindingen tussen het IJsselmeer, het omliggend stroomgebied (inclusief IJssel en Rijn) en de Waddenzee. Daardoor zijn deze complexen niet alleen voor het waterkwantiteitsbeheer, maar ook voor de vismigratie tussen IJsselmeer en Waddenzee van groot belang. Ondanks het belang voor vismigratie dat aan de spuisluisen werd toegekend, bleek uit een inventarisatie dat de kennis over de passage van vissen via de spuicomplexen in de Afsluitdijk slechts fragmentarisch was [lit. 1]. Vanwege de voorziene aanleg van een derde spuicomplex in de Afsluitdijk en de Natura 2000 doelstellingen voor het IJsselmeer bestond bij Rijkswaterstaat de behoefte aan meer inzicht in de vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk.

aanleg derde spuicomplex in de Afsluitdijk

Om ook in de toekomst een voldoende grote capaciteit voor de afvoer van overtollig IJsselmeerwater te kunnen blijven garanderen heeft Rijkswaterstaat de aanleg van een nieuw spuicomplex in de Afsluitdijk voorzien. Daarbij wordt uitgegaan van de realisatie ter hoogte van de Middelgronden. De aanwezigheid van deze oude getijdengeul is gunstig voor de aanvoer van water richting het complex.

Tijdens de inspraakrondes van de MER procedure die in verband met de aanleg van een extra spui-middel is doorlopen, is door de beroepsvisserij bezorgdheid geuit over de mogelijke uitspoeling van vis die in de Middelgronden aanwezig is. Eerder onderzoek in het kader van deze MER heeft uitgewezen dat grote concentraties vis zich in de wintermaanden in de Middelgronden ophouden [lit. 2]. Daarnaast vraagt men zich af hoe het aantal vissen dat zal uitspoelen zich zal verhouden tot het aantal vissen dat actief in en uit zal trekken via het nieuwe spuicomplex. Om een inschatting te kunnen maken van het effect dat het nieuwe spuicomplex op de visbewegingen zal hebben, heeft Rijkswaterstaat behoefte aan inzicht in de effecten van de bestaande spuicomplexen op de visbewegingen.

Natura 2000 doelstellingen voor de spiering

Het IJsselmeer is één van de gebieden binnen Nederland waarvoor Natura 2000-doelstellingen zijn opgesteld [lit. 3]. Het meer levert een belangrijke bijdrage aan de voedselvoorziening voor tal van water- en trekvogels. Voor het IJsselmeer is het behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied als doelstelling gesteld voor de aalscholver, visdief, fuut, lepelaar, nonnetje, grote zaagbek, dwergmeeuw, reuzenster en de zwarte stern. Voor elk van deze visetende soorten is een gewenste populatieomvang opgenomen in de instandhoudingsdoelen. Voor de fuut, nonnetje, grote zaagbek, dwergmeeuw en de zwarte stern is een verbetering van het leefgebied nodig voor het behalen van een landelijk gunstige staat van instandhouding, maar door de afname van aanbod aan spiering wordt dit niet realistisch geacht. Door deze en andere veranderingen in de samenstelling van het visbestand is de draagkracht van het IJsselmeer voor visetende trekvogels afgenomen. Dit wordt onder andere veroorzaakt doordat het voortplantingssucces van het spieringbestand op het IJsselmeer met enige regelmaat een crash vertoont. Na een dergelijke crash zijn er 3 jaren nodig voor het herstel. Een verbetering van de intrek van spiering uit de Waddenzee naar het IJsselmeer zou kunnen bijdragen aan een sneller herstel van het spiering bestand op het IJsselmeer na een crash. Daarom wenst Rijkswaterstaat de huidige intrek van spiering via de spuisluisen te onderzoeken. Daarnaast wil Rijkswaterstaat onderzoeken of een veruiming van de spuiperiodes door aanpassing van het spui-beheer kan bijdragen aan de verbetering van de voedselvoorziening van visetende trekvogels.

1.2. Doel

Met het oog op de voorziene aanleg van een derde spuimiddel in de Afsluitdijk en de Natura2000-doelstellingen voor het IJsselmeer acht Rijkswaterstaat het wenselijk om haar kennis van de passage van vissen via de bestaande spuicomplexen in de Afsluitdijk te vergroten. Het onderzoek dat onderstaand is beschreven heeft tot doel om middels een geïntegreerde aanpak kennis te vergaren met betrekking tot de vismigratie via de spuisluizen en de intrek van spiering.

1.3. Vraagstelling

De voornaamste onderzoeksvragen met betrekking tot de bestaande en toekomstige spuisluizen, luiden als volgt:

- hoeveel diadrome vissen trekken het IJsselmeer binnen vanuit de Waddenzee?
- hoeveel diadrome vissen trekken vanaf het IJsselmeer naar de Waddenzee?
- hoeveel zoetwater vis spoelt vanuit het IJsselmeer uit naar de Waddenzee?
- welk deel van de uitgespoelde zoetwatervis keert terug via de spuisluizen?

In aanvulling gelden de volgende onderzoeksvragen ten aanzien van de intrek van spiering en andere kleine vis:

- hoeveel diadrome spiering, en andere kleine vis inclusief vislarven, trekt vanaf de Waddenzee het IJsselmeer op, en vanuit het IJsselmeer naar de Waddenzee?
- wat zijn leeftijd en conditie van de migrerende spieringen?
- kunnen de mogelijkheden voor migratie van spiering, en van andere kleine vis inclusief vislarven worden verbeterd door verlenging van de spuiperiode?

1.4. Betrokkenen partijen

Deze opdracht is uitgevoerd in opdracht van:

- dhr. H. Drost, Rijkswaterstaat Waterdienst;
- dhr. B.J. de Witte, Rijkswaterstaat IJsselmeergebied.

De opdracht is uitgevoerd door een consortium van de volgende partijen:

- Witteveen+Bos Raadgevend Ingenieurs B.V. (penvoerder);
- VisAdvies B.V.;
- G.A.M. Manshanden Productie B.V.;
- AquaTerra-KuiperBurger B.V.

1.5. Gehanteerde terminologie

Bij de bespreking van de vangstresultaten van de afgelopen periode worden de termen intrek, uittrek, uitspoeling en terugkeer gehanteerd. Deze termen worden als volgt gebruikt:

- intrek: hiermee wordt geduid op de passage van de Afsluitdijk door vissen die vanaf zee naar het IJsselmeer trekken;
- terugkeer: hiermee wordt geduid op de passage van de Afsluitdijk in de richting van het IJsselmeer door zoetwatervissen die eerder zijn uitgespoeld;
- binnenkomende vis: met deze term wordt bedoeld op alle vissen die de Afsluitdijk in de richting van het IJsselmeer passeren, dus zowel de intrekkende als terugkerende vissen;
- uittrek: deze term wordt gebruikt om te duiden op vissen die de Afsluitdijk doelgericht passeren in de richting van de Waddenzee op weg naar paai-, foerageer- of opgroeigebieden;
- uitspoeling: met deze term wordt geduid op de passage van de Afsluitdijk in de richting van de Waddenzee door zoetwatervissen. Deze vissen hebben geen specifiek doel op de Waddenzee. Onder de uitgespoelde vissen bevinden zich zowel vissen die actief met de stroom meezwemmen als vissen die door de stroom van gespuid water worden meegevoerd;
- uitgaande vis: met deze term wordt bedoeld op alle vissen die de Afsluitdijk in de richting van de Waddenzee passeren, dus zowel de uittrekkende als uitgespoelde vissen.

In bijlage I is een uitgebreidere termenlijst opgenomen.

1.6. Leeswijzer

De verdere indeling van deze rapportage is als volgt:

- in hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de aanpak van het uitgevoerde onderzoek;
- hoofdstuk 3 gaat in op de kokervergelijking die vooraf is gegaan aan de start van de eigenlijke waarnemingen;
- in hoofdstuk 4 worden de resultaten met betrekking tot intrek en terugkeer gepresenteerd;
- in hoofdstuk 5 worden de resultaten met betrekking tot uitspoeling en uittrek gepresenteerd;
- in hoofdstuk 6 is een bespreking van de onderzoeksresultaten opgenomen;
- tenslotte is in hoofdstuk 7 een lijst met referenties opgenomen die zijn geraadpleegd bij het opstellen van deze rapportage.

2. AANPAK

2.1. Waarnemingsmethoden

Bij de uitvoering van het onderzoek zijn waarnemingen verricht met behulp van de volgende materialen:

- sonarapparatuur;
- referentienetten;
- een groot visdicht vangtuig aan de Waddenzeezijde;
- fuikconstructies aan de IJsselmeerzijde.

Onderstaand wordt elk van deze materialen beknopt beschreven. In bijlage II is een overzicht van de uitgevoerde bemonsteringen opgenomen.

2.1.1. Sonarapparatuur

Het aantal vissen dat zich door de spuikokers verplaatst is bepaald met behulp van sonarapparatuur van het merk Simrad (EK60). Deze apparatuur biedt de mogelijkheid om binnen het volume van een kegel, de aanwezigheid van elke vis waar te nemen. Hierbij worden de volgende zaken vastgelegd:

1. het tijdstip van de waarneming. Op populatieniveau wordt hiermee onder andere een beeld gevormd van de dagelijkse activiteit van de vis in een bepaalde periode;
2. de weg die de vis in de beslotenheid van de kegel aflegt. Hieruit wordt afgeleid of de vis stroomopwaarts trekt of zich met de stroom mee laat spoelen en tevens welke waterlaag wordt benut;
3. een schatting van de afmeting van de vis. Dit geeft een indicatie voor de vissoort die wordt waargenomen;
4. op populatieniveau, kan het verband worden aangegeven tussen de stroomsnelheid door de spuikoker en de verplaatsingssnelheid van de optrekkende en uitspoelende vissen.

Door de conische vorm van de geluidsbundel die de transducer produceert wordt niet 100 % van de opening afgesloten. De hoeveelheid vis die per spuikoker passeert wordt geschat op basis van een extrapolatie van de gemeten vis naar het totale doorstromend profiel van de koker. Op basis van het sonarbeeld wordt de lengte van de passerende vis bepaald. Op basis van deze lengte wordt een inschatting van het gewicht van de vis gemaakt.

afbeelding 2.1. Opstelling van de sonar op de pierkoppen



De sonar registreert alle passerende vissen. Daardoor kunnen zowel uitgaande als binnenkomende vissen worden geregistreerd en gekwantificeerd. Daarbij is bekeken op welke momenten, in welke richting en in welke hoeveelheden vis beweegt. De aangewezen momenten voor het binnenkomen (intrekken of terugkeren) van vis zijn de perioden vlak na het openen en vlak voor het sluiten van de spuisluizen. Alleen op die momenten is de stroomsnelheid van het water door de sluis dusdanig laag dat vissen kunnen passeren.

In tegenstelling tot de waarnemingen aan uitgaande vissen, konden sonarwaarnemingen en vangtuigbemonsteringen van het binnenkomende bestand niet synchroon worden uitgevoerd, omdat de vangtuigen in het zicht van de sonar stonden. Voor de vergelijking zijn spuiperioden gebruikt die net voor of na de vangtuigbemonstering hebben plaatsgevonden.

Voor alle spuiperioden dat er sonarwaarnemingen zijn uitgevoerd zijn de grafieken bestudeerd. In de volgende paragraaf is een grafische selectie gepresenteerd uit het totale bestand van gegevens. De selectie is gebaseerd op:

- spuiperioden waarin visverplaatsing in de richting van het IJsselmeer werd waargenomen;
- spuiperioden die anderszins interessant zijn. Het gaat hier vooral om perioden waarin vismigratie verwacht mag worden en perioden waarin met het grote vangtuig aan de IJsselmeerszijde, relatief veel vis is gevangen.

2.1.2. Referentienetten

De referentienetten zijn bij de start van het onderzoek ingezet om de uittrek/uitspoeling via de verschillende spuikokers te vergelijken.

De referentienetten bestonden uit 12 m lange netten waarvan de maaswijdte verliep van 100 mm gestrekte maas bij het frame, via 50 mm en 30 mm naar 18 mm gestrekte maas in de punt. De netten zijn bevestigd in een frame van 3,5 bij 1,5m. De frames worden voor aanvang van de spuiperiodes met behulp van kabels in de spuikokers bevestigd. Spoilers op de frames zorgen ervoor dat de frames tijdens het spuien rechtstandig in de waterstroom blijven staan. Na de spuiperiode worden de netten handmatig geleegd. De netten zijn voorzien van een keel om de vis in de netten te houden tot de netten geleegd worden.

2.1.3. Het grote vangtuig aan de Waddenzeezijde

Het visbestand dat de spuicomplexen in de richting van de Waddenzee passeerde is, naast de referentienetten, bemonsterd met behulp van een grote visdichte vangconstructie aan de buitenzijde van het spuicomplex (afbeeldingen 2.2, 2.3 en 2.4), verder aangeduid als het grote vangtuig. Deze vangconstructie is aanvankelijk ingezet ten behoeve van kalibratie van de vangtuigregistratie op de sonarregistratie. Na afronding van de kalibratie is de vangconstructie bij reguliere waarnemingen ingezet.

De basis van het grote vangtuig bestaat uit een metalen raamwerk van 10 bij 4 m dat doorstroomopening van een spuikoker omsluit. Dit raamwerk is verstevigd met vakwerk en verticale dwarsverbindingen om weerstand te bieden aan de verschillende krachten die tijdens spuiperiodes in de koker bestaan. Het frame is in U-profielen geplaatst die met behulp van chemische ankers dicht achter de defensiebalk op de wanden van spuikoker 16 bevestigd zijn. Boven het raamwerk zijn kettingtakels aangebracht om het frame boven water te kunnen brengen. Voor aanvang van de spuiperiodes wordt een groot net aan het raamwerk bevestigd. Dit net heeft een totale lengte van 30 m een maaswijdte die van 120 mm bij het frame, via tussenstappen 80 mm, 40 mm, 30 mm naar 20 mm gestrekte maas achterin bij de trechter. Dit net was met dynema lijnen verstevigd. Aan het uiteinde van het net is een trechter bevestigd die over gaat in een flexibele slang. Deze slang verbindt het net met het ruim van een bunkerschip. De vis die in het net terechtkomt wordt door de waterstroom meegevoerd naar het ruim van het schip waar de vis tot aan de verwerking van de vangst wordt opgeslagen.

Op bemonsteringsdagen werd het grote vangtuig voor aanvang van de spuiperiode met behulp van dynema lijnen aan het raamwerk bevestigd, waarna het net via de trechter en de slang met het schip werd verbonden. Na afloop van de spuiperiode werd het net weer verwijderd en aan boord opgeslagen.

afbeelding 2.2. Net van het grote vangtuig en het bunkerschip bij aanvang van een spuiperiode



afbeelding 2.3. Het grote vangtuig aan de Waddenzeezijde voor aanvang van een spuiperiode



afbeelding 2.4. Het grote vangtuig aan de Waddenzeezijde tijdens een spuiperiode



2.1.4. Vangstmethode aan de IJsselmeerzijde

Het visbestand dat de Afsluitdijk in de richting van het IJsselmeer passeerde is aan de IJsselmeerzijde van het spuicomplex bemonsterd met behulp van twee fuikconstructies. Deze constructies zijn na afronding van de kalibratie ingezet bij de reguliere waarnemingen. In februari 2008 zijn de aanvankelijke vangconstructies beschadigd geraakt (zie bijlage IV) waarna deze zijn aangepast. Sinds maart 2008 zijn alle bemonsteringen van het intrekende visbestand met de aangepaste vangconstructie uitgevoerd.

De basis van de aangepaste vangconstructie bestaat, net als bij het grote vangtuig aan de Waddenzeezijde, uit een metalen raamwerk van 10 bij 4 m dat doorstroomopening van een spuikoker omsluit. De raamwerken zijn verstevigd met vakwerk en verticale dwarsverbindingen. Op elk raamwerk zijn drie trechters van fijnmazig gaas aangebracht (afbeelding 2.5). Deze zijn voorzien van een profiel waaraan een fuik voorzien van een klein raamwerk kon worden bevestigd (afbeelding 2.6). De raamwerken zijn in U-profielen geplaatst die met behulp van chemische ankers dicht achter de autobrug op de wanden van spuikokers 16 en 17 bevestigd zijn. Met behulp van elektrisch bediende kettingtakels kunnen de raamwerken boven water worden gebracht.

Voorafgaand aan elke bemonstering werden per spuikoker drie aalfuiken aangebracht op de trechters. De fuiken hadden een lengte van 7,8 m. De maaswijdte van deze fuiken liep terug van 24 mm via 22 mm naar 18 mm gestrekte maas. De fuiken werden door middel van ankerlijnen tegen de spuichecking in gespannen. Na afloop van de bemonsteringen werden de raamwerken met behulp van de lieren boven water gebracht, waarna de fuiken vanuit een sloep van de trechters werden losgekoppeld en aan boord werden gehaald.

afbeelding 2.5. Aangepaste opstelling waarbij het metalen frame van draadgaas trechters is voorzien



afbeelding 2.6. Fuiken voor aanvang van een bemonstering met de aangepaste opstelling



afbeelding 2.7. Mechanisme waarmee de drie fuiken aan een anker zijn verbonden



2.2. Uitvoering kokervergelijking en kalibratie

Van 27 november tot en met 18 december 2007 zijn waarnemingen gedaan voor de kokervergelijking. Deze kokervergelijking werd uitgevoerd in de drie meest westelijk gelegen deuren van het spuicomplex te Kornwerderzand. Deze deuren worden van west naar oost aangeduid als kokers 16, 17 en 18.

De kokervergelijking is uitgevoerd met behulp van de twee referentienetten en de sonar. De referentienetten en de sonarapparaten zijn tijdens de kokervergelijking verplaatst tussen de kokers 16, 17 en 18. De referentienetten zijn daarbij altijd in combinatie met een sonar ingezet. Het grote vangtuig aan de Waddenzeezijde is tijdens de kokervergelijking bij elke bemonstering ingezet in koker 16. Tijdens waarnemingen waarbij in koker 16 met zowel een referentienet als het grote vangtuig werd gevist, was het referentienet met behulp van de bevestigingskabels binnen het net van het grote vangtuig geplaatst. Zodoende stond het referentienet tussen het spuicomplex en het grote net. In tabel 2.1. is weergegeven wanneer de verschillende combinaties zijn beproefd. In afbeelding 2.8 zijn de verschillende inzetcombinaties schematisch weergegeven.

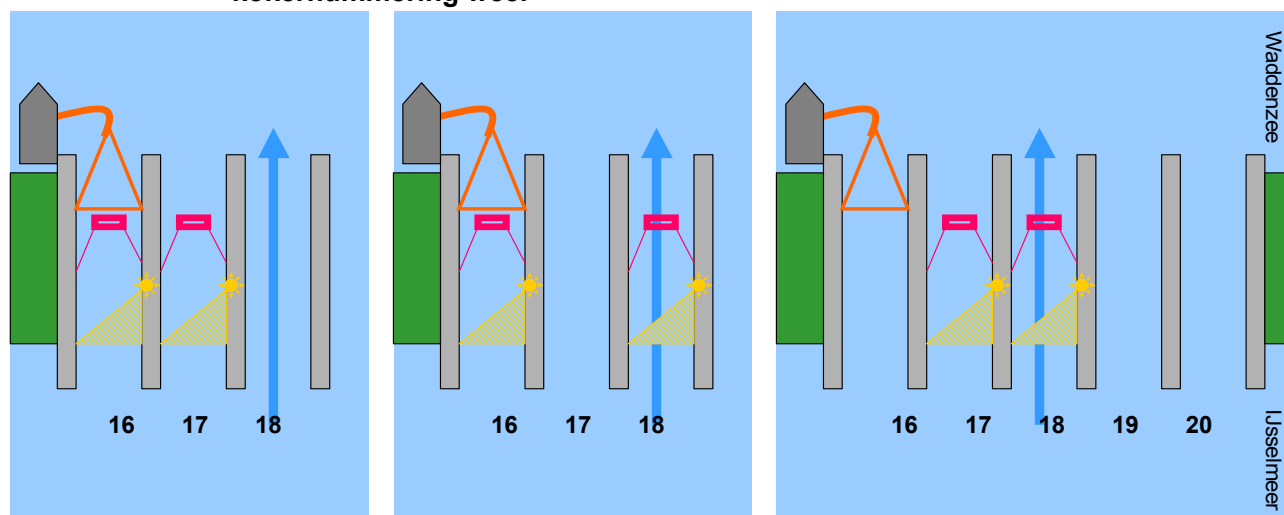
tabel 2.1. Uitgevoerde waarnemingen per vangtuig. Getallen verwijzen naar de spuikokers

datum	tijd	grote vangtuig	referentienet 1	referentienet 2	sonar 1	sonar 2
27-nov	15:10 - 19:00	16	16	17	16	17
28-nov	3:37 - 7:47	16	16	17	16	17
28-nov	15:54 - 19:34	16	16	17	16	17
29-nov	4:50 - 8:20	16	16	17	16	17
29-nov	18:10 - 19:20	16	16	18	16	18
30-nov	7:16 - 8:56	16	16	18	16	18
30-nov	17:37 - 21:07	16	16	18	16	18
01-dec	6:40 - 7:50	16	17	18	17	18
04-dec	19:30 - 1:40	16	17	18	17	18
05-dec	9:30 - 13:40	16	17	18	17	18
17-dec	16:00 - 23:45	16	17	18	16*	18
18-dec	6:00 - 11:15	16	17	18	16*	18

* in verband met de vergelijking tussen sonar en vangtuig uitgevoerd in 16 i.p.v. 17

Op de waarnemingsdagen zijn gedurende één etmaal waarnemingen gedaan. Dit betekent dat de waarnemingen twee achtereenvolgende spuiperioden beslaan. De resultaten van de verschillende spuiperioden zijn als afzonderlijke waarnemingen beschouwd.

afbeelding 2.8. Schematische weergave van toegepaste opstellingen tijdens de kokervergelijking. Oranje symbolen verbeelden het grote vangtuig; grijze symbolen verbeelden het bunschip; roze symbolen staan voor de referentienetten; gele symbolen verbeelden de sonarapparatuur en –bundel; zwarte cijfers geven de kokernummering weer



2.3. Reguliere waarnemingen

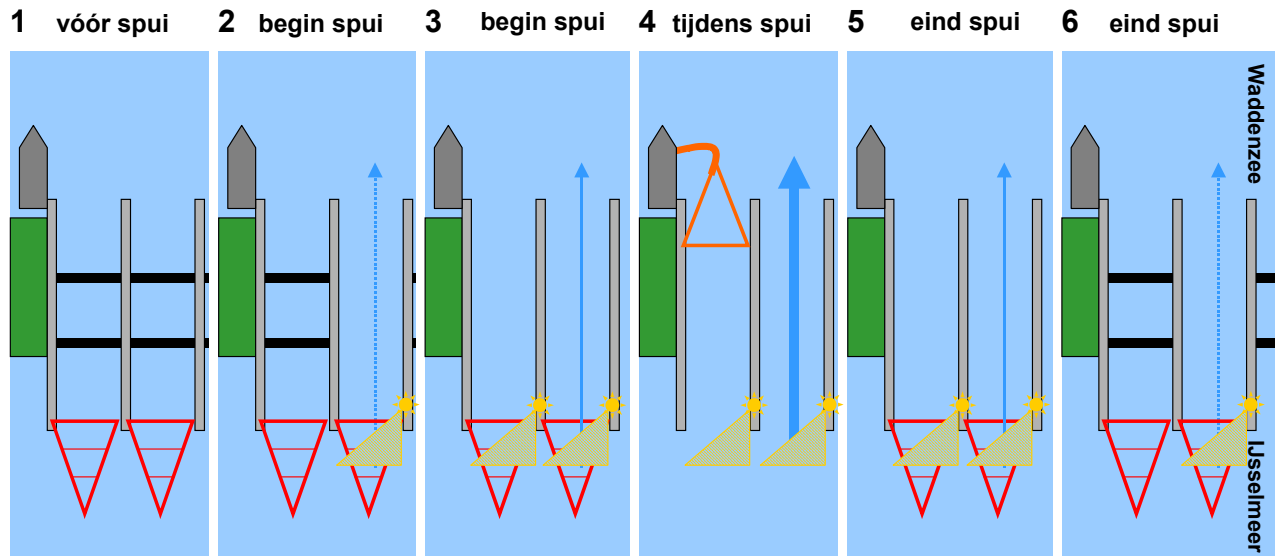
Tijdens de reguliere waarnemingen is gebruik gemaakt van een gecombineerde inzet van sonar- en vangtuigregistratie. De sonar is hierbij ingezet om met hoge frequentie kwantitatieve gegevens over het passerende visaanbod te krijgen. Per maand zijn gemiddeld gedurende 5 etmalen waarnemingen met de sonar uitgevoerd. Tijdens 2 van deze etmalen zijn eveneens netbemonsteringen uitgevoerd. Met de netbemonsteringen worden zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens verkregen. Voor de gecombineerde inzet van sonar en vangtuigen is gekozen om de kwalitatieve gegevens die met de vangtuigen verkregen zijn te kunnen extrapoleren naar de dagen waarop alleen sonar registraties zijn uitgevoerd.

Tijdens de waarnemingen waarop zowel de sonar als de vangconstructies zijn ingezet zijn de volgende stappen doorlopen (zie ook afbeelding 2.9):

1. voor aanvang van de spuiperioden zijn de fuiken aan de IJsselmeerzijde van de spuiokers geplaatst;
2. bij gelijk peil werd één van de spuiokers waarachter een fuik stond opgesteld geopend. Vervolgens konden intrekende vissen worden geregistreerd;
3. bij 10 centimeter peilverschil werden ook de andere spuiokers geopend;
4. zodra de stroming toenam en te sterk werd voor stroomopwaartse migratie werden de deuren van de kokers 16 en 17 korte tijd gesloten zodat de fuiken gelicht en boven water gebracht konden worden. Gelijktijdig werd de vangconstructie aan de Waddenzeezijde achter spuioker 16 geplaatst, waarna de deuren weer geopend werden. De stroomafwaarts passerende vis is vervolgens met behulp van de vangconstructie aan de Waddenzeezijde opgevangen;
5. zodra het tij opkwam en de stroomsnelheid bijna laag genoeg was om intrek mogelijk te maken, werden de spuiokers 16 en 17 korte tijd gesloten. Vervolgens werd de vangconstructie aan de Waddenzeezijde opgehaald en zijn de fuiken aan de IJsselmeerzijde in de spuiokers geplaatst. Daarna werden de deuren weer geopend;
6. zodra het peilverschil slechts 10 centimeter bedroeg werden de schuiven op één na allemaal gesloten. De laatste schuif werd gesloten zodra de peilen aan weerszijden van de spuisluizen gelijk wa-

ren (peilverschil is 0 centimeter). Tot slot zijn de fuiken gelicht en werd de sonarapparatuur uitgeschakeld.

afbeelding 2.9. Schematische weergave van de gecombineerde inzet van waarnemingsmethoden bij het sluizencomplex te Kornwerderzand. De rode symbolen staan voor de fuikconstructies, de gele symbolen geven de inzet van de sonarapparaten weer, het oranje symbool verbeeldt de vangconstructie en het donker grijze vlak geeft de positie van het bunkerschip weer



2.4. Tijdschema in relatie tot getij, maan en seizoenen

Bij aanvang van het onderzoek is er vanuit gegaan dat het visaanbod welke het spuicomplex passeert door de tijd heen sterke variaties vertoont en afhankelijk is van een groot aantal factoren. De windsterkte en -richting, hoogte van de waterafvoer, maanstand, getij, tijdstip op de dag en het seizoen werden aangeduid als vermoedelijk de belangrijkste factoren. Omdat enkele van deze factoren zich niet laten voorspellen zijn de waarnemingen zoveel mogelijk volgens een vooraf opgesteld schema verlopen. In dit schema zijn per maand zeven potentiële waarnemingsdagen geselecteerd, waarvan 4 dagen in de eerste week van elke maand en 3 dagen in de derde week van elke maand. De waarnemingen zijn zoveel mogelijk op de potentiële waarnemingsdagen uitgevoerd. Om in te kunnen spelen op bijzonderheden zijn vrij inzetbare dagen ingesteld die buiten de 'vaste intervallen' om ingezet konden worden.

2.5. Verwerking van netvangsten

De visvangsten in het ruim van het bunkerschip zijn telkens aan het eind van de spuiperiode uit het ruim geschept ten behoeve van verwerking van de vangsten. Op vrijdag 30 november is het ruim echter al gedurende de spuiperiode geleegd door met intervallen van 15 minuten het ruim leeg te scheppen. Na elke spuiperiode zijn de referentienetten geleegd ten behoeve van verwerking van de vangsten.

De gevangen vis is op soort gesorteerd en gemeten (cm totaallengte). Grote vangsten zijn eerst in functionele soort- en lengtegroepen gesorteerd, waarna op basis van gewicht een monster is genomen. De vissen in het monster zijn vervolgens gemeten. Om de verwerking van de vangsten te vereenvoudigen is geen onderscheid gemaakt tussen haring en sprot. Bij de uitwerking van de gegevens zijn vissen van beide soorten aangeduid als haring.

afbeelding 2.10. Verwerking van vangsten uit het grote vangtuig aan boord van de kotter ME1



2.6. Statistische toetsing

De resultaten van de waarnemingen zijn statistisch getoetst met een one-way ANOVA (Univariate Analysis of Variance) om te onderzoeken of tussen de diverse spuikokers verschillen bestaan in het aantal vissen dat per spuiperiode is waargenomen. Vervolgens is een Tukey post-hoc test uitgevoerd om te bepalen tussen welke groepen de gevonden verschillen bestaan.

Om te bekijken of er verschillen in vangstsamenstelling in de verschillende kokers bestaan zijn de aandelen van elke soort aan de totale vangst per referentienet bekeken met een one-way ANOVA gevolgd door een Tukey post-hoc test om te bepalen tussen welke groepen de gevonden verschillen bestaan. Verschillen in vangstsamenstelling tussen koker 16 en het grote vangtuig zijn statistisch getoetst met t-toetsen.

Met behulp van Pearson correlaties is vastgesteld of er correlaties bestaan tussen het spuidebiet en het aantal vissen dat met de netten gevangen is of met de sonar waargenomen is. Dit is zowel voor alle soorten samen als per vissoort uitgevoerd.

Alle statistische bewerkingen zijn uitgevoerd met het statistisch pakket SPSS 14.0. Statistische verschillen worden geaccepteerd bij een significantie niveau van $P \leq 0,05$. Foutbalken in de figuren geven de standaard fout (standard error of the mean) weer.

2.7. Complicaties tijdens het onderzoek

sonar

Na de uitvoering van de kokervergelijking is de sonar richting de landhoofden verplaatst. Op deze locatie is de stroming minder turbulent waardoor minder interferentie van stroming op de resultaten optreedt. Bij de aangepaste opstelling bleken de fuiken bij gelijktijdige inzet als in de sonar in het sonarbeeld zichtbaar te zijn. Omdat het sonarbeeld door de fuiken verstoord zijn de intrekmetingen met sonar en fuiken sinds de verplaatsing op afzonderlijke momenten uitgevoerd.

De sonarresultaten van 1, 4 en 5 december 2007 zijn niet verwerkt omdat deze waarnemingen met de suboptimale opstelling van de sonar verkregen zijn.

Op 20 december 2007 zijn de gegevens van de sonar door een stroomstoring verloren gegaan.

vangtuigen

overlast door vorst

Door het opvriezen van de fuiken direct na bemonsteringen werden de fuikwaarnemingen in de voorjaarsperiode ernstig bemoeilijkt. Deze waarnemingen zijn daarom pas op 29 januari 2008 gestart.

Eind december 2008 moesten de vangsten opnieuw worden gestaakt vanwege een invallende vorstperiode. Gedurende de eerste weken van 2009 waren bemonsteringen niet mogelijk als gevolg van kruisend ijs en ijsgang in het gespuide water. Bij de hervatting van de bemonsteringen bleek er schade aan de vangconstructies te zijn als gevolg van het ijs. Zo waren onder meer ankerlijnen verdwenen. In de periode na de ijsgang is slechts met de fuikconstructie aan de IJsselmeerzijde van spuikoker 16 gevist omdat het anker van de vangconstructie bij koker 17, ondanks herhaalde pogingen, niet gelokaliseerd was.

schade IJsselmeerzijde

Bij de fuikbemonsteringen op 7 en 8 februari 2008 zijn de aanvankelijke opstellingen van de fuiken ernstig beschadigd geraakt:

- bij de bemonstering in de nacht van 7 op 8 februari weigerde de noordelijke deur in koker 16 te sluiten, waardoor de fuikconstructie niet kon worden gelicht en de constructie aan een te hoge stroming is blootgesteld. Hierdoor is de fuik losgeschoten en zijn fuik en bevestigingsframe beschadigd geraakt;
- bij bemonstering in de avond van 8 februari is alleen gebruik gemaakt van de fuik in koker 17. Aan het eind van de spuiperiode werd deur 17 gesloten om de fuiken te kunnen plaatsen. In dit tijdsbestek is het waterpeil door aanstroom van water uit het IJsselmeer zodanig opgelopen dat het peilverschil ± 30 cm betrof. Daardoor ontstond een hoge stroomsnelheid en heeft de ankerlijn het begeven. Als gevolg hiervan is het bevestigingsframe ernstig verbogen en onbruikbaar geworden (afbeelding 2.4).

overlast door plantenresten

Sinds het begin van de maand september 2008 waren er grote hoeveelheden afgestorven planten in het gespuide water aanwezig. Op 22 augustus werd zoveel plantaardig materiaal (voornamelijk sche-defonteinkruid) in het grote vangtuig aan de Waddenzeezijde gevangen waardoor de (water-)druk op het vangtuig dusdanig hoog opliep dat de dynema lijnen, waarmee het net aan de vangconstructie bevestigd was, braken. Dit duidt erop dat de druk tot enkele tonnen was opgelopen. Dit werd direct in verband gebracht met de aanwezigheid van het plantaardig materiaal. Om schade aan de vangtuigen en het complex als gevolg van de vangst van grote hoeveelheden plantaardig materiaal bij de bemonsteringen te voorkomen, zijn de bemonsteringen aan weerszijden van de dijk opgeschort tot de hoeveelheid plantaardig materiaal in het water van het IJsselmeer af nam.

2.8. Vertaling van vangsten en sonar gegevens naar totaal aanbod

Op basis van de gegevens van de netvangsten en de sonarwaarnemingen is een inschatting gemaakt van het totaal aantal vissen dat het spuicomplex te Kornwerderzand gedurende de onderzoeksperiode is gepasseerd.

2.8.1. Intrek en terugkeer

In de proefopzet is ervan uitgegaan dat een inschatting van het totale aantal intrekkende vissen gemaakt zou kunnen worden door de gegevens Voor De bepaling van het totale intrekkende bestand door gelijktijdige kwalitatieve (fuiken) en kwalitatieve waarnemingen (sonar) bleek niet mogelijk met behulp van de gebruikte waarnemingsmethoden. Ten eerste omdat voor een opstelling is gekozen waarbij gelijktijdige waarneming van binnenkomende vissen met vangtuigen en sonar niet mogelijk was. Daarnaast bleek slechts tijdens een beperkte periode intrek van vis waargenomen te worden met de sonar, terwijl in deze periode door technische complicaties geen bemonsteringen met de fuiken zijn uitgevoerd.

2.8.2. Uittrek en uitspoeling

Slechts op een beperkt aantal dagen zijn netbemonsteringen en sonarwaarnemingen uitgevoerd. De gegevens van deze waarnemingen zijn daarom geëxtrapoleerd naar de overige dagen binnen de onderzoeksperiode om een inschatting van het totale gepasseerde bestand te kunnen maken. Hierbij zijn de volgende aannames gemaakt:

- het aantal vissen dat per spuivolume passeert tussen twee opvolgende sonarwaarnemingen is gelijk aan het aantal vissen dat tijdens de voorafgaande sonarwaarneming per spuivolume is gepasseerd;
- de verdeling van de totale vangst over de diverse aanwezige vissoorten is tussen twee opeenvolgende netbemonsteringen gelijk aan de soortverdeling in de voorafgaande netvangst.

De basis voor de berekening wordt gevormd door de gegevens over de visdichtheid in het gespuide water (in aantal per 1.000 m³ water) die met behulp van de sonar verkregen zijn. De visdichtheid per spuivolume is vervolgens verrekend met het totale spuivolume dat volgens de opgave van Rijkswaterstaat (dhr. Oude-Voshaar) via het spuicomplex geloozd is gedurende de betreffende spuiperiode. Voor de dagen tot aan de volgende sonarwaarneming is de dichtheid van de voorafgaande sonarwaarneming gebruikt. Ook voor deze dagen is de visdichtheid vermenigvuldigd met het opgegeven spuivolume. Door de verkregen waarden voor de dagen binnen de onderzoeksperiode te sommeren is een ruwe inschatting van totaal aantal uittrekkende en uitspoelende vissen verkregen.

De indruk van de verdeling van het totaal aantal uittrekkende en uitspoelende vissen over de diverse vissoorten is verkregen door extrapolatie van de gegevens uit de netvangsten. Voor de dagen waarop netvangsten zijn uitgevoerd is het aandeel van elke soort aan de vangst berekend. Voor de spuiperiodes tussen twee opeenvolgende bemonsteringen in zijn de gegevens van de voorafgaande bemonstering gebruikt. Omdat uit de gegevens blijkt dat er binnen etmalen grote verschillen in aanbod kunnen bestaan tussen spuiperiodes die overdag en 's nachts vallen, is onderscheid gemaakt tussen dag en nacht bemonsteringen. Voor spuiperiodes gedurende de dag is de soortverdeling van de voorafgaande dagbemonstering gebruikt, terwijl voor spuiperiodes gedurende de nacht gebruik is gemaakt van de gegevens van de voorafgaande nacht bemonstering. Zodoende is voor alle dagen binnen de onderzoeksperiodes een verdeling van het aanbod over de diverse vissoorten bepaald. Deze aantallen zijn vervolgens vermenigvuldigd met het berekende aantal uittrekkende en uitspoelende vissen per dag om voor alle dagen een inschatting van het aantal uittrekkende vissen per soort te verkrijgen. Door deze aantallen voor alle dagen bij elkaar op te tellen is een totaal aantal uittrekkende of uitspoelende vissen per soort verkregen voor de gehele onderzoeksperiode.

3. KOKERKEUZE

In de Afsluitdijk zijn twee spuicomplexen aanwezig, de Stevinsluizen nabij Den Oever en de Lorentzsluizen nabij Kornwerderzand. Voor de uitvoering van het project is het complex van Kornwerderzand gekozen vanwege de ligging in de nabijheid van de beoogde locatie voor het toekomstige derde spuilsuizencomplex.

De Lorentzsluizen bij Kornwerderzand bestaan uit twee groepen van elk vijf spuikokers. Deze zijn van west naar oost genummerd van 16 tot en met 25. Vooraf is vastgesteld dat de voornaamste inspanning gericht moet zijn op de meest westelijke spuikoker, nummer 16. De voornaamste redenen hiervoor zijn dat deze spuikoker het dichtst bij de beoogde locatie voor het derde spuicomplex ligt en dat de vispassage in het ontwerp van het derde spuicomplex aan de meest westelijke zijde, dus naast de buitenste spuikoker, is gepland. Het onderzoek in koker 16 van het spuicomplex te Kornwerderzand zal daardoor de meest relevante informatie opleveren over het visaanbod dat bij de vispassage van het toekomstige derde spuicomplex verwacht kan worden. Een andere reden voor de keuze van koker 16 was dat alleen het gebruik van één van de buitenste kokers een stromingsarme ligplaats bood voor het bunkerschip dat bij de bemonsteringen aan de Waddenzeezijde is ingezet.

3.1. Vergelijking van aanbod in aantallen

Om te bepalen of het visaanbod in koker 16 representatief is voor het aanbod in de naastgelegen kokers is in de eerste fase van het onderzoek een vergelijking gemaakt door bemonsteringen met sonar en referentienetten te maken. Deze vergelijking richtte zich op de spuikokers 16, 17 en 18.

3.1.1. Sonar

In tabel 3.1. is de omvang van het visbestand weergegeven dat met de sonar is waargenomen. In tabel 3.2. zijn dezelfde gegevens weergegeven na correctie voor het spuidebiet. In beide tabellen zijn data van zowel voor als na de optimalisatie van de sonar weergegeven. Vanwege het verschil in opstelling tussen de waarnemingen is geen statistische toetsing uitgevoerd. Toetsing van de gegevens die voor 1 december zijn verkregen heeft laten zien dat er geen statistische verschillen tussen de kokers zijn.

tabel 3.1. Sonarwaarnemingen per koker en spuiperiode in aantal vissen en totaalgewicht. Cursief gedrukte waarden betreffen metingen van voor de optimalisatie van de opstelling

datum	tijd	16		17		18	
		n	kg	n	kg	n	kg
27-nov 2007	15:10 - 19:00	6144	177	9746	442		
28-nov 2007	3:37 - 7:47	6206	341	7752	165		
28-nov 2007	15:54 - 19:34	279	5446	2835	50		
29-nov 2007	4:50 - 8:20	9098	305	3083	820		
29-nov 2007	18:10 - 19:20	13509	151			5725	64
30-nov 2007	7:16 - 8:56	5606	82			6323	218
30-nov 2007	17:37 - 21:07	6282	174			3264	298
01-dec 2007		<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>			<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>
04-dec 2007				<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>
05-dec 2007				<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>
17-dec 2007	16:00 - 23:45	140841	842			104320	556
18-dec 2007	6:00 - 11:15	40666	244			36432	88

n.b. = resultaten zijn niet verwerkt vanwege een suboptimale opstelling van de sonar

tabel 3.2. Sonarwaarnemingen per koker en spuiperiode in aantal vissen en totaalgewicht per 1000m³ gespuid water. Cursief gedrukte waarden betreffen metingen van voor de optimalisatie van de opstelling

datum	tijd	16		17		18	
		n	kg	n	kg	n	kg
27-nov 2007	15:10 - 19:00	3,2	0,1	5,0	0,2		
28-nov 2007	3:37 - 7:47	4,1	0,2	3,7	0,1		
28-nov 2007	15:54 - 19:34	0,2	3,4	1,6	0,0		
29-nov 2007	4:50 - 8:20	7,1	0,2	2,3	0,6		
29-nov 2007	18:10 - 19:20	32,6	0,4			13,1	0,1
30-nov 2007	7:16 - 8:56	9,7	0,1			10,0	0,3
30-nov 2007	17:37 - 21:07	5,5	0,2			2,2	0,2
01-dec 2007		<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>			<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>
04-dec 2007				<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>
05-dec 2007				<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>
17-dec 2007	16:00 - 23:45	20,8	0,1			19,9	0,1
18-dec 2007	6:00 - 11:15	5,6	0,0			6,7	0,0

n.b. = resultaten zijn niet verwerkt vanwege een suboptimale opstelling van de sonar

3.1.2. Referentienetten

In tabel 3.3 zijn de vangstgroottes per spuiperiode weergegeven voor de referentienetten. In tabel 3.4 zijn dezelfde gegevens weergegeven na correctie voor het spuivolume. Statistische toetsing van de vangstgrootte per spuivolume laat zien dat er geen statistische verschillen tussen de spuiperioden zijn.

tabel 3.3. Vangsten in referentienetten in aantal vissen en totaalgewicht

datum	tijd	16		17		18	
		n	kg	n	kg	n	kg
27-nov 2007	15:10 - 19:00	205	1	221	1		
28-nov 2007	3:37 - 7:47	805	2,5	243	1		
28-nov 2007	15:54 - 19:34	660	2	206	0,75		
29-nov 2007	4:50 - 8:20			91	0,75		
29-nov 2007	18:10 - 19:20	72	0,5			237	1
30-nov 2007	7:16 - 8:56	180	1,5			77	0,75
30-nov 2007	17:37 - 21:07					172	3,2
01-dec 2007	6:40 - 7:50	0	0			0	0
04-dec 2007	19:30 - 01:40			1933	8	6344	18
05-dec 2007	9:30 - 13:40			118	0,6	113	0,3
17-dec 2007	16:00 - 23:45			2591	14	1691	12
18-dec 2007	6:00 - 11:15			225	1,8	326	2,5

tabel 3.4. Vangsten in referentienetten per koker en spuiperiode in aantal vissen en totaalgewicht per m³ gespuid water

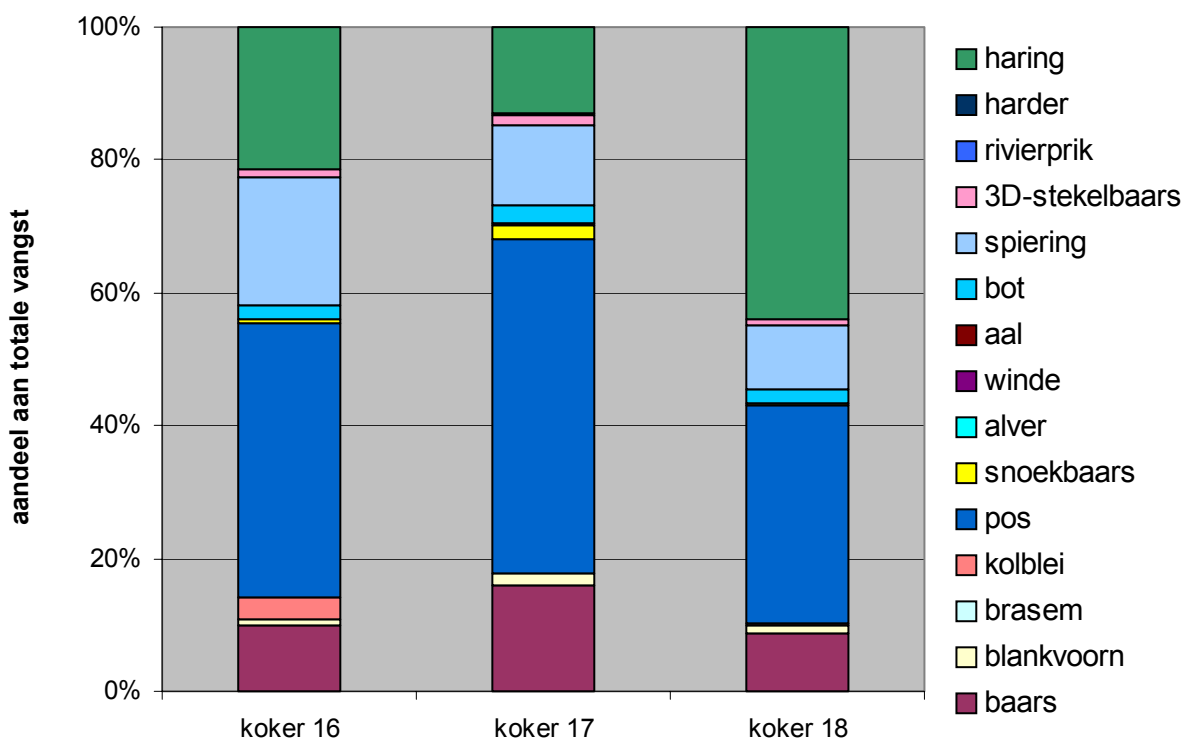
datum	tijd	16		17		18	
		n	kg	n	kg	n	kg
27-nov 2007	15:10 - 19:00	0,108	0,001	0,113	0,001		
28-nov 2007	3:37 - 7:47	0,531	0,002	0,116	0,000		
28-nov 2007	15:54 - 19:34	0,413	0,001	0,118	0,000		
29-nov 2007	4:50 - 8:20			0,069	0,001		
29-nov 2007	18:10 - 19:20	0,174	0,001			0,541	0,002
30-nov 2007	7:16 - 8:56	0,313	0,003			0,122	0,001
30-nov 2007	17:37 - 21:07					0,117	0,002
01-dec 2007	6:40 - 7:50	0,000	0,000			0,000	0,000
04-dec 2007	19:30 - 01:40			0,315	0,001	1,033	0,008
05-dec 2007	9:30 - 13:40			0,055	0,000	0,018	0,000
17-dec 2007	16:00 - 23:45			0,383	0,002	0,231	0,002
18-dec 2007	6:00 - 11:15			0,043	0,000	0,060	0,000

3.2. Vergelijking van aanbod in samenstelling

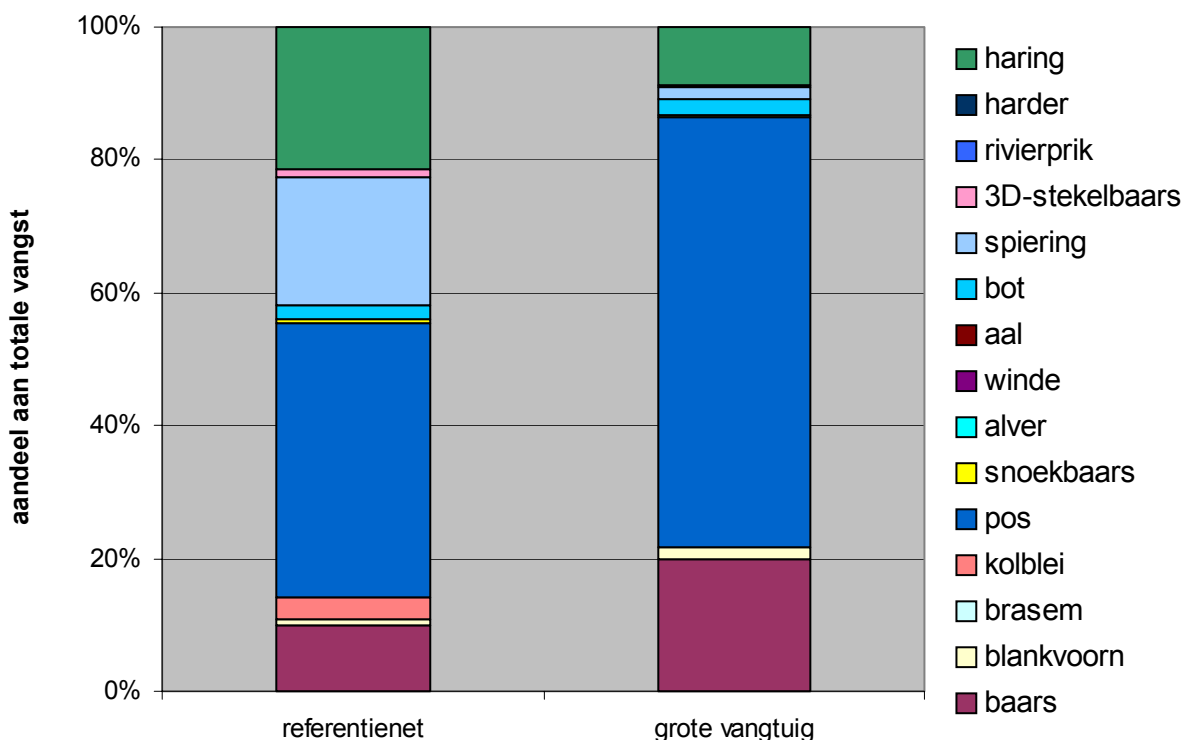
De samenstelling van het visbestand is zowel met behulp van de referentienetten als met het grote vangtuig bepaald.

In afbeelding 3.1 is de verdeling van de totale vangst per spuijoker over de aangetroffen soorten weer-gegeven. Uit statistische toetsing is gebleken dat er geen significante verschillen in het aandeel van elke gevangen soort aan de vangst in de drie bemonsterde kokers bestaan.

afbeelding 3.1. Soortensamenstelling van vangsten in referentienetten per spuijoker



afbeelding 3.2. Soortensamenstelling van vangsten in koker 16 met referentienet en grote vangtuig

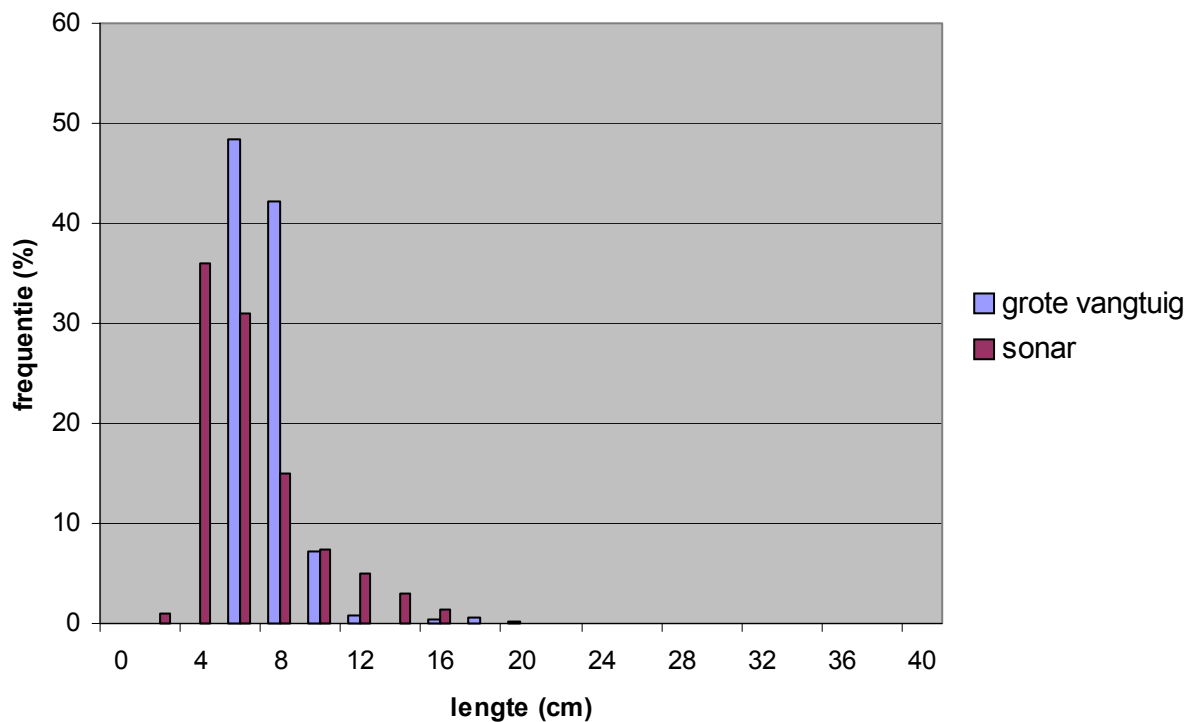


De verdeling van het totale vangstaantal over de verschillende soorten is in afbeelding 3.2 weergegeven voor zowel het referentienet in koker 16 als voor het grote vangtuig dat eveneens in koker 16 is geplaatst. De verschillen in het aandeel van de verschillende vissoorten wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het referentienet midden in de spuistroom stond waardoor een onderschatting is gemaakt van het aandeel van de vissoorten die vooral langs de zijanten of bodem van de spuikoker passeerden. De waargenomen verschillen in vangstsamenstelling tussen het referentienet en het grote vangtuig in koker 16 zijn niet statistisch significant.

3.3. Lengtefrequentieverdeling

Om een vergelijking te kunnen maken tussen het visbestand dat de sonar waarneemt en de vangsten die in de netten zijn aangetroffen zijn in afbeelding 3.3 lengtefrequentieverdelingen weergegeven voor de avond van 19 december voor respectievelijk de sonar en het grote vangtuig. Uit de afbeelding blijkt dat de verdeling in grote mate overeenkomt.

afbeelding 3.3. Lengtefrequentieverdeling van het visbestand dat koker 16 op de avond van 19 december 2007 gepasseerd is volgens de inschatting van de sonar en volgens de vangst in het grote vangtuig



3.4. Conclusies met betrekking tot de kokerkeuze

Uit de paragrafen 3.1.1 en 3.1.2 komt naar voren dat er op basis van de bemonsteringen met de referentienetten geen verschillen in de omvang van het passerende visbestand zijn vastgesteld tussen de onderzochte spuiokers. Dit hangt onder meer samen met de grote variatie in vangstgrootte tussen de diverse bemonsteringen. Ook blijken er geen verschillen in de soortensamenstelling van het visaanbod in de kokers 16, 17 en 18 te bestaan. Pos, baars en haring blijken in elk van de drie onderzochte spuiokers het sterkst te zijn vertegenwoordigd in de vangsten.

Op basis van deze resultaten is geconcludeerd dat de vangsten in elk van de onderzochte kokers representatief is voor de vangsten in de andere onderzochte kokers. Dit betekent dat de vangstresultaten in koker 16 wat betreft de uittrek van vis richting de Waddenzee kunnen worden geëxtrapoleerd naar de spuiokers 17 en 18. Bij de verdere uitvoering van het project zijn alleen intrekwaarnemingen gedaan in de kokers 16 en 17 en zijn de uittrekwaarnemingen beperkt tot koker 16.

4. RESULTATEN INTREK EN TERUGKEER

4.1. Vangsten aan IJsselmeerzijde

4.1.1. Totaal overzicht

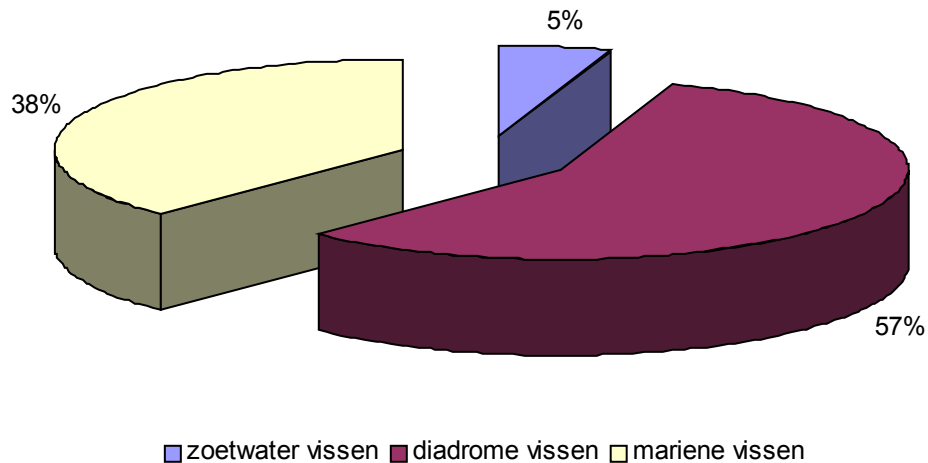
In de onderzoeksperiode tot 1 juni 2009 zijn in totaal 49 bemonsteringen uitgevoerd, waarvan 35 bemonsteringen bij regulier spuibeheer in koker 16 en 17 bemonsteringen bij verlengd spuibeheer in koker 17. Bij de bemonsteringen zijn in totaal 16 vissoorten gevangen. In tabel 4.1 is per soort het totaal aantal intrekende en/of terugkerende vissen weergegeven, evenals het aantal vissen dat gemiddeld per spuiperiode is binnenge trokken.

tabel 4.1. Totaal aantal gevangen intrekende vissen per vissoort

vissoort	koker 16 (regulier spuibeheer)		koker 17 (verlengd spuibeheer)		totaal
	aantal	aantal per spuiperiode	aantal	aantal per spuiperiode	
aantal bemonsteringen	35		17		44
<i>zoetwatervissen</i>					
baars	275	7,9	138	8,1	413
blankvoorn	99	2,8	31	1,8	130
brasem	13	0,4	9	0,5	22
pos	385	11,0	47	2,8	432
snoekbaars	7	0,2	7	0,4	14
winde	8	0,2	2	0,1	10
alver	2	0,1	0	0,0	2
<i>diadrome vissen</i>					
aal	2	0,1	0	0,0	2
bot	363	10,4	340	20,0	703
houting	1	0,0	7	0,4	8
spiering	5.416	154,7	840	49,4	6.256
driedoornige stekelbaars	3.815	109,0	64	3,8	3.879
rivierprik	2	0,1	0	0,0	2
<i>brakwater- en zeevissen</i>					
harder	3	0,1	1	0,1	4
haring	1.933	55,2	5.254	309,1	7.187
zeeprik	1	0,0	0	0,0	1
totaal	12.325	352,1	6.740	396,5	19.065

Uit de tabel komt naar voren dat spiering, driedoornige stekelbaars en haring (en/of sprot) het grootste aandeel aan het intrekende visbestand hebben. De zoetwatersoorten blijken slechts een klein aandeel aan het totaal aantal intrekende vissoorten te hebben. Dit is grafisch weergegeven in afbeelding 4.1. De afbeelding toont dat slechts 5 % van het totaal binnenzwemmende visbestand uit zoetwatervissen bestaat. De diadrome vissoorten maken met 57 % het grootste deel van de binnentrekende vissen uit.

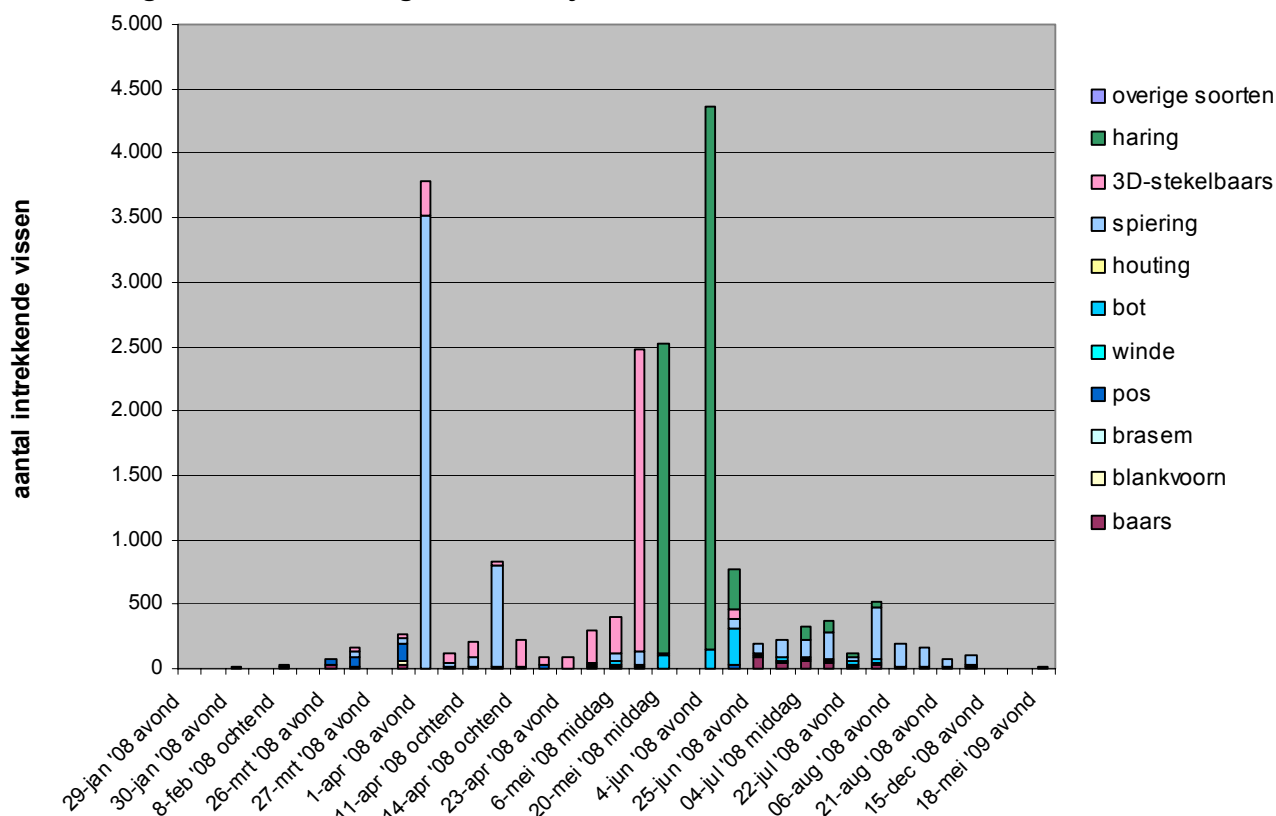
afbeelding 4.1. Aandeel van migratiegildes aan intrek en terugkeer



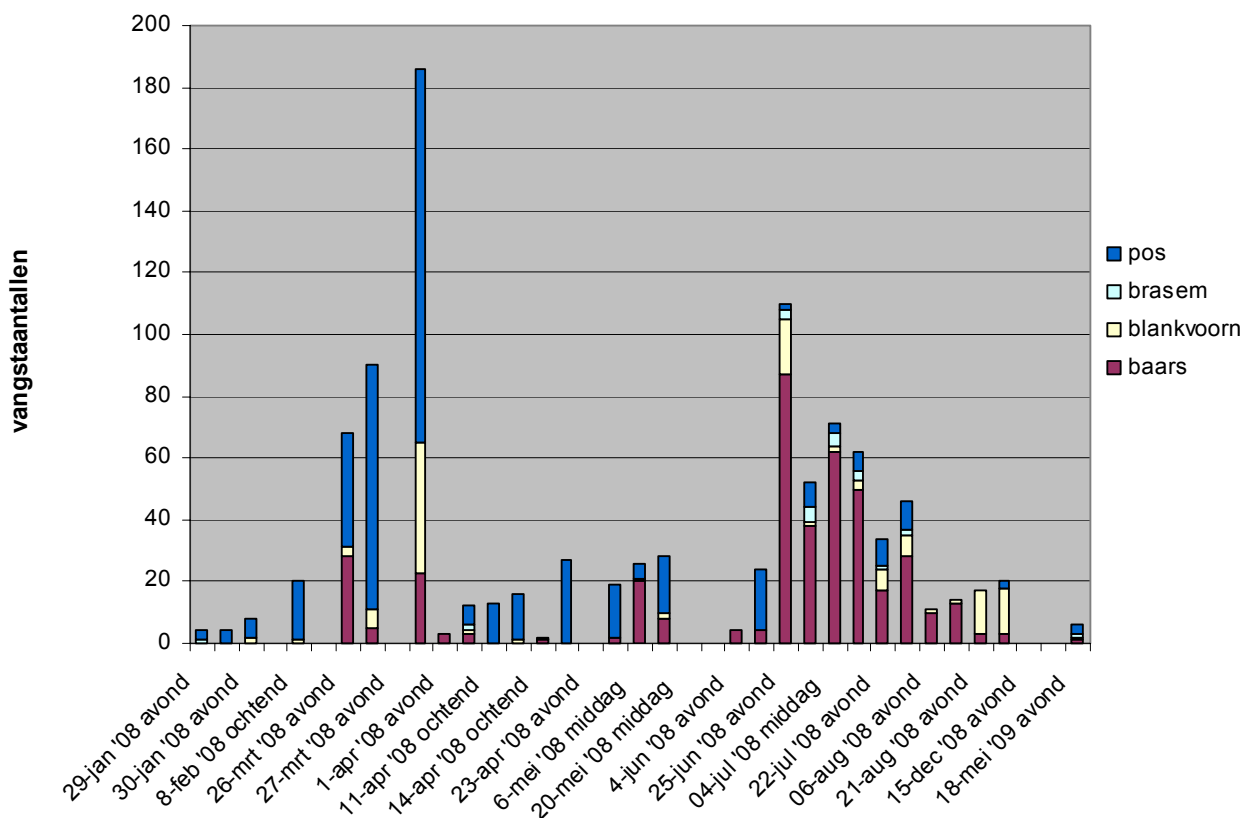
In afbeelding 4.2 is het verloop in de tijd van het aantal binnentrekkende vissen per vissoort weergegeven. De afbeelding laat zien dat het binnentrekken zeer pieksgewijs heeft plaatsgevonden. Het duidelijkst te onderscheiden zijn de pieken in de intrek van spiering, driedoornige stekelbaars en haring (en/of sprot). Het spieringbestand dat begin april introk bestond uit vissen in de lengteklassen van 6 tot 9 centimeter. Hieruit blijkt dat het jonge nog niet paairijpe spiering betrof. Eind april was er een groot aanbod aan binnentrekkende driedoornige stekelbaarzen. Dit betrof stekelbaarzen in de lengteklassen van 5 tot en met 8 centimeter. Bij deze lengte zijn stekelbaarzen diadroom, waardoor we kunnen aannemen dat dit actieve intrek betrof. De piek in de intrek van haring werd gevormd door 8 tot 10 centimeter lange vissen. Hieruit blijkt dat het jonge haring betrof.

Om het verloop van het binnentrekken van zoetwatervissen inzichtelijk te maken zijn de gegevens voor de vier meest voorkomende zoetwater vissen eveneens weergegeven in afbeelding 4.3. In deze afbeelding is zichtbaar dat ook in het binnentrekken van pos en baars duidelijke pieken zijn te herkennen. Lengtefrequentieverdelingen van de vangsten lieten zien dat het vooral jonge pos en baars betrof.

afbeelding 4.2. Intrek en terugkeer in de tijd



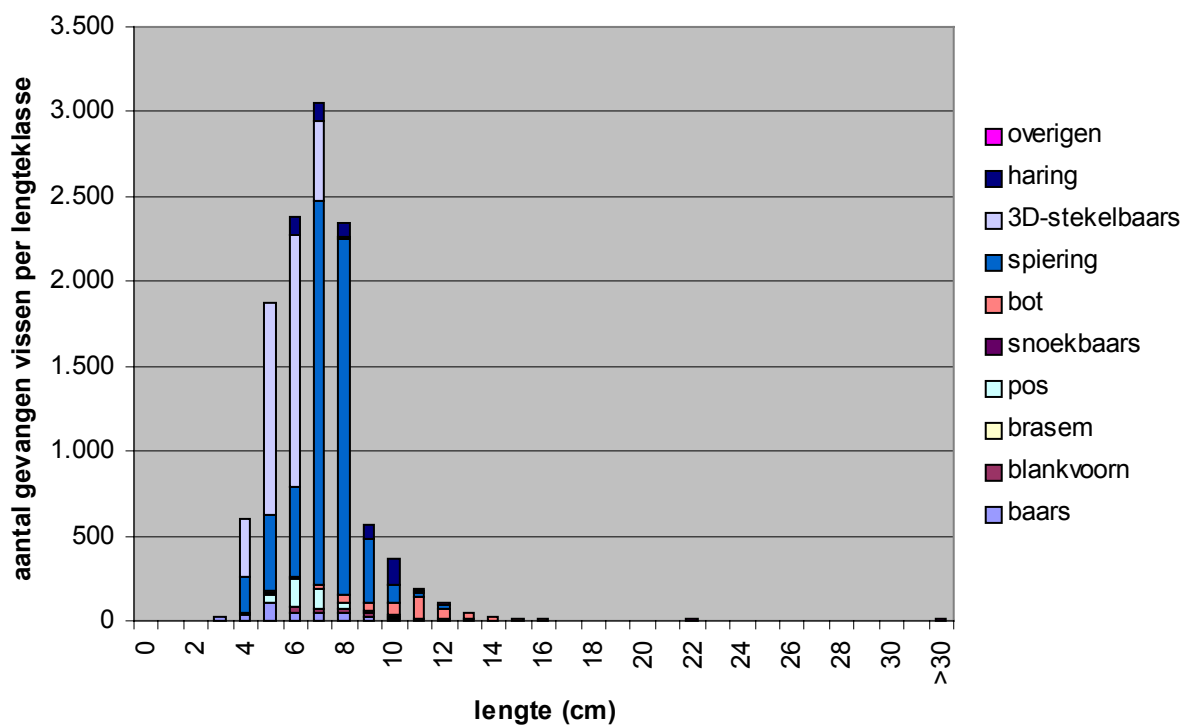
afbeelding 4.3. Intrek en terugkeer van enkele zoetwater soorten in de tijd



Afbeelding 4.4 laat lengtefrequentieverdeling van het totale binnentrekkende visbestand zien. Uit de afbeelding komt naar voren dat het overgrote deel van het visbestand bestaat uit vissen in de lengteklassen van 5 tot 8 centimeter. Spiering en driedoornige stekelbaars maken het grootste deel van het bestand in deze lengteklassen uit. Vissen met een lengte groter dan 15 centimeter zijn slechts in zeer geringe aantallen aangetroffen.

In bijlage III zijn lengtefrequentieverdelingen per vissoort opgenomen.

afbeelding 4.4. Lengtefrequentieverdeling van totale vangst aan binnentrekkende vissen



4.1.2. Vergelijking begin en eind spuiperiode

Zowel aan het begin als aan het einde van de spuiperiodes treden relatief lage stroomsnelheden op in de spuiokers, waardoor intrek mogelijk is. In tabel 4.2 is een overzicht opgenomen van het totaal aantal vissen dat per soort is binnengehaald. In deze tabel zijn voor zowel koker 16 als 17 alleen de waarnemingen opgenomen waarbij binnen dezelfde spuiperiode zowel aan het begin als eind een succesvolle fuikbemonstering heeft plaatsgevonden.

tabel 4.2. Totaal aantal gevangen intrekkende vissen per vissoort

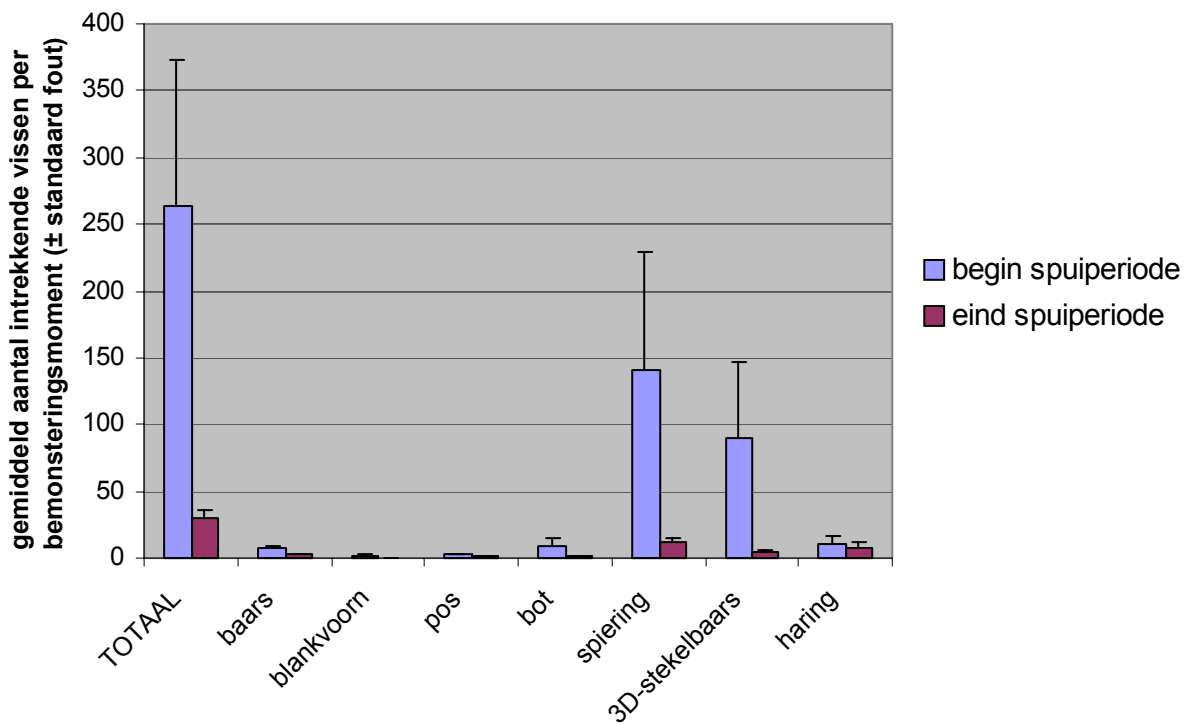
vissoort	koker 16 (regulier spuibeheer)			koker 17 (verlengd spuibeheer)		
	begin van spuiperiode	eind van spuiperiode	totaal van spuiperiode	begin van spuiperiode	eind van spuiperiode	totaal van spuiperiode
aantal bemonsteringen	27*	27*		13*	13*	
<i>zoetwatervissen</i>						
baars	187	60	247	100	38	138
blankvoorn	41	9	50	26	5	31
brasem	9	4	13	6	3	9
pos	82	56	138	32	8	40
snoekbaars	4	3	7	5	2	7
winde	5	1	6	2	0	2
alver	0	1	1	0	0	0
<i>diadrome vissen</i>						
aal	2	0	2	0	0	0
bot	178	32	210	197	36	233
houting	1	0	1	0	0	0
spiering	5.058	236	5.294	593	242	835
driedoornige stekelbaars	3.522	163	3.685	50	12	62
rivierprik	0	1	1	0	0	0
<i>brakwater- en zeevissen</i>						
harder	3	0	3	1	0	1
haring	310	222	532	134	70	204
zeeprik	1	0	1	0	0	0
totaal	9.403	788	10.191	1.146	416	1.562

*alleen de resultaten van waarnemingen zijn meegenomen waarbij zowel aan het begin als eind van dezelfde spuiperiode de bemonsteringen zijn uitgevoerd

In afbeelding 4.5 is voor de meest talrijke soorten het gemiddeld aantal intrekkende vissen per bemonstering weergegeven voor zowel koker 16 als 17, hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de bemonsteringen aan het begin en eind van de spuiperiode.

Door een grote variatie in het aanbod door de tijd, weergegeven door de grote foutbalken, is er geen sprake van significante verschillen tussen het aanbod aan het begin en eind van de spuiperiodes. Desondanks is zichtbaar dat er een duidelijke trend aanwezig is, waarbij voor de diadrome bot, spiering, driedoornige stekelbaars en haring geldt, dat het aantal vissen dat aan het begin van de spuiperiode binnentrekt over het algemeen hoger ligt dan het aantal vissen dat aan het eind van de spuiperiode binnen trekt. Daarmee lijkt het belangrijkste intrek moment voor zoetwater vissen te verschillen van het intrekmoment voor diadrome vissen. Ook voor de zoetwatervissen baars, blankvoorn en pos zijn aan het begin van de spuiperiode de meeste vissen binnengehaald, maar dit is minder duidelijk dan voor de spiering en driedoornige stekelbaars.

afbeelding 4.5. Vergelijking van het gemiddeld aantal vissen dat is binnen getrokken aan het begin en eind van de spuiperioden



afbeelding 4.6. Intrekende spiering en driedoornige stekelbaars



4.1.3. Effect verlengd spuibeheer op intrek en terugkeer

Om te onderzoeken of het verlengen van de spuiperiode resulteert in het binnentrekken van een aantal vissen zijn bemonsteringen uitgevoerd in koker 16 bij regulier spuibeheer (openen en sluiten bij 10 centimeter peilverschil) en in koker 17 bij verlengd spuibeheer (openen en sluiten bij gelijk peil). In tabel 4.3 is een overzicht opgenomen van het totaal aantal vissen dat per soort is binnengesloten. In deze tabel zijn voor zowel het begin als eind van de spuiperiode alleen de waarnemingen opgenomen waarbij binnen dezelfde spuiperiode zowel in koker 16 als 17 een succesvolle fuikbemonstering heeft plaatsgevonden.

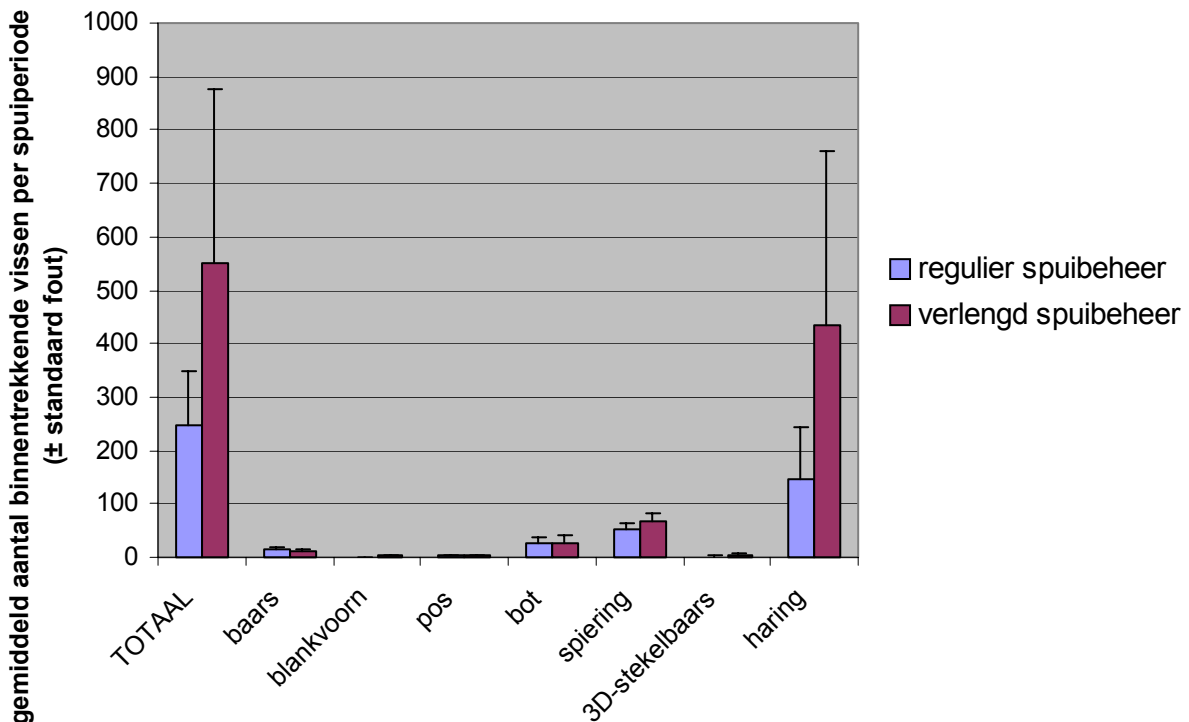
tabel 4.3. Totaal aantal gevangen intrekkende vissen per vissoort

vissoort	koker 16 (regulier spuibeheer)			koker 17 (verlengd spuibeheer)		
	begin van spuiperiode	eind van spuiperiode	totaal van spuiperiode	begin van spuiperiode	eind van spuiperiode	totaal van spuiperiode
aantal bemonsteringen	16*	12*		16*	12*	
<i>zoetwatervissen</i>						
baars	164	16	180	100	37	137
blankvoorn	34	5	39	26	5	31
brasem	7	2	9	6	3	9
pos	29	2	31	39	5	44
snoekbaars	4	3	7	5	2	7
winde	3	0	3	2	0	2
alver	0	0	0	0	0	0
<i>diadrome vissen</i>						
aal	2	0	2	0	0	0
bot	292	26	318	304	18	322
houting	1	0	1	7	0	7
spiering	521	188	709	598	228	826
driedoornige stekelbaars	14	0	14	52	0	52
rivierprik	0	0	0	0	0	0
<i>brakwater- en zeevissen</i>						
harder	3	0	3	1	0	1
haring	1.711	47	1.758	5.184	41	5.225
zeeprik	0	0	0	0	0	0
totaal	2.785	289	3.074	6.324	339	6.663

*alleen de resultaten van waarnemingen zijn meegenomen waarbij gelijktijdig bemonsteringen zijn in zowel koker 16 als koker 17

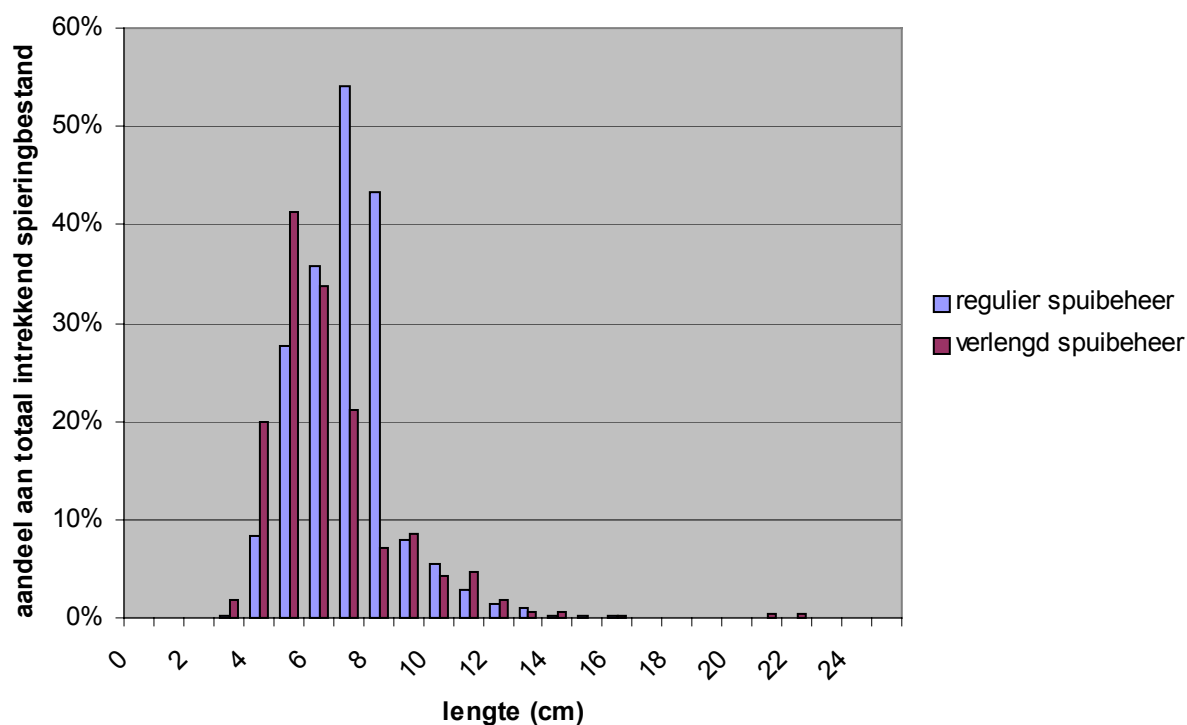
In afbeelding 4.7 is het gemiddeld aantal binnentrekkende vissen weergegeven voor beide vormen van spuibeheer. Hierbij is enkel uitgegaan van de 13 dagen waarop de intrek in beide kokers is bemonsterd. Uit afbeelding 4.7 blijkt dat het er gemiddeld meer pos, bot, spiering, driedoornige stekelbaars en blik (haring/sprot) is binnengesloten bij verlengd spuibeheer dan bij regulier spuibeheer. Voor baars blijken er gemiddeld net iets meer vissen te zijn binnengesloten bij regulier spuibeheer dan bij verlengd spuibeheer. Omdat dit verschil slechts door één bemonstering veroorzaakt wordt moet geen belang aan deze waarneming worden toegekend.

afbeelding 4.7. Vergelijking van aantal intrekkende vissen per spuiperiode (dus zowel aan begin als eind van de spuiperiode) bij regulier en verlengd spuibeheer

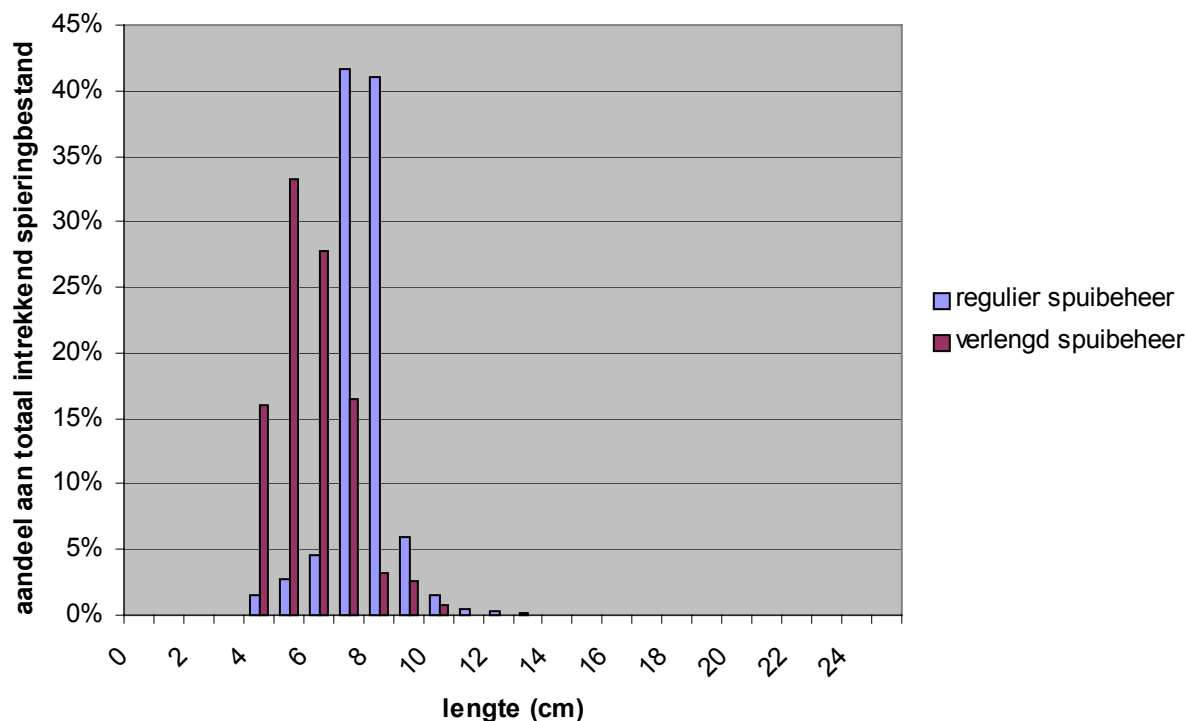


In afbeelding 4.8 is de lengtefrequentieverdeling van het intrekkende visbestand weergegeven voor zowel het regulier spuibeheer als het verlengd spuibeheer. Uit de afbeelding blijkt dat de lengtefrequenties van de intrekkende visbestand vrijwel gelijk is bij beide vormen van spuibeheer. Het voornaamste verschil is waar te nemen bij de lengteklassen van 7 en 8 centimeter. In afbeelding 4.9 zijn vervolgens de lengtefrequentieverdelingen voor de spiering weergegeven voor beide vormen van spuibeheer. Hierbij valt op dat de lengtefrequentieverdelingen van elkaar verschillen. Het spieringbestand dat bij regulier spuibeheer binnentrekt heeft gemiddeld een grotere lengte dan het bestand dat bij verlengd spuibeheer binnentrekt. De lengteklassen van 7 en 8 centimeter hebben het grootste aandeel in het visaanbod bij regulier beheer, terwijl de lengteklassen van 5 en 6 centimeter het sterkst vertegenwoordigd zijn in het binnentrekkende aanbod bij verlengd spuibeheer. Uit een vergelijking tussen de afbeeldingen 4.8 en 4.9 blijkt dat het verschil tussen regulier en verlengd spuibeheer van het totale visbestand voortvloeit uit het grote aanbod aan spiering van de lengteklassen van 7 en 8 cm. Vooral de kleinere spiering heeft dus profijt bij het verlengde spuibeheer.

afbeelding 4.8. Vergelijking de omvang van het binnentrekkende visbestand bij regulier en aangepast spuibeheer



afbeelding 4.9. Vergelijking de omvang van het binnentrekkende spieringbestand bij regulier en aangepast spuibeheer

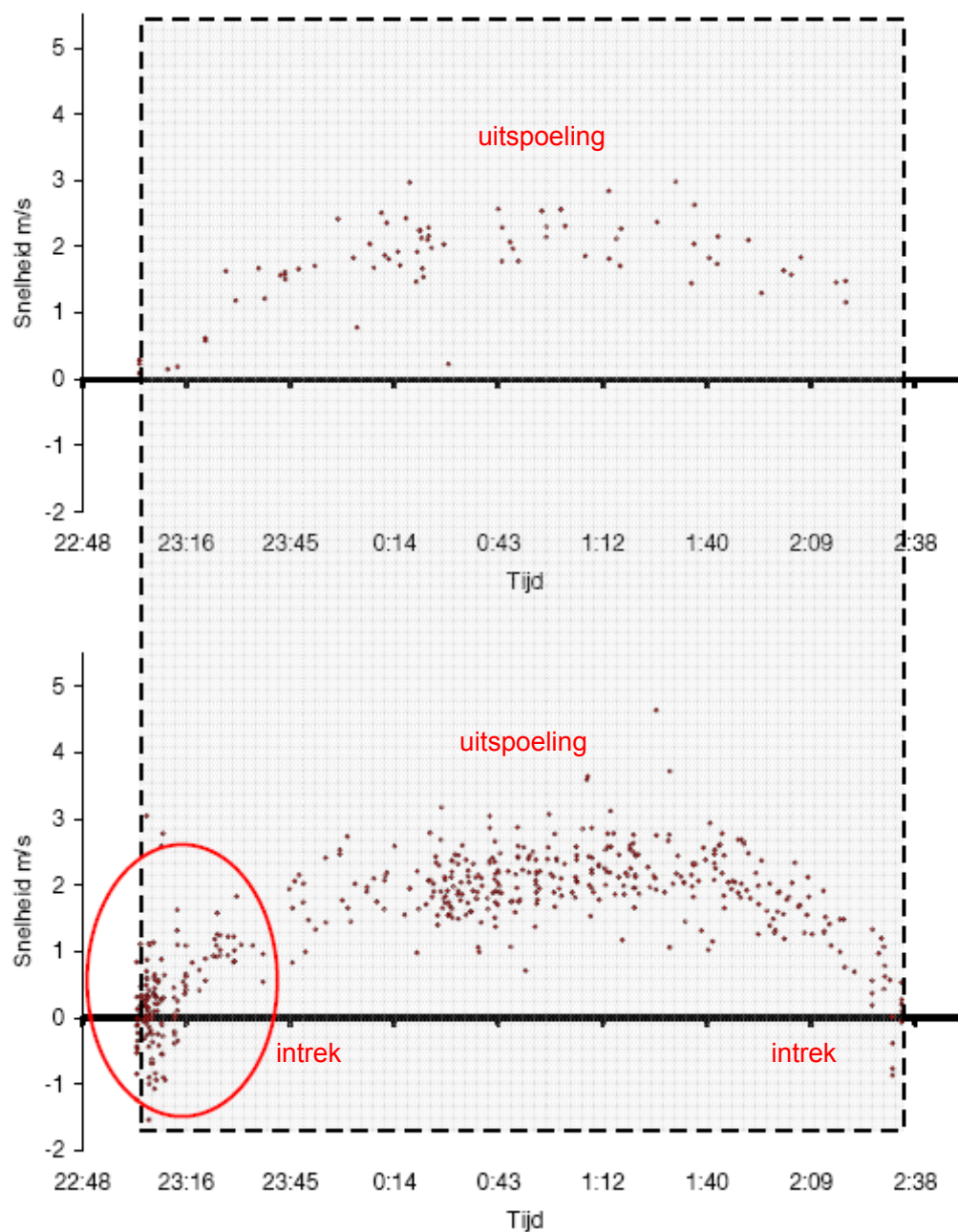


4.2. Registratie visintrek met de sonar

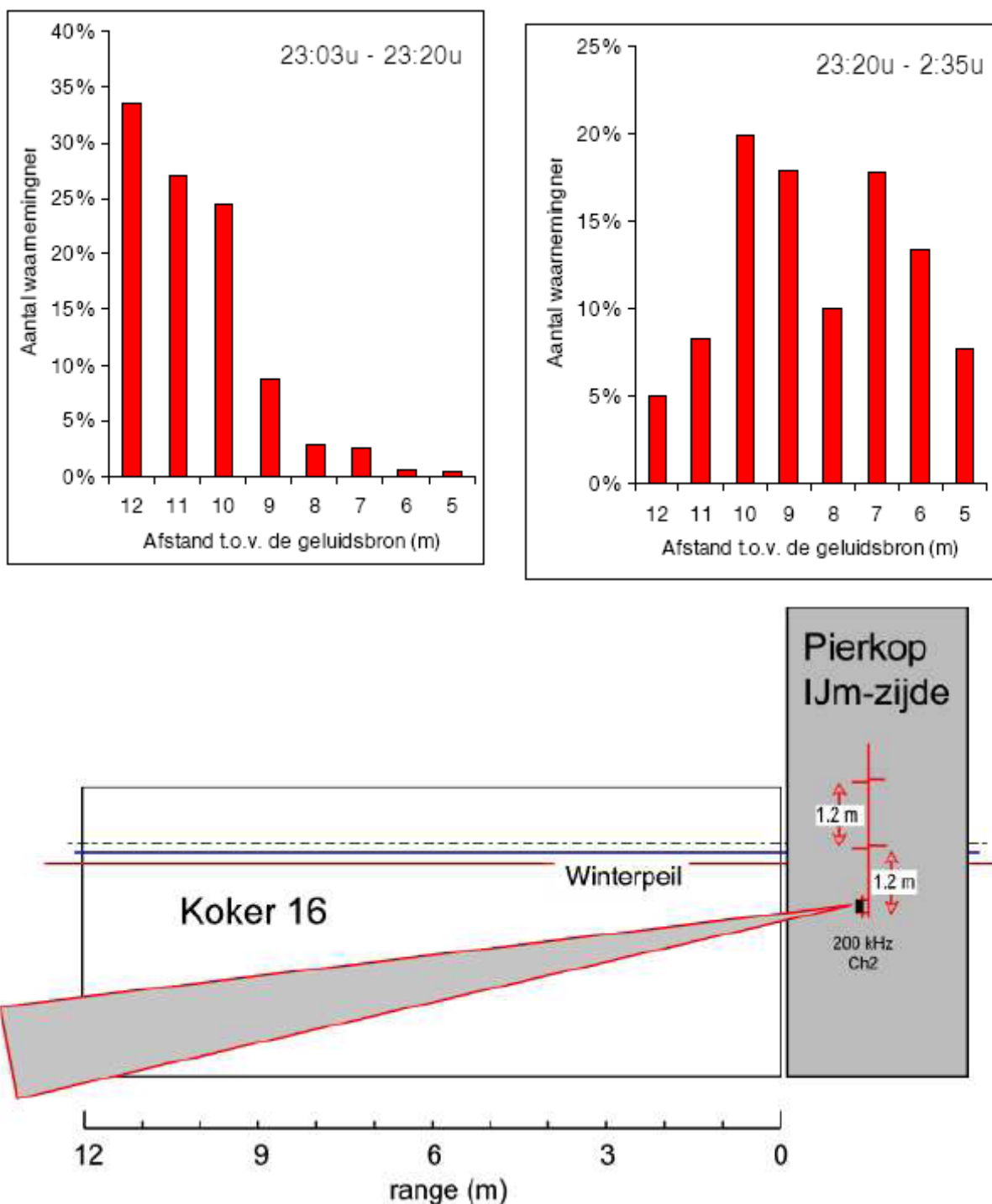
De eerste dag waarop met de sonar intrek werd waar genomen was 17 maart 2008 (afbeelding 4.9). In deze figuur staat de verplaatsingssnelheid (meter/sec) van vissen door de spuikoker uitgezet tegen de tijd van één spuiperiode. Het parabolische verloop van de waarnemingen in de tijd wordt veroorzaakt door het toe- en vervolgens afnemen van het verval tussen Waddenzee en IJsselmeer. Waarnemingen onder de X-as hebben betrekking op vissen die zich in de richting van het IJsselmeer verplaatsen. Aan het begin van de spuiperiode is in koker 16 te zien dat er visbewegingen in de richting van het IJsselmeer plaatsvinden (rood omcirkeld). Het betreft hier uitsluitend kleine vis. Aannemelijk is dat hier sprake is van de eerste intrek van spiering. Het oplossend vermogen van de sonar is echter ontoereikend om aan te geven of het hier gaat om anadrome spiering (15-20 cm). Opmerkelijk is dat met de sonar geen 'intrek' is waargenomen in koker 17, terwijl er wel intrek is waargenomen via koker 16. Dit beeld is consequent voor de hele verdere sonar-meetserie vanaf 17 maart 2008. Het uitblijven van intrekwaarnemingen in koker 17 met de sonar is opvallend aangezien met de vangtuigen wel intrek in deze spuikoker is waargenomen (paragraaf 4.2).

Het al dan niet waarnemen van vissen met de sonar is afhankelijk van het traject dat de vissen binnen de spuikokers afleggen. Naar verwachting maken de vissen gebruik van het meest luwe gedeelte van het spuicomplex. Dit is langs de oever bij koker 16. In de sonarbeelden van koker 16 is te zien dat de binnentrekkende vissen ook binnen deze koker zoveel mogelijk de oeverzijde aanhouden (zie afbeelding 4.10). Dit is duidelijk zichtbaar voor de periode van 23:03 tot 23:20, direct na het openen van de sluizen. Gedurende de rest van de spuiperiode worden de vissen meest in het midden van de spuikoker waargenomen. Het betreft hier dan ook weer vissen die uitspoelen. Het is aannemelijk dat de in-trekkende vissen binnen koker 17 een nog sterkere voorkeur voor passage direct langs de wanden hebben, waardoor deze vissen buiten het beeld van de sonar passeren.

afbeelding 4.9. Visverplaatsing op 17 maart 2008 in koker 16 (onder) en koker 17 (boven). Het gestippelde kader geeft de exacte spuiperiode weer



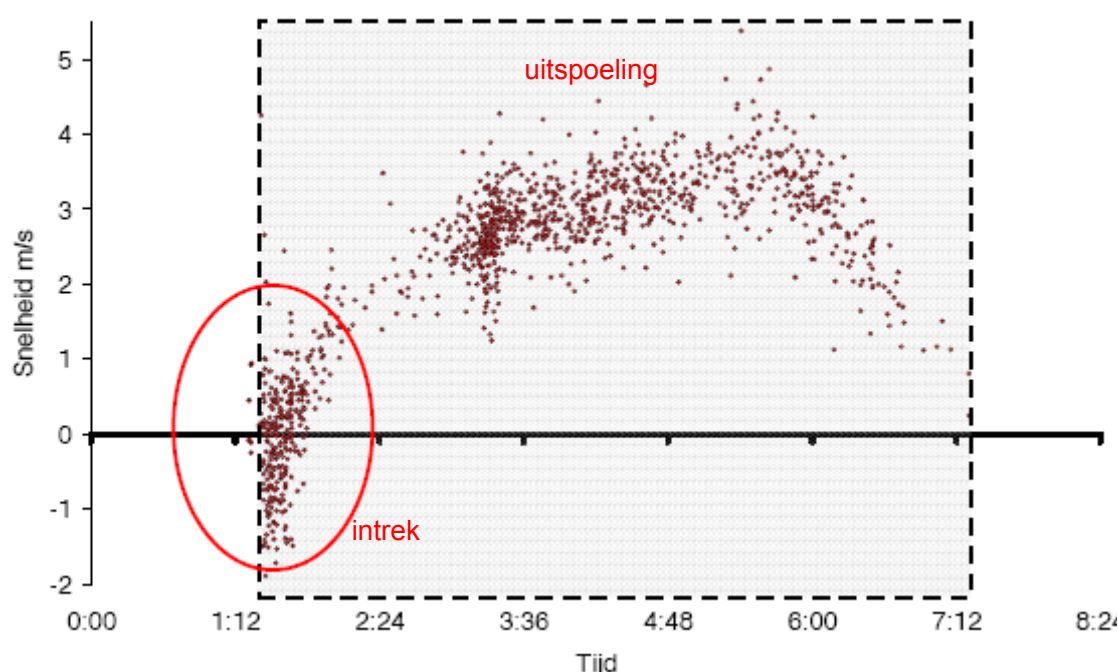
afbeelding 4.10. Verdeling van de waargenomen vis verdeeld over de breedte van de spuioker. De figuur links boven heeft betrekking op de periode van de eerste 17 minuten na het openen van de sluisen. De tekening geeft het vooraanzicht van de spuioker (totale breedte 12 m)



tabel 4.3. Overzicht van de spuiperioden waarin intrekkende vissen zijn waargenomen met de sonar en tijdstippen van zonsop- en ondergang

datum	begin spuiperiode	eind spuiperiode	intrekkende vis	zonsopgang	zonsondergang
19 maart 2008	00:03	03:48	+	06:43	18:50
19 maart 2008	12:41	15:54	-	06:43	18:50
20 maart 2008	00:59	04:45	+	06:40	18:52
20 maart 2008	12:51	16:46	-	06:40	18:52
22 maart 2008	02:27	05:42	+	06:35	18:56
23 maart 2008	01:28	07:24	+	06:33	18:58
23 maart 2008	13:09	18:57	-	06:33	18:58
24 maart 2008	02:53	06:53	-	06:31	19:00
26 maart 2008	03:57	08:27	+	06:26	19:03

afbeelding 4.11. De grootste visintrek werd op 23 maart 2008 in koker 16 waargenomen. Het gestippelde kader geeft de exacte spuiperiode weer



Slechts in een korte periode vanaf 17 maart tot en met 26 maart 2008 werden intrekkende vissen waargenomen (tabel 4.3). In deze tabel valt op dat de intrek alleen in het donker plaats heeft gevonden. Het hoogtepunt van de migratie werd waargenomen op 23 maart 2008 (afbeelding 4.11).

Over de bovengenoemde periode zijn geen vangstgegevens van de fuiken aan de IJsselmeerzijde beschikbaar. Waardoor niet bekend is wat de soortensamenstelling van het intrekkende visbestand was. Gezien de periode van het jaar is het echter aannemelijk dat dit bestand voornamelijk uit spiering bestond.

4.3. Vergelijking vangsten en sonarregistratie

Na de verplaatsing van de sonar naar de pierkoppen (paragraaf 2.7) bleken de fuiken zichtbaar in het sonarbeeld, waardoor geen betrouwbare metingen konden worden verricht. Om die reden zijn de intrekmetingen met de sonar en de fuiken op afzonderlijke momenten uitgevoerd en kan er geen directe vergelijking tussen de resultaten gemaakt worden.

5. RESULTATEN UITTREK EN UITSPOELING

5.1. Vangsten aan Waddenzeezijde

Gedurende de onderzoeksperiode zijn in totaal 54 bemonsteringen uitgevoerd met behulp van het vangtuig dat aan de Waddenzeezijde van spuikoker 16 is geplaatst. Hierbij moet opgemerkt worden dat in september, oktober en november (de schieraaltijd) geen vangtuig bemonsteringen hebben plaatsgevonden vanwege de aanwezigheid van grote hoeveelheden plantenresten in het water. Er zijn daardoor geen gegevens verkregen over het aandeel van de diverse soorten aan het uitgaande visbestand (zie ook paragraaf 2.7).

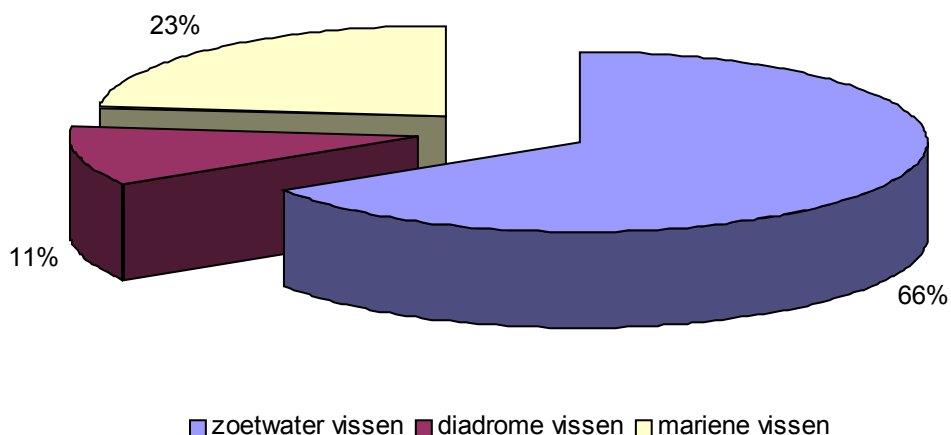
In tabel 5.1 is een overzicht van de totale vangst gegeven. Pos en haring (en/of sprot) bleken de meest talrijke soorten te zijn, op afstand gevolgd door baars en spiering. In totaal zijn bij de vangsten aan de Waddenzeezijde 29 vissoorten gevangen, waaronder 13 zoetwater vissoorten, 10 diadrome vissoorten en 6 brakwater- en zeevissoorten. In afbeelding 5.1 is het aandeel van de verschillende migratiegilden aan het totaal aantal gevangen vissoorten weergegeven. Hieruit blijkt dat 66 % van het totaal aantal uitgaande vissen uit zoetwatervissen bestaat.

tabel 5.1. Totaal aantal gevangen uittrekkende en uitspoelende vissen per vissoort

vissoort	koker 16	
	aantal	aantal per uur
aantal bemonsteringen	49	
<i>zoetwatervissen</i>		
baars	359.990,4	1.590,5
blankvoorn	112.964,1	499,1
brasem	6.231,0	27,5
karper	22,8	0,1
kolblei	21,0	0,1
pos	1.569.177,4	6.933,0
rivierdonderpad	231,9	1,0
roofblei	1,0	0,0
snoek	5,0	0,0
snoekbaars	13.268,3	58,6
winde	718,8	3,2
alver	172,8	0,8
giebel	1,0	0,0
<i>diadrome vissen</i>		
aal	75,0	0,3
bot	51.954,3	229,5
grote marene	5,0	0,0
houting	33,0	0,1
spiering	278.750,1	1.231,6
3D-stekelbaars	16.167,6	71,4
zalm	1,0	0,0
zeeforel	12,0	0,1
rivierprik	66,0	0,3
10D-stekelbaars	1,0	0,0
<i>brakwater- en zeevissen</i>		
grondel	3,0	0,0
harder	43,3	0,2

vissoort	koker 16	
	aantal	aantal per uur
haring	729.106,8	3.221,4
tong	40,0	0,2
zeenaald	49,0	0,2
zeeprik	4,0	0,0
totaal	3.139.115,4	51,5

afbeelding 5.1. Aandeel van migratiegilden aan uittrek en uitspoeling



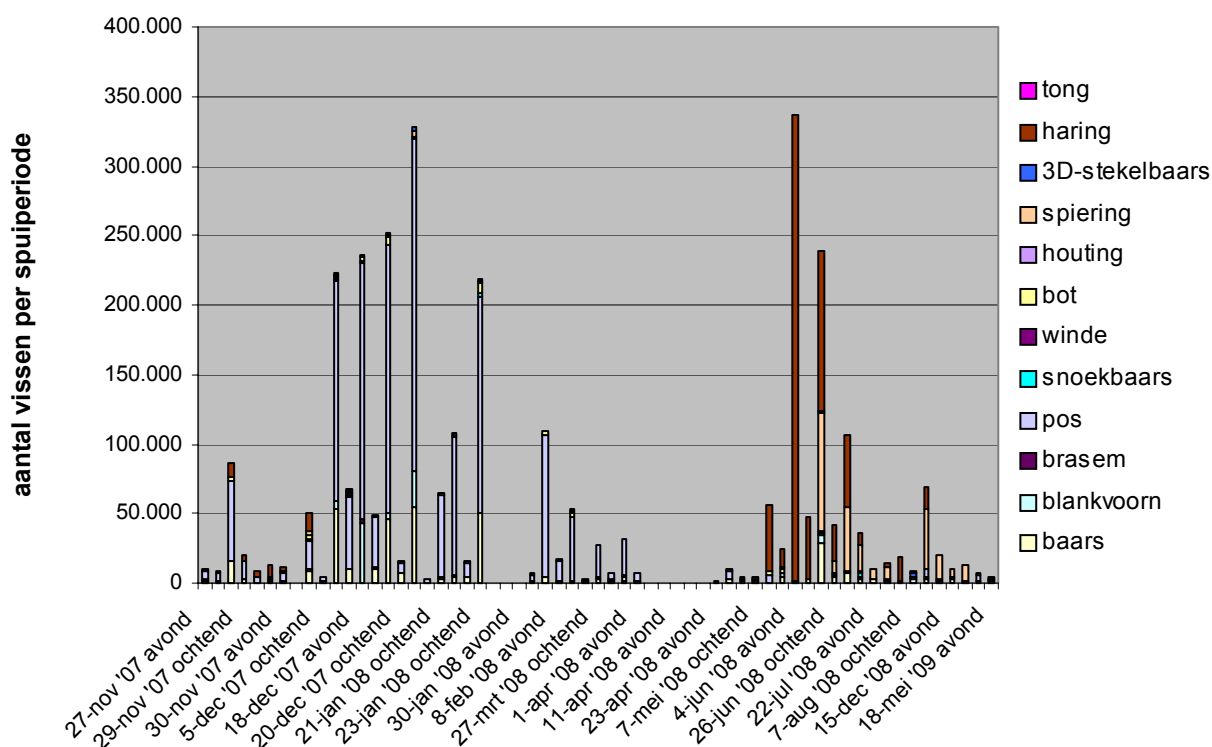
In de afbeeldingen 5.2 en 5.3 is het verloop van de netvangsten aan de Waddenzeezijde in de tijd weergegeven, respectievelijk in het totaal aantal vissen per spuiperiode en in aantal vissen per uur. In de afbeeldingen zijn duidelijk twee perioden met hoog aanbod te onderscheiden:

- in het winterhalfjaar is een duidelijke piek in het aanbod waarneembaar. Het aanbod bestond daarbij hoofdzakelijk uit pos, baars en blankvoorn. Voor deze drie soorten bestond het aanbod tijdens de migratiepiek voornamelijk uit jonge vissen in het lengtebereik 5-10 centimeter;
- in de maanden mei, juni en juli trad een nieuwe piek in het aantal uitgaande vissen op. Deze piek werd voornamelijk gevormd door haring (en/of sprot) van 5 tot 9 centimeter en spiering van 4 en 5 centimeter. Hieruit blijkt dat vooral jonge haring en spiering de Afsluitdijk richting de Waddenzee passeert.

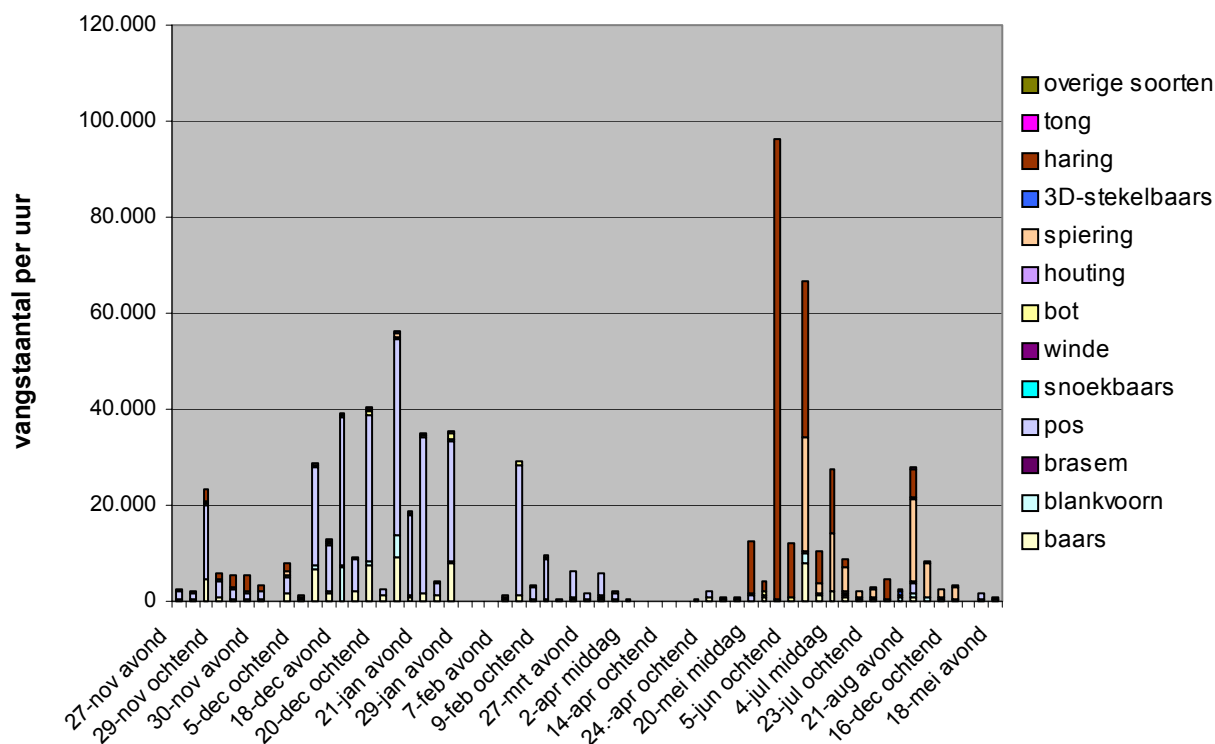
Afbeelding 5.4 laat de lengtefrequentie verdeling van het totale uitgaande visbestand zien. Uit de afbeelding komt naar voren dat het overgrote deel van het visbestand bestaat uit vissen in de lengteklassen van 5 tot 9 centimeter. Vissen met een lengte groter dan 15 centimeter zijn slechts in zeer geringe aantallen aangetroffen. Daarmee komt de lengtefrequentieverdeling van het uitgaande visbestand in grote mate overeen met de verdeling van het binnenkomende visbestand. Pos en haring maken het grootste deel van het bestand in deze lengteklassen uit.

In bijlage III zijn lengtefrequentieverdelingen voor het uitgaande visbestand per vissoort opgenomen.

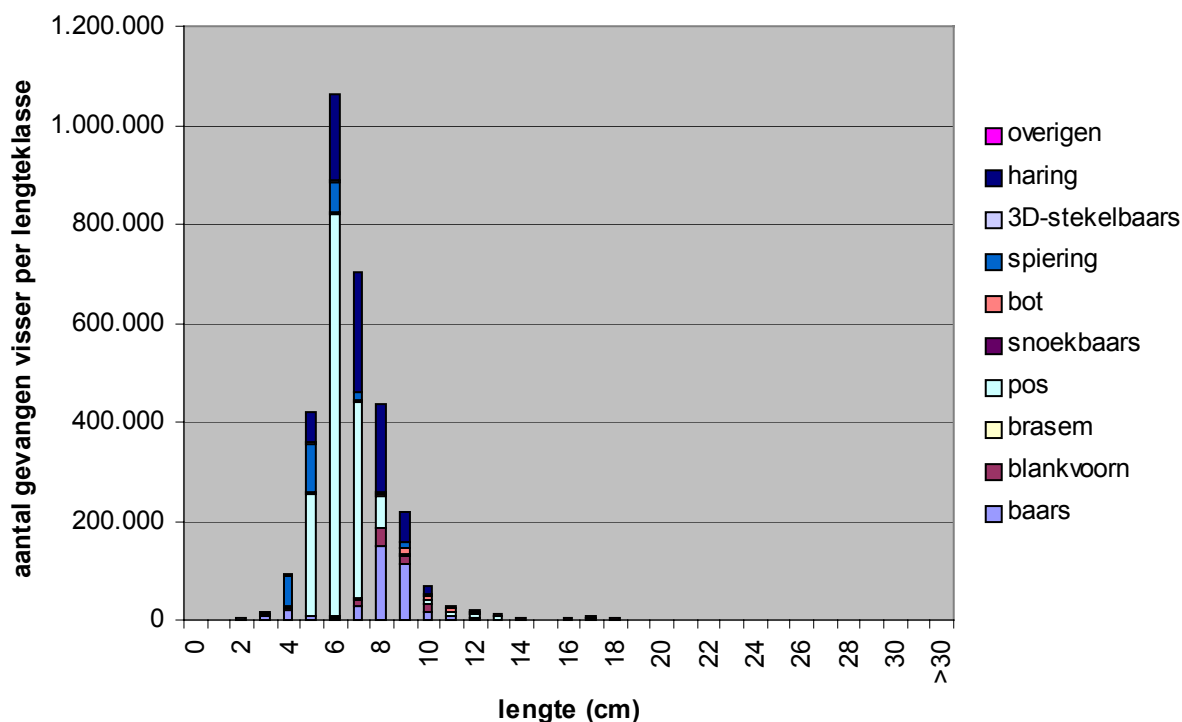
afbeelding 5.2. Verloop van het aantal waargenomen uittrekkende of uitspoelende vissen (totaal aantal per spuiperiode) binnen de onderzoeksperiode



afbeelding 5.3. Verloop van het aantal waargenomen uittrekkende of uitspoelende vissen (aantal per uur) binnen de onderzoeksperiode

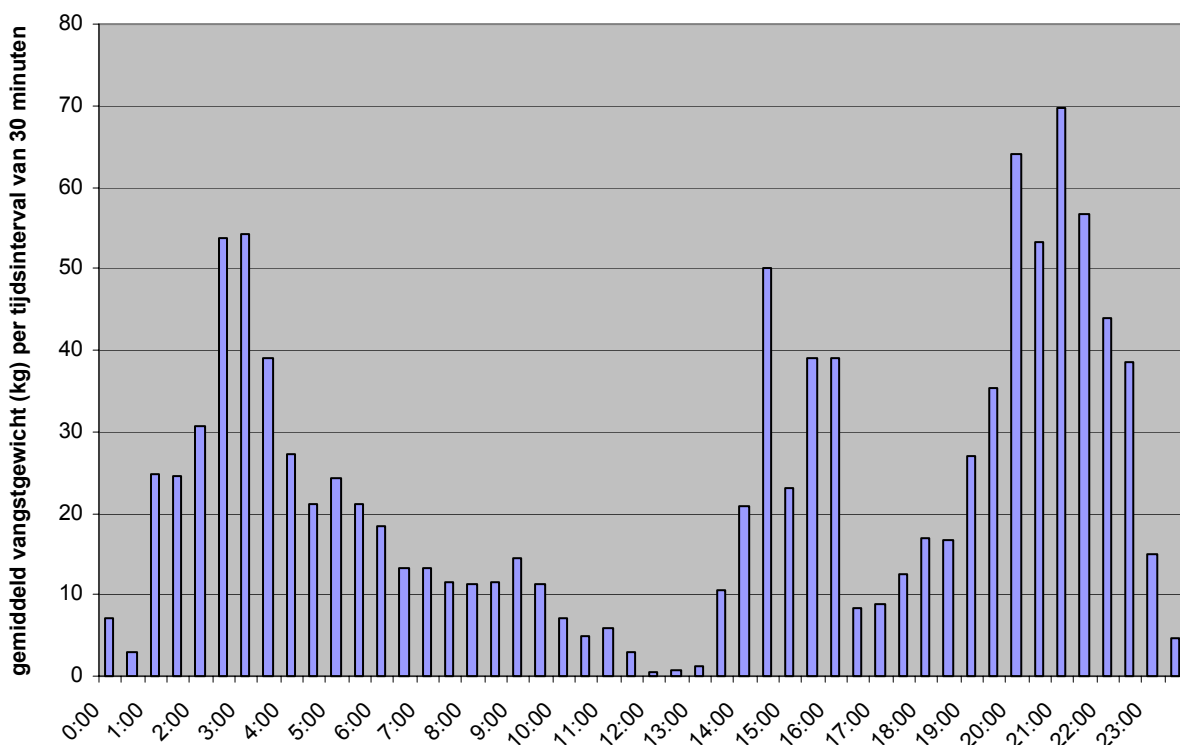


afbeelding 5.4. Lengtefrequentieverdeling van totale bestand aan intrekken- en terugkerende vissen



In de vangsten aan de Waddenzeezijde komt duidelijk naar voren dat de vangstgrootte verband houdt met het tijdstip van de bemonstering. In afbeelding 5.5 is de gemiddelde vangstgrootte per tijdsinterval van 30 minuten weergegeven. Hieruit komt naar voren dat de grootste vangsten in de avonduren en halverwege de nacht zijn gedaan. Dit komt overeen met het beeld van het verloop in aanbod dat bij onderzoeken op andere locaties is ontstaan. De lagere vangstgrootte rond middernacht is het gevolg van het feit dat alleen begin april een bemonstering in dit tijdvak heeft op plaatsgevonden. In deze periode was het aanbod over het algemeen zeer gering.

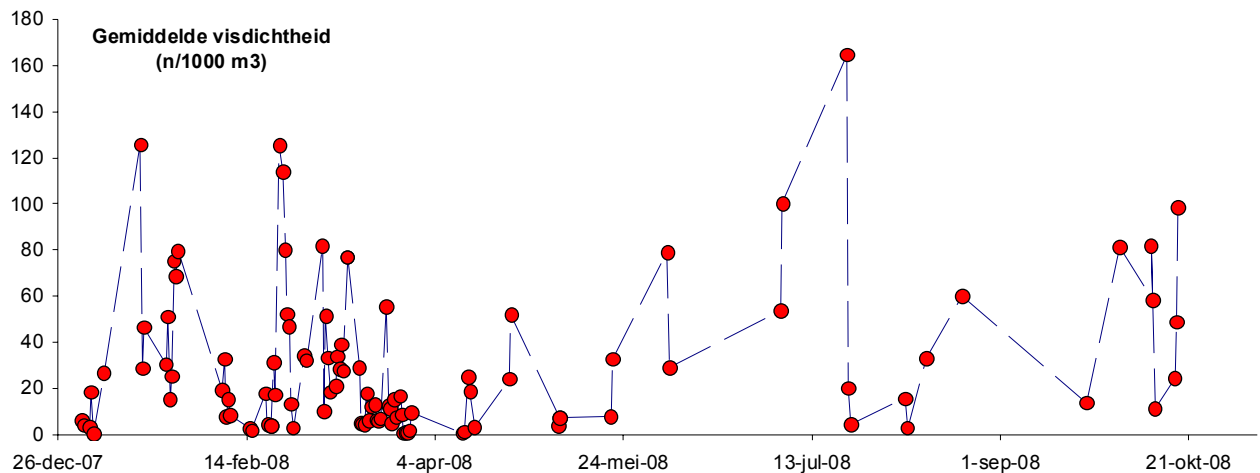
afbeelding 5.5. Verloop van het gemiddeld vangstgewicht (in kg) aan uittrekkende en uitspoelende vissen over de uren van de dag



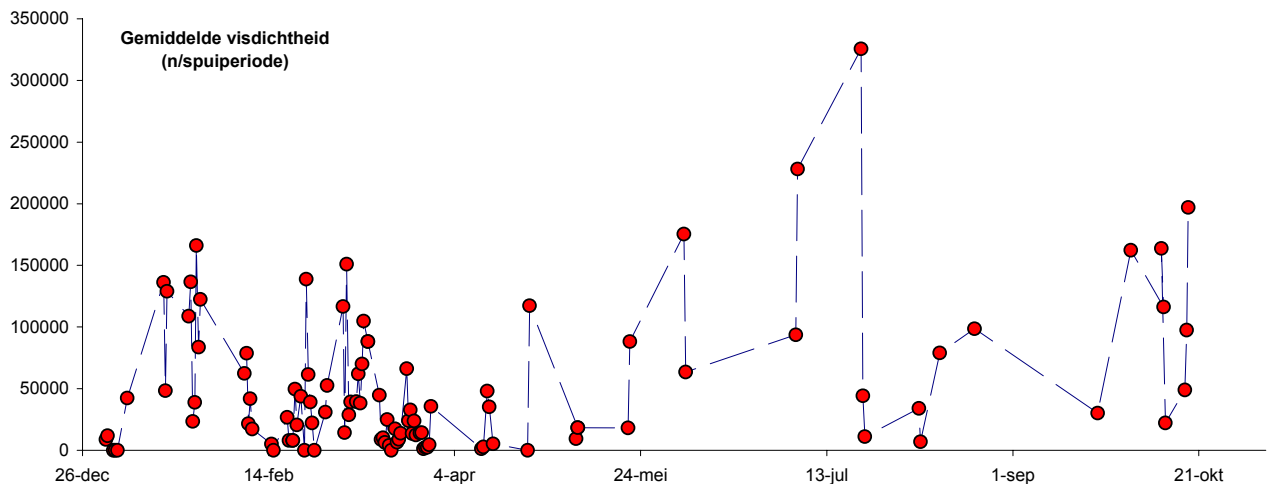
5.2. Registratie visuittrek met sonar

In de afbeeldingen 5.6 en 5.7 is het verloop van het aantal uitgaande vissen volgens de sonar waarnemingen opgenomen. In afbeelding 5.6 is het aantal weergegeven in de gemiddelde visdichtheid per gespuid 1.000 m³ gespuid water, terwijl het aantal in afbeelding 5.7 is weergegeven in het totaal aantal gepasseerde vissen per spuiperiode. Het valt op dat de beide afbeeldingen veel gelijkenis vertonen, hetgeen het gevolg is van een relatief constant watervolume dat per spuiperiode via een spuiroker wordt geloosd.

afbeelding 5.6. Uittrek en uitspoeling in de tijd volgens sonar in aantal vissen per spuivolume van 1.000m³



afbeelding 5.7. Uittrek en uitspoeling in de tijd volgens de sonar in totaal aantal gepasseerde vissen per spuiperiode



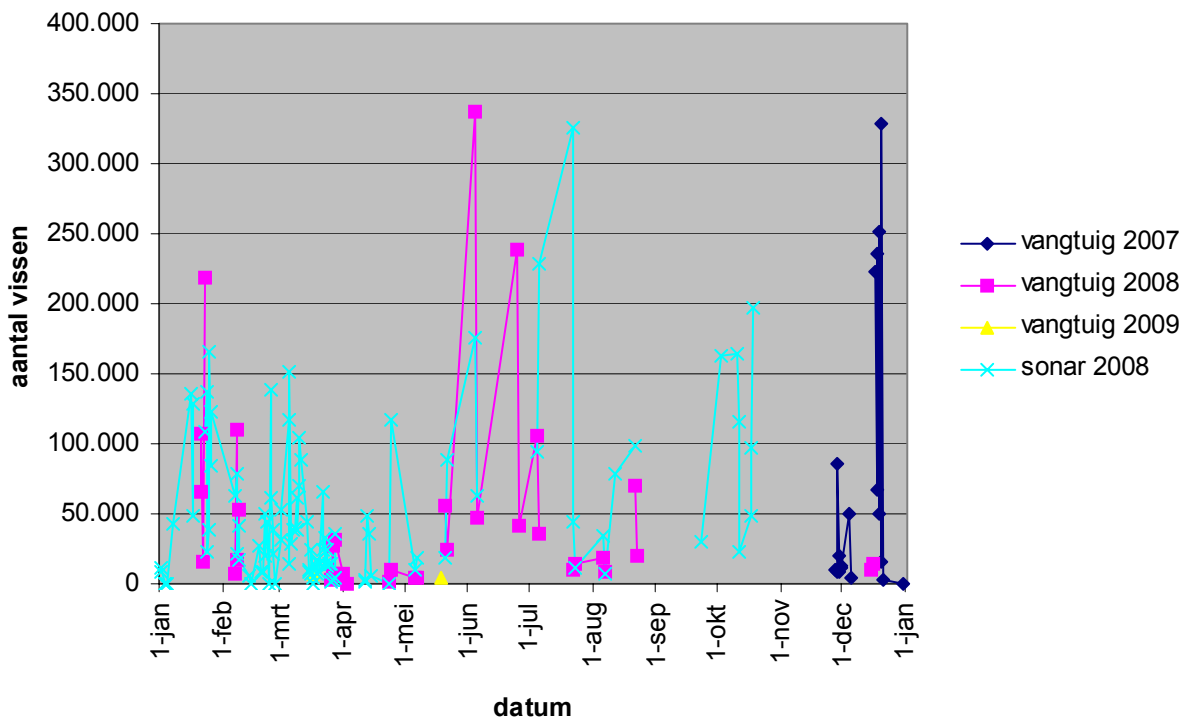
5.3. Vergelijking vangsten en sonarregistratie

5.3.1. Verloop in aantal uittrek en uitspoeling door het jaar

In afbeelding 5.8 zijn de gegevens uit de afbeeldingen 5.2 en 5.7 gecombineerd. Daardoor toont de afbeelding het verloop in het aantal geregistreerde vissen per spuiperiode voor zowel het grote vangtuig als de sonar. De vangtuigresultaten zijn voor meerdere jaren weergegeven. In de afbeelding is zichtbaar dat de geregistreerde aantallen van beide methodieken zowel een piek laten zien in het winterhalfjaar en in de maanden juni en juli.

De sonar laat ook een verhoogd aanbod in september en oktober zien. Voor deze periode zijn geen vangstresultaten beschikbaar. Daardoor is de verdeling van het aanbod over de diverse vissoorten onbekend. Gelet op de periode van het jaar is te verwachten dat de kleine vis een geringer aandeel heeft gehad aan het visbestand dat in deze maanden is uitgetrokken/uitgespoeld. In deze periode is een verhoogd aanbod van schieraal te verwachten. De aal is in de rest van het jaar slechts in geringe aantallen in de vangsten aangetroffen. Ook is te verwachten dat er relatief meer volwassen schubvissen uitspoelen vanwege de hogere migratieactiviteit van deze vissen in de najaarsperiode.

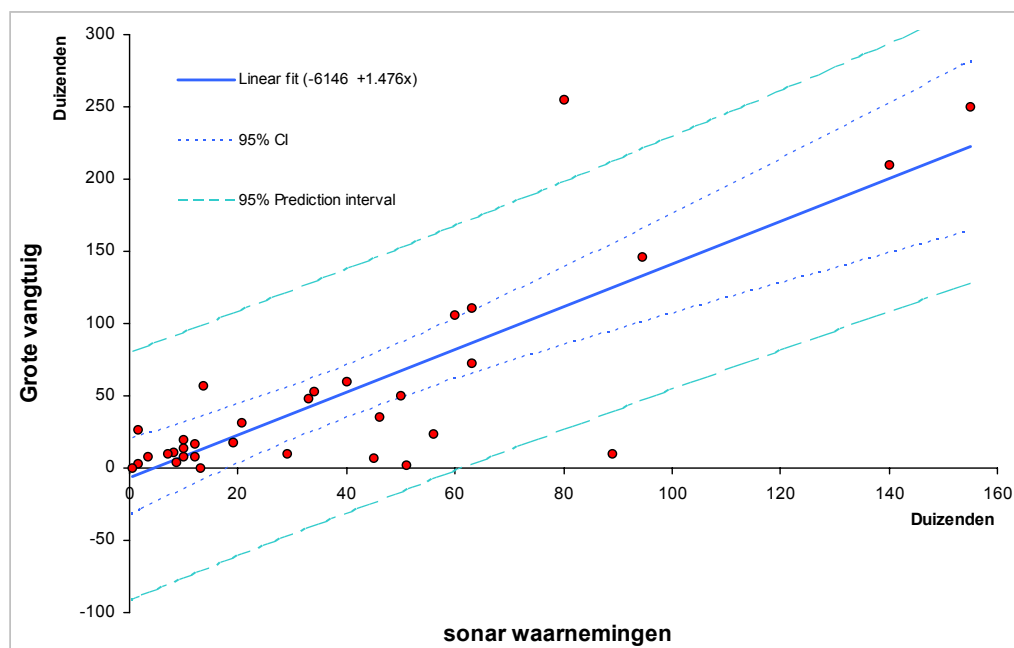
afbeelding 5.8. Verloop in het aantal geregistreerde vissen door het jaar heen volgens de vangtuigregistratie en de sonar



5.3.2. Overeenkomsten over de gehele onderzoeksperiode

Tijdens het onderzoek zijn 33 sonarwaarnemingen gelijktijdig uitgevoerd met netbemonsteringen. Om na te gaan in welke mate de resultaten overeenstemmen met de resultaten van de fuik, zijn de gegevens grafisch tegen elkaar uitgezet (afbeelding 5.9). Aangenomen mag worden dat er een rechtlijnig verband bestaat tussen de resultaten van beide meetmethoden.

afbeelding 5.9. Relatie tussen de gelijktijdig uitgevoerde visserij met het grote vangtuig en de sonarwaarnemingen in koker 16. Er bestaat een significante correlatie tussen beide datasets van 0,82 ($p < 0,001$)



Afbeelding 5.9 laat zien dat de metingen van de sonar en de vangsten in het grote vangtuig aan de Waddenzeezijde goed overeen stemmen. Ondanks de significante correlatie zijn er echter toch nog acht waarnemingen die buiten het 95 % betrouwbaarheidsinterval liggen. Opmerkelijk is dat de sonar bij de meeste van deze waarnemingen meer vissen geteld heeft dan dat er in het grote vangtuig gevangen zijn.

Een mogelijke verklaring voor het verschil in de aantalsregistratie door sonar en na netvangsten is te vinden in de lengtegroei van jonge 0+ vis. Ter illustratie zijn in de tabellen 5.2 en 5.3 het aantal 0+-haringen en baarzen in de netvangsten weergegeven. In deze tabellen vallen twee zaken op:

- in de eerste plaats is te zien dat vanaf mei een steeds groter deel van de populaties wordt waargenomen, doordat steeds meer lengteklassen in het net worden gevangen naarmate ze in de loop van het seizoen verder groeien. Ze bereiken dus een lengte waarbij ze niet meer door de mazen van het net ontsnappen. Een soortgelijk effect treedt op bij de sonarwaarnemingen. De minimale lengte vanaf welke vissen door de sonar worden waargenomen ligt echter niet helemaal gelijk aan de lengte vanaf welke vissen in de netten worden gevangen;
- in de tweede plaats is in de netvangsten te zien dat de maaswijdte voor verschillende vissoorten resulteert in een verschillende minimum lengteklasse, die nog wordt gevangen. Zo zijn de kleinst waargenomen baarsjes 3 cm terwijl de kleinst waargenomen haring 5 cm was. Ook bij de sonar speelt dit fenomeen, maar wellicht niet op dezelfde wijze. Het is daardoor mogelijk dat een haring van 4 cm juist eerder wordt gedetecteerd dan een baars van deze lengte. Vandaar dat een groot aanbod aan vissen uit de kleine lengteklassen tot een verschil in aantalsregistratie tussen de sonar en de vangtuigen kan leiden.

tabel 5.2 Overzicht van de haringvangsten in het voorjaar van 2008

lengte (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 mei					48	78						
20 mei					148	166	75	125			1	
4 juni					37	194	302	155	52			
25 juni					71	116	71	89	47	10		
22 juli							3	18	19	8	1	
21 augustus							46	68	19	23		1

tabel 5.3. Overzicht van de baarsvangsten in het voorjaar van 2008. De 1+ baarspopulatie is met een rode cirkel aangegeven

lengte (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6 mei								21	59	71	2		
21 mei								4	24	24	3		
25 juni			16	64	9					2	7	1	
4 juli			2	12	18	11			1	1	8	5	
22 juli				34	62	14	3		1	12	19	5	5
21 augustus					1	7	10	2			1	3	

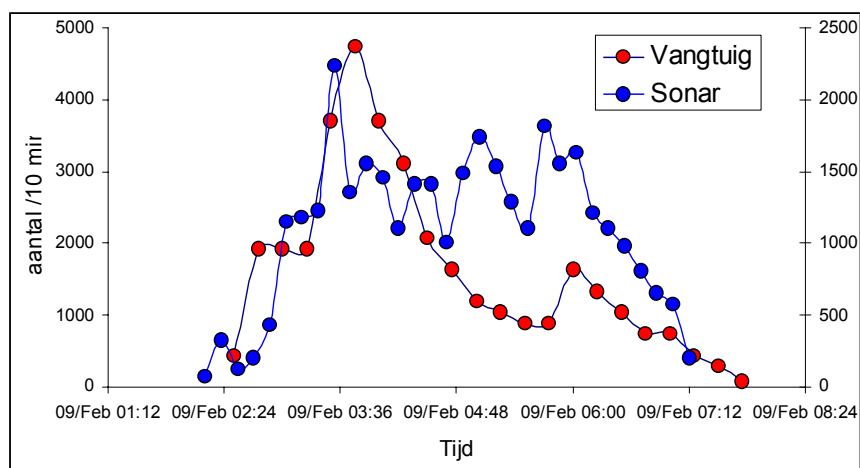
5.3.3. Overeenkomsten binnen de spuiperiodes

In de vorige paragraaf is gekeken naar de overeenstemming tussen sonar en vangtuig in de totale onderzoeksperiode. Daarnaast is de overeenstemming binnen een spuiperiode onderzocht. Dit was mogelijk omdat de vangsten met het grote vangtuig per tijdeenheid van een half uur apart konden worden verwerkt, zodat het verloop in de tijd was te volgen. De vergelijking is ook hier gebaseerd op het aantal waargenomen vissen in een tijdsbestek van 10 minuten. Hier is niet gekeken naar de absolute aantallen, maar naar de mate waarin het verloop met elkaar overeenstemt. Er blijft een onderlinge afwijking in de absolute vangstaantallen bestaan. Deze lijkt samen te hangen met de heersende windrichting en – snelheid tijdens de bemonstering.

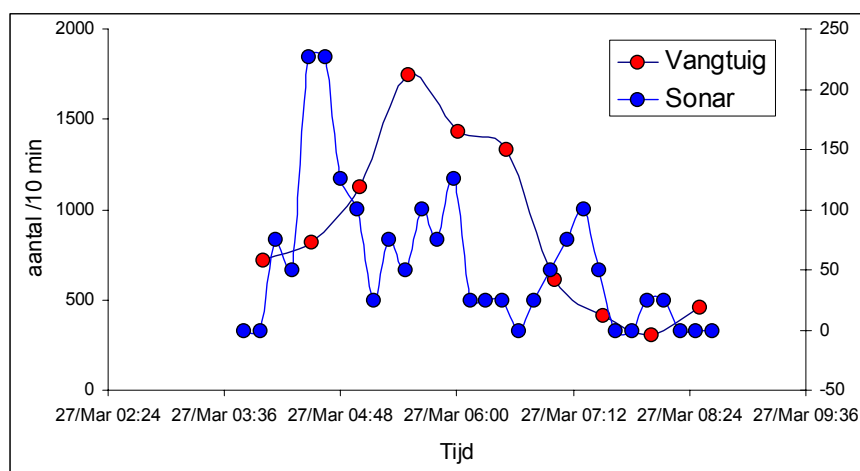
In de figuren 5.9 tot en met 5.16 is voor een aantal waarnemingsdagen het verloop in waargenomen aantallen weergegeven voor zowel de sonar als het vangtuig aan de Waddenzeezijde. Aanvullend is aangegeven wat op de dag van de meting, de overheersende windrichting en windsnelheid is geweest. De illustraties betreffen een representatieve selectie uit de beschikbare perioden dat er met beide meetmethoden is gewerkt. Niet alle perioden waren beschikbaar omdat bij enkele vangtuigbemonsteringen het niet mogelijk was een tijdserie te maken. Daarnaast is van enkele perioden bij de sonar de stroom uitgevallen. Als achtergrondinformatie is in de figuren 5.17 en 5.18 een overzicht toegevoegd van de frequentie van respectievelijk verschillende windsnelheden en -richtingen in 2008.

Opmerkelijk is dat de gegevens van sonar en vangtuig in verschillende mate overeenstemmen. Al eerder is opgemerkt dat het wisselende aanbod van verschillende lengteklassen een rol speelt bij de detectie. Dit zou bijvoorbeeld goed het geval geweest kunnen zijn bij de waarnemingen op 21 mei. Uit de vangtuig data blijkt dat slechts een deel van de haringpopulatie wordt gevangen. Verschuiving van het aandeel haring in de passerende vis zou daarom onopgemerkt kunnen blijven bij het vangtuig, terwijl de sonar deze groep wel blijft detecteren. Dit wordt benadrukt door het feit dat in april en mei (0 en 0) door de sonar meer dan in het vangtuig wordt waargenomen. Vanaf juni wordt weer de volledige populatie haring in het vangtuig waargenomen.

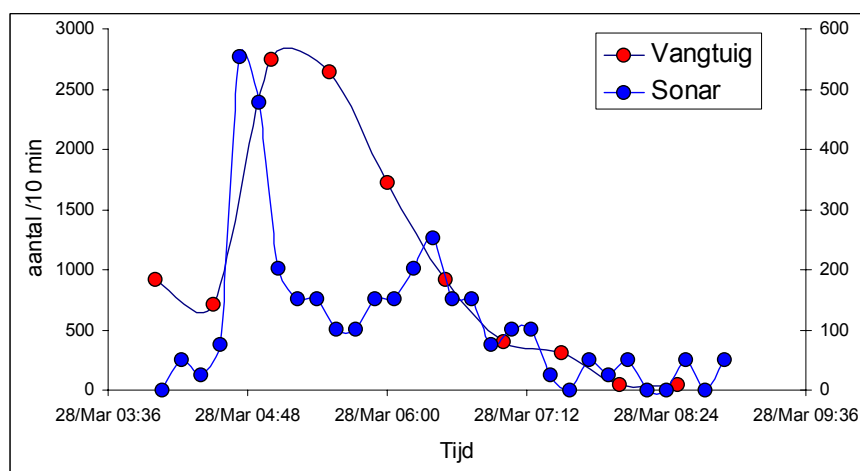
afbeelding 5.9. Verloop van het aantal waargenomen vissen per 10 minuten in de spuikoker op 9 februari 2008. Windrichting: Zuid. Gemiddelde windsnelheid: 37 m/s



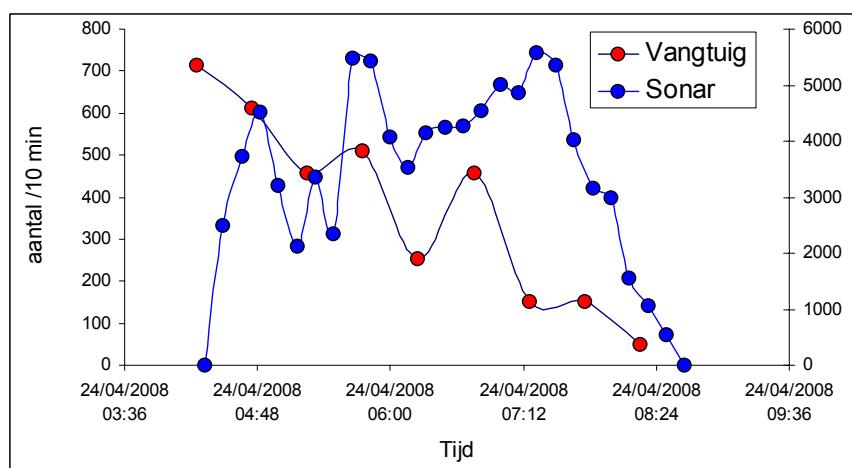
afbeelding 5.10. Verloop van het aantal waargenomen vissen per 10 minuten in de spuikoker op 27 maart 2008. Windrichting: Oost. Gemiddelde windsnelheid: 30 m/s



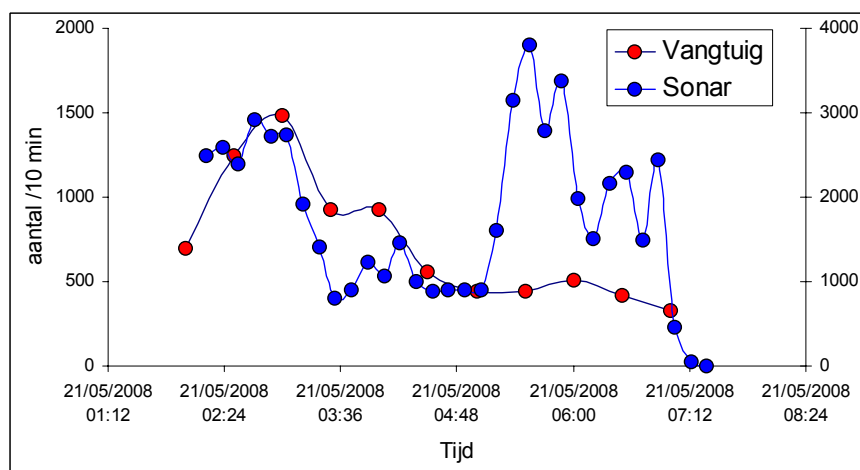
afbeelding 5.11. Verloop van het aantal waargenomen vissen per 10 minuten in de spuikoker op 28 maart 2008. Windrichting: Zuid. Gemiddelde windsnelheid: 60 m/s



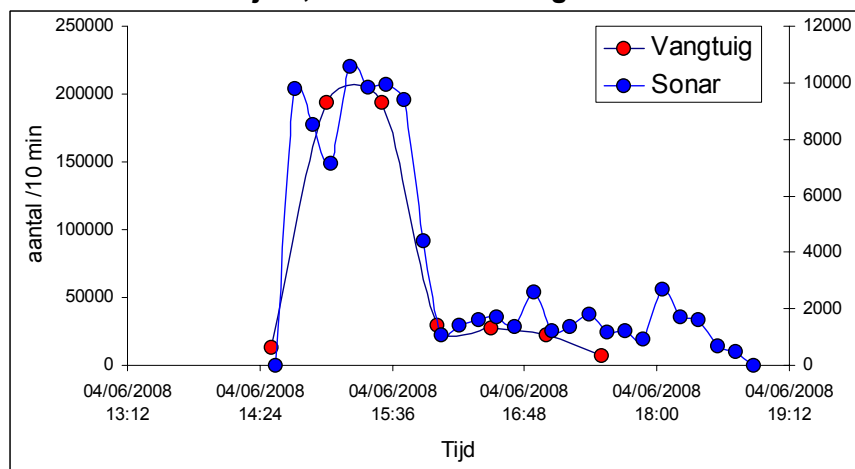
afbeelding 5.12. Verloop van het aantal waargenomen vissen per 10 minuten in de spuikoker op 24 april 2008. Windrichting: Zuidwest. Gemiddelde windsnelheid: 40 m/s



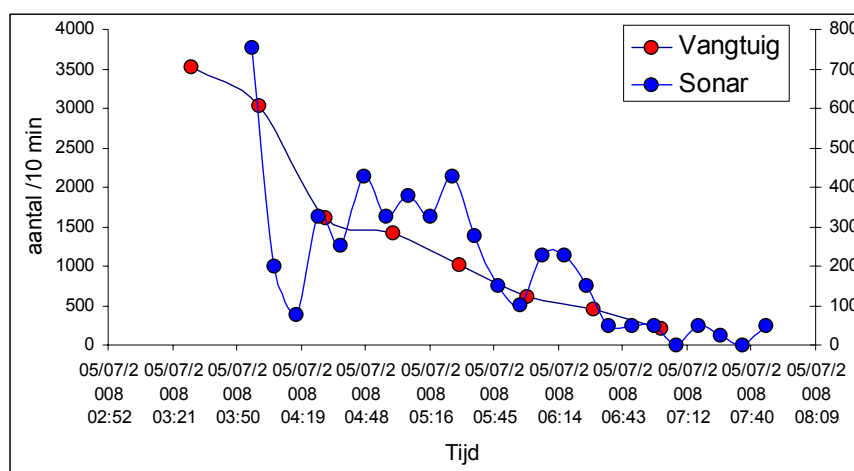
afbeelding 5.13. Verloop van het aantal waargenomen vissen per 10 minuten in de spuikoker op 21 mei, 2008. Windrichting: Noordoost. Gemiddelde windsnelheid: 46 m/s



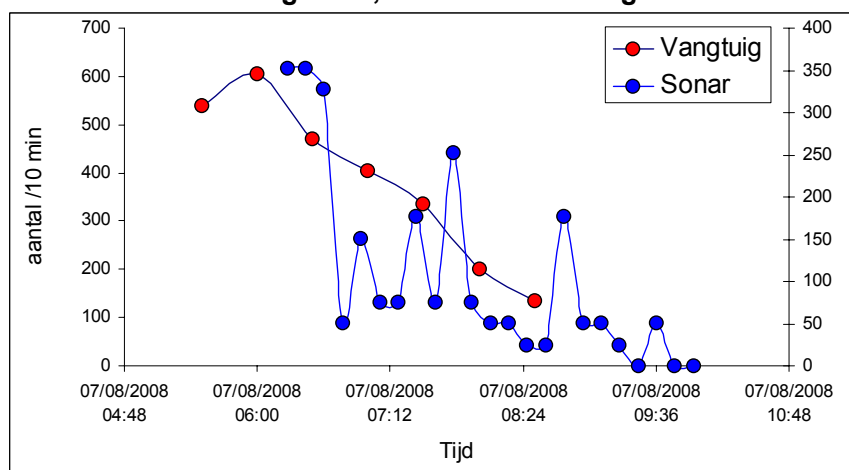
afbeelding 5.14. Verloop van het aantal waargenomen vissen per 10 minuten in de spuikoker op 4 juni, 2008. Windrichting: Noordnoordoost. Gemiddelde windsnelheid: 26 m/s



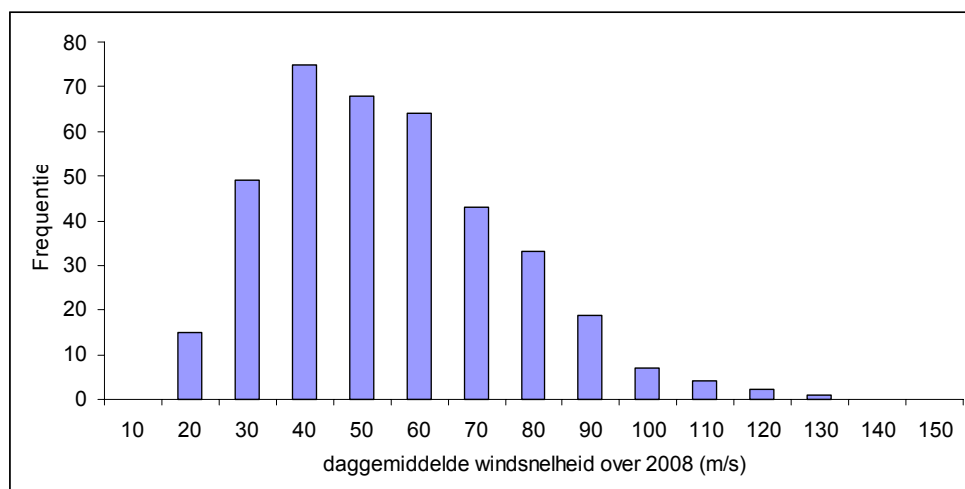
afbeelding 5.15. Verloop van het aantal waargenomen vissen per 10 minuten in de spuikoker op 5 juli, 2008. Windrichting: Zuid. Gemiddelde windsnelheid: 26 m/s



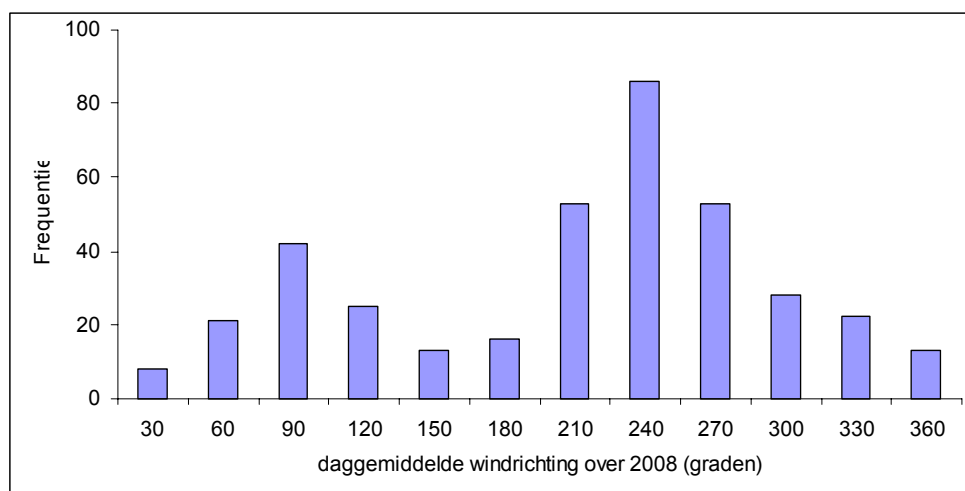
afbeelding 5.16. Verloop van het aantal waargenomen vissen per 10 minuten in de spuikoker op 7 augustus, 2008. Windrichting: Noord. Gemiddelde windsnelheid: 25 m/s



afbeelding 5.17. Frequentie verdeling van de gemiddelde windsnelheid per dag. Bron: weerstation Leeuwarden KNMI



afbeelding 5.18. Frequentie verdeling van de gemiddelde windrichting per dag. 360=Noord, 90=Oost, 180=Zuid, 270=West. Bron: weerstation Leeuwarden KNMI



5.4. Vertaling van netvangsten en sonar gegevens naar totaal aanbod

Op basis van een extrapolatie van het aantal uitgaande vissen dat per spuiperiode met de sonar is geregistreerd, wordt ingeschat dat er tussen 1 januari en 1 oktober 2008 in totaal circa 153.500.000 vissen de spuisluizen te Kornwerderzand in de richting van het IJsselmeer zijn gepasseerd (tabel 5.19). De verdeling van het totale aantal over de aangetroffen vissoorten berust op een extrapolatie van de verdeling in de vangsten aan de Waddenzeezijde.

In theorie zouden er per gespuid watervolume via de spuisluizen te Den Oever evenveel vissen kunnen uitspoelen en/of uittrekken als via de spuisluizen te Kornwerderzand. Om het effect hiervan te bekijken kunnen de vangstgegevens die bij Kornwerderzand verkregen zijn geëxtrapoleerd worden naar de spuisluizen bij Den Oever. Op basis van die exercitie kan worden gesteld dat er tussen 1 januari en 1 oktober 2008 bij een gelijk aantal uitgaande vissen per spuivolume ruim 217.300.000 vissen de spuisluizen van Den Oever zijn gepasseerd in de richting van de Waddenzee. Hierbij moet echter worden benadrukt dat dit een hele grove extrapolatie betreft. In het onderzoek is duidelijk geworden dat het visaanbod bij de spuisluizen te Kornwerderzand sterk afhankelijk zijn van de heersende condities waaronder tijdstip op de dag, windrichting en –sterkte, gespuide watervolumes en het gevoerde spuibeheer. Omdat de condities te Den Oever afwijken van de condities te Kornwerderzand is de extrapolatie zeer grof en speculatief.

tabel 5.19. Raming van de totale hoeveelheid vis die via het spuicomplex te Kornwerderzand is uitgespoeld of uitgetrokken in de periode tussen 1 januari en 1 oktober 2008*

vissoort	aantal	aantal per 1.000.000 m ³ spuivolume	percentage van totale aanbod
<i>zoetwatervissen</i>			
baars	19.859.026	4.124,2	12,9 %
blankvoorn	2.965.621	615,9	1,9 %
brasem	314.369	65,3	0,2 %
karper	1.463	0,3	0,0 %
pos	71.542.123	14.857,6	46,6 %
rivierdonderpad	19.603	4,1	0,0 %
roofblei	405	0,1	0,0 %
snoek	1.564	0,3	0,0 %
snoekbaars	1.834.380	381,0	1,2 %
winde	55.476	11,5	0,0 %
alver	24.676	5,1	0,0 %
giebel	5.698	1,2	0,0 %
<i>diadrome vissen</i>			
aal	349.042	72,5	0,2 %
bot	3.667.253	761,6	2,4 %
grote marene	883	0,2	0,0 %
houting	687.956	142,9	0,4 %
spiering	31.163.720	6.471,9	20,3 %
3D-stekelbaars	1.870.904	388,5	1,2 %
zalm	47	0,0	0,0 %
zeeforel	344.495	71,5	0,2 %
rivierprik	5.822	1,2	0,0 %
<i>brakwater- en zeevissen</i>			
grondel	1.214	0,3	0,0 %
harder	39.417	8,2	0,0 %
haring	18.189.903	3.777,6	11,8 %
tong	540.643	112,3	0,4 %
zeenaald	19.833	4,1	0,0 %
zeeprik	1.575	0,3	0,0 %
totaal	153.507.110	31.879,7	100,0 %

*de berekening is tot deze periode beperkt omdat over de maanden oktober en november geen gegevens over de soortenverdeling binnen de vangsten bekend zijn

6. CONCLUSIES EN DISCUSSIE

6.1. Conclusies

Onderstaand zijn de belangrijkste conclusies uit het onderzoek beknopt weergegeven.

6.1.1. Intrek en terugkeer

regulier spuien

- zowel grote als kleine vissen slagen erin om tijdens de spuiperiode via de spuisluizen in te trekken in de richting van het IJsselmeer;
- bij normaal spuien bestaat het intrekende visbestand vooral uit de soorten spiering (maart - april), stekelbaars, (april - mei), blik (dit is jonge haring of sprot; mei - juni) en bot (juni);
- intrek vindt vooral 's nachts plaats. Overdag is er bijna geen visintrek;
- de intrek vindt vooral bij de start van het spuien plaats en nauwelijks tegen het einde.

'deuren-eerder-open' / verlengd spuibeheer

- wanneer de deuren eerder open worden gedaan slagen meer vissen er in om in te trekken;
- het eerder openen van de deuren zorgt 's nachts wel voor meer intrek, overdag niet;
- ook voor spiering geldt dat er meer vissen intrekken wanneer de deuren eerder open gaan. Het gaat dan vooral om meer kleine spieringen;
- bij blik (jonge haring) zorgde het eerder openen van de deuren voor een verdubbeling van het aantal intrekende vissen ten opzicht van het gangbare spuibeheer. Voor andere soorten trokken er bij het eerder openen ongeveer 5 tot 20 % meer vissen in.

'schutten'

Het binnenschutten is naar aanleiding van waarnemingen in dit onderzoek nader onderzocht in een aparte studie [lit. 6]. De belangrijkste conclusies uit die studie zijn:

- het aantal spiering- en stekelbaarzen dat bij het 'schutten' intrekt is [per hoog tijd] meer dan tien keer zo groot is als het aantal vissen dat tijdens het spuien intrekt;
- voor bot kon niet worden bepaald wat de intrekwinst was omdat de schutproeven buiten het migratie-seizoen van bot hebben plaatsgevonden;
- het 'schutten' werkt 's nachts wel en overdag niet;
- om zoveel mogelijk vissen binnen te schutten moet vooral geschut worden in de korte periodes van één tot drie weken waarin de meeste visintrek plaatsvindt. Omdat het belangrijkste intrekmoment per vissoort verschilt moet het schutten goed getimed worden;
- het lijkt erop dat veel geschutte vissen weer naar buiten gespuid worden als er weer kort na het schutten wordt begonnen met spuien. Deze verliezen kunnen oplopen tot meer dan de helft van de hoeveelheid vis die naar binnen is geschut;
- een voor de hand liggende mogelijke verklaring is, dat binnengekomen vis een geleidelijke overgang van zout naar brak water nodig heeft. Dat kan een reden zijn waarom vis die van zout naar zoet geschut is niet meteen doorzwemt naar het zoete IJsselmeer, maar vlak voor de deuren aan de IJsselmeerkant blijft hangen en bij de volgende spui weer uitspoelt (en mogelijk daarna opnieuw probeert om naar binnen te komen).

6.1.2. Uitspoeling en uittrek

- bij de bemonsteringen aan de Waddenzeezijde zijn door het jaar heen veel vissen opgevangen. In de winter waren dit vooral pos en baars, in het voorjaar vooral spiering en haring. Van de vissen die volgens tellingen in het najaar passeerden weten we niet tot welke vissoorten ze behoorden;
- de zoetwatervissen die uitspoelden waren vrijwel allemaal vissen die minder dan een jaar oud waren (0+-cohort). Deze uitspoeling lijkt vooral passief te zijn. Dat wil zeggen dat de hoeveelheid uitspoelde vis wordt bepaald door de hoeveelheid 0+ vis per m³ water en door het aantal m³ water dat naar buiten gaat. (dit wil overigens niet zeggen dat de vis voorafgaand aan de uitspoeling niet door bijvoorbeeld aalscholvers kan zijn opgejaagd. Het vermoeden dat opjaging een rol kan spelen

volgt uit de waarneming van jagende aalscholvers op de Middelgronden rond het moment van de omvangrijke uitspoeling in januari 2008);

- er is maar heel weinig maatse vis uitgespoeld;
- het aantal zoetwatervissen dat na uitspoeling terug probeerde te keren was ook heel laag.

- jaarlijks gaat door uitspoeling ruwweg 10 kg / ha 0+ zoetwatervis 'verloren';
- dit verlies van 10kg / ha bedraagt meer dan 10 % van de jaarlijkse bruto productie aan zoetwatervis kleiner dan 15 cm op het IJsselmeer (ruw geschat op 60 - 80 kg / ha);
- voor de jaarlijkse netto productie in het 0+ cohort van de zoetwater vis (16 - 21 kg / ha) betekent dit een verlies van 10 kg / ha ruwweg 50 %. Omdat de meeste uitspoeling in de winter plaatsvindt, betreft dit voornamelijk netto productie.

- zo'n groot verlies werkt onvermijdelijk door in het totale visbestand door; dit kan onder door:
 - verbeterde groei van de resterende 0+ vis, en/of;
 - verslechterde groei van de grotere roofvis, en/of;
 - lagere commerciële oogsten.
- het netto-resultaat hiervan is op basis van het onderzoek naar de uitspoeling niet direct aan te geven, maar kan wel met behulp van analyses met het PISCATOR-model geschat worden.

aanleg van het derde spuicomplex

- wanneer de spuicapaciteit door de aanleg van het derde spuicomplex toeneemt hoeft per spuiperiode minder lang te worden gespuid. De hoeveelheid water die naar buiten gaat verandert niet. Daardoor hoeft ook de hoeveelheid vissen die door uitspoeling naar buiten gaat niet te veranderen;
- alléén als er bij het derde spuicomplex meer 0+ vis is dan bij de huidige sluizen, leidt het spuien met het derde complex tot een groter verlies van 0+ vis;
- op dit moment is het onduidelijk wat zo'n groter verlies aan 0+ vis voor een effect heeft op het bestand aan maatse vis. Dit kan met het PISCATOR-model relatief eenvoudig worden verkend;
- het derde spuicomplex zal naar verwachting niet leiden tot meer uitspoeling van maatse vis, want maatse vis laat zich niet zomaar uitspoelen. (van het Haringvliet is wel bekend dat dit bij hoogwater gebeurd).

6.2. Waarnemingsmethoden

6.2.1. Algemeen verloop van waarnemingen

Binnen het onderzoek dat in voorliggende rapportage is beschreven is veel informatie verzameld over de vismigratie via de spuisluizen te Kornwerderzand. Tegelijkertijd is ook ruime ervaring opgedaan met het verrichten van vismetingen in de spuikokers. Een groot aantal factoren is van invloed geweest op het resultaat van de metingen, de belangrijkste daarvan zijn de weerscondities, de optredende stroomsnelheden en turbulentie in de spuikokers, de aanvoer van plantenmateriaal en de afstemming van waarnemingen met het spuibeheer. Gaandeweg het onderzoek zijn enkele aanpassingen aan de opstellingen gemaakt om de waarnemingsmethoden beter af te stemmen op de heersende condities. Desondanks zijn de waarnemingen helaas niet geheel volgens planning verlopen. De voornaamste onderbrekingen kwamen voort uit het bezwijken van de fuikconstructies onder de hoge waterdruk aan het begin van het jaar, de aanvoer van grote hoeveelheden afgestorven waterplanten in het najaar en de overlast door vorst en/of ijsgang.

6.2.2. Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de metingen

Voor de uitvoering van dit project is gekozen voor de inzet van twee waarnemingsmethoden, te weten een hoogfrequente kwantitatieve analyse van het passerend visbestand met behulp van sonar, in combinatie met frequente vangtuigbemonsteringen voor een kwalitatieve analyse van het passerend visbestand.

vangtuigen

De vangtuigen die bij het onderzoek zijn ingezet functioneerden na aanpassing van de constructies goed. Zowel aan de Waddenzeezijde als aan de IJsselmeerzijde zijn goede resultaten verkregen met de vangtuigen. Op beide locaties werden diverse soorten en lengteklassen gevangen.

Opvallend is dat met de vangconstructies aan de Waddenzeezijde kleine vissen met een lengte van slechts 2 centimeter nog konden worden gevangen. De grootste gevangen schubvis was een brasem van 75 centimeter. De vangstefficiëntie van het net aan de Waddenzeezijde is beproefd door de alen die aan de IJsselmeerzijde zijn gevangen tijdens de spuiperiode in het uitspoelende water uit te zetten. Daarnaast zijn 10 gemerkte vissen (brasem en blankvoorn) met een lengte tussen 10 en 20 cm in het uitgaande water uitgezet. Alle uitgezette vissen zijn vervolgens bij de bemonsteringen aan de Waddenzeezijde teruggevangen. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de vangstefficiëntie van het vangtuig vrijwel 100 % is voor aal en schubvis groter dan 10 cm. Mogelijk kan alleen een deel van de uitspoelende kleine 0+-vis door de mazen van het net spoelen, waardoor de vangstefficiëntie voor deze vissen lager is.

Ondanks de hoge stroomsnelheden binnen het net was slechts een klein deel van de gevangen vissen beschadigd. Het is daardoor aannemelijk dat vissen als gevolg van de waterstromen langs het net gevoerd werden en maar in beperkte mate met het net in aanraking zijn gekomen. Dit blijkt ook uit het feit dat zelfs verschillende eenden en een aalscholver ongeschonden in het ruim van het bunkerschip terecht zijn gekomen.

In de fuiken aan de IJsselmeerzijde is hoofdzakelijk kleine vis gevangen. Het aantal vissen met een lengte groter dan 20 centimeter was zeer beperkt. De grootste schubvis die in de fuiken is aangetroffen was een brasem van 54 centimeter. Mogelijk hangt dit samen met de aanwezigheid van de fuikconstructies, maar er dient opgemerkt te worden dat het aantal grote schubvissen dat aan de Waddenzeezijde werd gevangen ook laag was. Het lijkt er daardoor op dat grotere vissen weinig gebruik maken van de spuisluizen om de Afsluitdijk te passeren.

Duidelijk is echter dat de constructies wel gevoelig zijn als gevolg van het feit dat ze een hele koker beslaan. Hoge afvoerdebieten en drijvend plantenmateriaal hebben voor problemen gezorgd. Er zijn goede manieren gevonden om de constructies te optimaliseren voor gebruik in de spuikokers, waardoor geen problemen meer optraden bij hoge afvoerdebieten. Het drijvend plantenmateriaal vormt een probleem waarvoor niet direct een oplossing voorhanden is. Het probleem bestaat er met name uit dat het net als gevolg van het invangen van plantenmateriaal dichtslaat, waardoor de capaciteit van het net om water af te voeren afneemt en de waterdruk op de constructies toeneemt. Het inperken van de bemonsteringsduur door het sluiten van de spuischuiven als het spuien al goed op gang gekomen is geen optie omdat het risico op schade aan het spuicomplex als gevolg van de optredende waterdruk te groot is. In plaats daarvan zouden de kortere spuiperiodes (bijvoorbeeld met een klein verval door westelijke wind) kunnen worden geselecteerd. Naar verwachting houdt het net het over kortere periodes wel.

sonar

Na de verplaatsing van de sonarapparatuur naar de pierkoppen hebben betrouwbare waarnemingen met de sonar plaats gevonden. De sonar is goed in staat gebleken om visverplaatsingen richting de Waddenzee te registreren, ook bij hoge stroomsnelheden en de aanwezigheid van grote hoeveelheden plantenresten in het gespuide water.

correlatie tussen vangtuigen en sonar

De meetgegevens van de sonar vertonen een goede correlatie met het aantal vissen dat met de vangtuigen wordt waargenomen. Wel is gebleken dat de absolute aantallen die door de sonar geregistreerd werden af konden wijken van de aantallen die in de vangtuigen werden aangetroffen.

Bij de passage van vis richting de Waddenzee lijkt de afwijking onder meer beïnvloed te worden door de heersende windrichting en -sterkte. De afwijkingen komen daarnaast voort uit de lagere nauwkeurigheid van de sonar voor de registratie van kleine vis. Dit is ook aan de Waddenzeezijde gebleken, maar komt het duidelijkst naar voren in het feit dat met de sonar slechts bij enkele waarnemingen intrek is waargenomen. Kleine intrekken vissen werden over het hoofd gezien, hetgeen waarschijnlijk mede te verklaren is op basis van de verwachting dat kleine vis de spuikoker via stromingsluwe plekken passeert, waardoor het waarschijnlijk is dat ze buiten de bundel van de sonar blijven. De intrek van grotere vissen, wellicht paarijpe spiering, is wel waargenomen.

Van de vispassage richting het IJsselmeer is geen rechtstreekse vergelijking tussen waargenomen aantallen te maken omdat de fuiken bij de verplaatsing van de sonar naar de pierkop in het zicht van de sonar zijn gekomen. Na de verplaatsing zijn de sonarmetingen en fuikbemonsteringen op afzonderlijke tijdstippen uitgevoerd. Daardoor hebben er geen gelijktijdige metingen met betrouwbare resultaten kunnen plaatsvinden.

6.3. Migratiebewegingen

6.3.1. Uittrek en uitspoeling

In totaal zijn gedurende de gehele onderzoeksperiode 27 vissoorten in de vangconstructies aan de Waddenzeezijde gevangen. Daaronder waren 12 zoetwatersoorten aanwezig. Het is opvallend dat deze soorten maar liefst 66 % van het totaal aantal gevangen vissen uitmaakten. Vooral tijdens de wintermaanden was het aandeel van deze vissoorten aan het uitgaande visbestand zeer hoog. Als gevolg van deze grote bijdrage in de wintermaanden is ook het aandeel aan het totale uitgespoelde bestand volgens de berekening zeer hoog.

Op basis van zowel netvangsten als sonarmetingen is ingeschat dat in totaal ruim 153 miljoen vissen de spuisluisen te Kornwerderzand in de richting van de Waddenzee zijn gepasseerd in de 9 maanden tussen 1 januari en 1 oktober 2008. Van dit totale uitgespoelde bestand zou volgens dezelfde berekening 63 % uit zoetwatervissen bestaan. Pos is met een geschat aandeel van 47 % het sterkst vertegenwoordigd in het totale uitgaande bestand. Andere soorten die volgens de inschatting in grote getale aanwezig zijn in het uitgaande bestand zijn baars, spiering en haring. In het daadwerkelijk gevangen bestand aan uitgaande vissen hebben pos, baars, spiering en haring een aandeel van respectievelijk 50 %, 11 %, 9 % en 23 %. De uittrek/uitspoeling is omvangrijk te noemen. Bij een gemiddelde lengte van 8 cm en een gewicht van 4 gram bedraagt het totaalgewicht van de 153.000.000 vissen (paragraaf 5.4) 612.000 kg. Verdeeld over het totale oppervlak van het IJsselmeer van circa 110.000 hectare is dat 5,5 kg/ha. Dit betekent dat de uitspoeling, van hoofdzakelijk 0+-vis, een niet te verwaarlozen factor is.

Dit is eenvoudig te illustreren met een rekenvoorbeeld:

Bij een totale visbiomassa van 100 kg/ha is de bruto planktivore visproductie 60 tot 80 % van dit gewicht [lit 4], dus 60-80 kg/ha/jr. Stel dat 80 % van deze productieruimte wordt ingenomen door 0+-vis (en de rest door >0+-15 cm), dan is dit 48-64 kg/ha/jr. De productie:biomassa-ratio van 0+-vis bedraagt ongeveer 3, dus dit komt overeen met een netto productie van 16 tot 21 kg/ha. Dit betekent dat een uitspoeling van 5,5 kg/ha via de spuisluisen te Kornwerderzand in negen maanden hoog is (26-34 %)!

Naast de uitspoeling bij Kornwerderzand zal er ook sprake zijn van uitspoeling bij de spuisluisen te Den Oever. Het huidige onderzoek heeft zich enkel op de spuisluisen te Kornwerderzand gericht, waardoor niet te zeggen is hoe omvangrijk deze uitspoeling bij Den Oever is. In paragraaf 5.4 zijn de resultaten die bij Kornwerderzand verkregen zijn rechtstreeks naar de spuisluisen van Den Oever geëxtrapoleerd, waardoor een totaal uitgespoeld bestand aan zoetwatervis van 9,8 kg/ha werd berekend. Die extrapolatie is gebaseerd op de hypothese dat het aantal uitgaande vissen per gespuid watervolume gelijk is voor de beide spuicomplexen. Hoewel de spuicomplexen op het eerste gezicht een vergelijkbaar uiter-

lijk hebben, verschilt de waterdiepte voor de complexen en de ligging ten opzichte van belangrijke visgronden, zoals de Middelgronden [lit. 2]. Deze aspecten maken dat het aannemelijk is dat het aantal uitgaande vissen per gespuid watervolume niet gelijk is voor de twee complexen. Omdat de hypothese daarmee verworpen wordt, mag geen waarde worden toegekend aan de resultaten van de rechtstreekse extrapolatie.

Voor alle bovengenoemde aantallen en percentages geldt dat het ruwe inschattingen betreft. Dit komt met name doordat in de onderzoeksopzet ervoor gekozen is om maar een beperkt aantal vangtuigbemonsteringen uit te voeren. De samenstelling van het passerende visbestand in de tussenliggende periode kan daarom alleen worden ingeschat op basis van een extrapolatie van eerder verkregen onderzoeksgegevens. Daarnaast ontbreken gegevens over de vangstsamenstelling tijdens de migratieperiode in het najaar. Daardoor zal naar verwachting onder andere de inschatting van het totaal aantal palingen aanzienlijk lager zijn dan het daadwerkelijk aantal uittrekkende palingen.

vergelijking met visbestand op het IJsselmeer

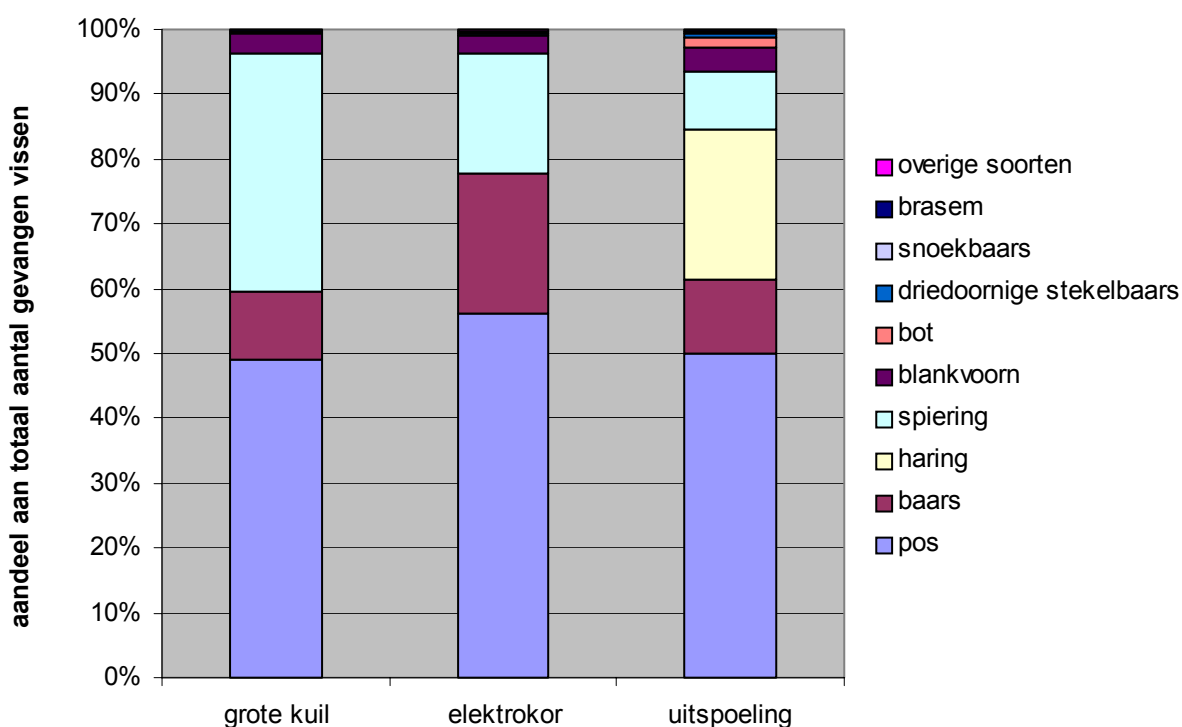
Om een nadere inschatting te krijgen van de waargenomen uitspoeling in relatie tot het visbestand van het IJsselmeer zijn de resultaten van het huidige onderzoek in tabel 6.1 afgezet tegen de resultaten van de jaarlijkse bestandsschattingen voor het IJsselmeer door IMARES [lit. 5 en 6]. Bij vergelijking van de gegevens van het huidige onderzoek met de gegevens van IMARES moet worden opgemerkt dat de gegevens van IMARES resultaten zijn van bestandsschattingen in het najaar, terwijl de resultaten van het huidige onderzoek verkregen zijn in de periode januari-oktober 2008. Het aantal uitgaande vissen komt, omgerekend naar een hoeveelheid per hectare IJsselmeerooppervlak, overeen met 13 % van het bestand volgens de schattingen met de grote kuil in 2008. De verhoudingen tussen de vangsten en het geschatte bestand verschillen sterk voor de individuele soorten.

tabel 6.1. Visbestand op het IJsselmeer per soort per jaar in aantal/ha volgens de bestandsonames van IMARES [lit. 5 en 6], de resultaten uit de huidige studie omgerekend naar aantal/ha IJsselmeer en het percentage voor de uitspoeling per soort in relatie tot het bestand in 2008 volgens de bemonsteringen met de grote kuil

	visbestand op het IJsselmeer				uitspoeling	percentage
	2007		2008		jan-okt 2008	uitspoeling in relatie tot het bestand
	grote kuil	elektrokor	grote kuil	elektrokor		
	aantal/ha	aantal/ha	aantal/ha	aantal/ha	aantal/ha	
aal	0	3,84	0	9,6	3,17	<100 %
baars	2.569	8.151	1.118	2.308	180	16%
blankvoorn	379	511	322	2.88	27	8%
bot	2,86	44	0,23	9,1	33	<100 %
brasem	32	14	36	28	2,86	8%
diklipharder	0,07	0,19	0	0	0	<100 %
driedoornige stekelbaars	1,33	0,78	3,84	0,58	17	<100 %
giebel	0	0	0,22	0	0,05	23%
haring	0	0	0	0	165	<100 %
houting	0	0	0,04	0	6,25	<100 %
karper	0	0	0,05	1,96	0,01	20%
pos	18.727	26.007	5.107	5.977	650	13%
rivierdonderpad	0,07	10	0,34	13	0,18	53%
riviergrondel		0,19		0	0,01	
snoekbaars	23	12	34	27	17	50%
spiering	892	625	3.800	1.968	283	7%
sprot	0	0,15	1,17	1,98	0	0%
winde	1,29	0,46	0,45	0,2	0,50	<100%
totaal	22.628	35.391	10.424	10.648	1.396	13%

De procentuele verdeling van het totaal aantal gevangen uitgaande vissen over de aangetroffen vissoorten (afbeelding 6.1) vertoont een duidelijke gelijkenis met de soortverdeling die in 2008 is gevonden bij de jaarlijkse visstandbemonsteringen door IMARES op het IJsselmeer. Bij zowel het huidige als het IMARES onderzoek was pos het meest talrijk en hadden baars en spiering een groot aandeel aan de vangst. De voornaamste afwijking wordt veroorzaakt doordat er bij het huidige onderzoek aan het begin van de zomer een groot aantal haringen gevangen is, terwijl deze soort bij de visstandbemonsteringen (tussen 18 augustus en 12 september) niet is aangetroffen. De lengtefrequentieverdelingen die voor de meest talrijke soorten in beide onderzoeken gevonden zijn vertoonden eveneens grote overeenkomsten. Uit de gelijkenis in de soort- en lengtefrequentieverdeling in de beide onderzoeken blijkt dat het uitgaande visbestand een afspiegeling vormt van het visbestand op het IJsselmeer. De aanwezige vissoorten lijken de spuilsuizen allemaal in gelijke mate uit te spoelen en/of te trekken. Bij de uitspoeling en/of uittrek lijkt dus geen selectie op soorten of lengteklassen plaats te vinden. Dit versterkt het eerder geuite vermoeden dat het grootste deel van het passerende visbestand passief met het gespuide water mee wordt gevoerd.

afbeelding 6.1. Aandeel van de verschillende vissoorten aan het visbestand in het IJsselmeer in 2008 volgens visstandbemonsteringen van IMARES (grote kuil en elektrokor) [lit. 6] en gevonden aandeel aan het uitgaande visbestand binnen het huidige onderzoek



6.3.2. Intrek en terugkeer

In de fuiken aan de IJsselmeerzijde zijn in totaal 16 vissoorten aangetroffen, waarvan 7 zoetwatersoorten. Het totaal aantal gevangen vissen bedroeg 19.065 stuks. Aangezien er sinds de verplaatsing van de sonar geen gelijktijdige intrekwaarnemingen met de sonar en de fuiken zijn gedaan, is er geen goede extrapolatie te maken van het totaal aantal vissen dat gedurende de gehele onderzoeksperiode is ingetrokken.

Van het binnentrekkende visbestand dat in de fuiken is gevangen bestond het grootste deel uit haring (38 %), spiering (33 %) en driedoornige stekelbaars (20 %). In tegenstelling tot het uitgaande bestand was het aandeel van de zoetwatervissen aan het binnenkomende bestand slechts 5 %, waarbij baars en pos het sterkst vertegenwoordigd waren.

diadrome vissen

Het grote aantal jonge haringen, botjes en diadrome stekelbaarzen dat in de fuiken gevangen werd laat zien dat de spuikokers ook voor kleinere vissen fysiek passeerbaar zijn. Daarbij is duidelijk dat de passagesmogelijkheden voor kleinere vis nauw samenhangen met de stromingen in de spuikokers. Dit blijkt uit het geringe aantal kleine vissen dat met de sonar is waargenomen, maar ook uit de vergelijking van de intrek bij regulier en verlengd spuibeheer. De gemiddelde lengte van vissen die intrekken bij verlengd spuibeheer ligt lager dan de gemiddelde lengte van de binnentrekkende vissen diadrome en zeevissen bij regulier spuibeheer. Hieruit blijkt dat het verlengen van de spuiperiode tot aan gelijk tij zorgt voor gunstigere intrekcondities.

Wanneer wordt gekeken naar het moment van intrek valt op dat de diadrome vissoorten bot, spiering en driedoornige stekelbaars en de haring aan het begin van de spuiperiode in grotere getale binnentrekken dan aan het einde van de spuiperiode. Dit is opvallend aangezien de stromingscondities aan het begin en eind van de spuiperiode gelijk zijn. Dit resultaat laat zien dat deze vissen al voor aanvang van de spuiperiode dicht in de buurt van het spuicomplex aanwezig zijn. Het lijkt er daardoor op dat het niet zo zeer de lokstroomwerking van het gespuide zoete water is die de vissen naar het spuicomplex toetrekt. Waarschijnlijk weten de diadrome vissen die gemotiveerd zijn om binnen te trekken uit ervaring gedurende welke momenten in de getijdencyclus de spuisluizen open gaan. Deze waarneming is opvallend aangezien er over het algemeen vanuit wordt gegaan dat vissen door lokstromen (verschillen in stromingssnelheden of zoutgehalte) aangetrokken worden.

zoetwatervissen

De zoetwatervissen die in de fuiken zijn gevangen werden aan het eind van de spuiperiode in de grootste aantallen gevangen. Dit kan worden verklaard doordat een deel van de vissen die uitspoelen weer terug weet te keren. Opvallend is echter dat er ook een aanzienlijk aantal zoetwatervissen al aan het begin van de spuiperiode wordt gevangen in de fuiken. Dit is opvallend omdat het niet erg waarschijnlijk is dat de vissen al voor aanvang van de spuiperiode voor het spuicomplex liggen te wachten. Aangezien de spui om aan de Waddenzeezijde tijdens het spuien gevuld wordt met zoetwater is het ook niet erg waarschijnlijk dat uitgaande zoetwatervissen direct na uitspoeling opmerken dat ze de relatief zoute Waddenzee naderen.

Tijdens de uitvoering van de vangtuigbemonsteringen is bij aanvang van het spuien, zowel bij verlengd als regulier spuibeheer, gebleken dat er via de bovenste waterlagen water vanuit de Waddenzee naar het IJsselmeer stroomt, terwijl er een netto waterverplaatsing richting de Waddenzee plaatsvindt. Het is waarschijnlijk dat de zoetwatervissen die in de fuiken zijn aangetroffen grotendeels met deze retourstroom richting het IJsselmeer gevoerd zijn. De verwachting is dan ook dat maar een relatief klein deel van de gevangen zoetwatervissen actief naar het IJsselmeer heeft proberen terug te keren. Dit lijkt in overeenstemming met de gegevens te zijn wanneer naar de lengte van de vissen wordt gekeken. Er kan redelijkerwijs verwacht worden dat grote vissen het eerst opmerken dat ze in zouter water terecht zijn gekomen en daardoor het meest gemotiveerd zijn om terug te keren naar het IJsselmeer. Toch is het aandeel van deze vissen aan het binnentrekkende visbestand zeer laag. De kans dat de grotere vissen door een retourstroom worden meegevoerd is kleiner dan voor vissen met een geringere lengte en een minder ontwikkeld zijlijnsysteem (met dit systeem oriënteren vissen zich op de stroming).

6.3.3. Vergelijking in- en uitgaande visbestand

Bij vergelijking van het ingaande en uitgaande visbestand valt direct het grote verschil in het aantal passerende vissen op. Het gemiddeld aantal vissen dat tijdens een spuiperiode richting de Waddenzee passeert is een veelvoud van het aantal vissen dat gemiddeld richting het IJsselmeer passeert. Er

treedt dus duidelijk een netto verlies van vis naar de Waddenzee op. Zoals hierboven reeds is beschreven is het aandeel van zoetwatervissen aan het uitgaande bestand aanzienlijk groter dan van het binnenkomende visbestand. Uit de waarnemingen komt dan ook naar voren dat het netto verlies aan vis uit het IJsselmeer tijdens de waarnemingsperiode vooral zoetwatervissen (pos en baars) betrof. Het is hierbij wel van groot belang om te beseffen dat er grote variaties van jaar tot jaar op kunnen treden. Deze variaties hangen onder andere samen met de variaties in de sterkte van jaarklassen. Het optreden van dit verschijnsel blijkt bijvoorbeeld uit het feit dat in de maanden mei en juni van 2008 bleek in grote getale aanwezig was, terwijl deze vissen in dezelfde periode in 2009 nauwelijks gevangen zijn (afbeelding 4.3).

Een nadere beschouwing van de lengtefrequentieverdeling van de in- en uitgaande bestanden van de diverse soorten laat zien dat de lengtefrequentieverdelingen voor onder meer pos en blankvoorn vrijwel gelijk zijn voor de in- en uitgaande vissen. Dit impliceert dat het om dezelfde vissen gaat. Bij de baarsbestanden valt op dat de uitgaande baarzen een gemiddeld grotere lengte hebben dan de ingaande baarzen. Dit lijkt bovenstaande theorie van retourstroming te bevestigen. Het beeld voor de diadrome driedoornige stekelbaars, spiering en de haring is anders. Voor deze soorten is de gemiddelde lengte van het ingaande bestand hoger dan voor het uitgaande bestand. Dit wijst op het intrekken van volwassen dieren voor de paai en om te foerageren.

6.3.4. Migratiebewegingen van de belangrijkste (commerciële) vissoorten

baars

Bij de uittrekmetingen aan de Waddenzeezijde van de Afsluitdijk zijn 360.000 baarzen gevangen. Alleen pos en haring zijn in grotere aantallen aangetroffen bij in de vangsten. De baars had een aandeel van 12 % aan het totaal aantal uitgespoelde vissen. Dit percentage vertoont grote gelijkenis met het aandeel van 11% dat de baars volgens schattingen met de grote kuil door IMARES aan het visbestand van het IJsselmeer heeft. Dit duidt erop dat deze baars passief uitspoelt.

Het uitgaande bestand aan baars bestond vrijwel geheel uit ondermaatse 0+-vissen. In totaal zijn gedurende de onderzoeksperiode 250 maatse baarzen gevangen. De uitspoeling/uittrek van zowel de maatse als ondermaatse baarzen vond hoofdzakelijk in de december en januari plaats. Het terugkeersucces van deze baarzen was zeer laag, want slechts 400 baarzen zijn in de fuiken aan de IJsselmeerzijde gevangen. Slechts één van deze terugkerende baarzen was maats.

blankvoorns

In totaal zijn 100.000 blankvoorns uitgespoeld of getrokken. Hieronder waren 500 vissen met een lengte groter dan 20 cm. Slechts 100 blankvoorns (0,1 %) zijn aan de IJsselmeerzijde gevangen. De lengtefrequentieverdeling was vrijwel gelijk voor zowel het uitgaande als inkomende visbestand.

De blankvoorn had een aandeel van 3 % aan het totaal aantal uitgaande vissen. Net als bij de baars komt dit getal overeen met het aandeel aan het totale visbestand in het IJsselmeer, dit bedraagt eveneens 3 %. Dit duidt net als bij de baars op uitspoeling als voornaamste factor voor de passage van het spuicomplex in de richting van de Waddenzee.

brasem

De brasem had slechts een beperkt aandeel aan het uitgaande visbestand. In totaal zijn 6000 brasems aan de Waddenzeezijde gevangen, waarvan 93 vissen met een lengte groter dan 20 cm. De brasem had daarmee een aandeel van slechts 0,2 % aan het uitgaande visbestand, waarmee het aandeel aan het bemonsterde uitgaande bestand lager ligt dan het aandeel van 0,4 % aan het bestand dat volgens de bemonsteringen met de grote kuil aanwezig is in het IJsselmeer.

In de fuiken aan de IJsselmeerzijde zijn slechts 22 brasems gevangen.

paling

Bij het huidige onderzoek is slechts een beperkt aantal palingen gevangen. In totaal zijn aan de Waddenzeezijde slechts 75 alen gevangen, waaronder zowel rode aal als schieraal. De aal had daarmee een aandeel van 2 promille aan het uitgaande bestand dat aan de Waddenzeezijde gevangen is. Dit lage percentage is waarschijnlijk onder meer het gevolg van het feit dat in de belangrijkste migratieperiode van de schieraal (half september tot eind november) geen netbemonsteringen zijn uitgevoerd. In deze periode is wel een groot aantal uitgaande vissen waargenomen met de sonar. Het is aannemelijk dat dit onder andere schieralen betrof.

Bij de bemonsteringen met de grote kuil door IMARES zijn geen alen aangetroffen (0 alen/ha). De grote kuil is echter geen geschikt vangtuig voor de bemonstering van de paling. Op basis van de bemonstering met de elektrokor is een aandeel van 0,1 promille aan het bestand op het IJsselmeer opgegeven. Het aantal palingen dat in het huidige onderzoek is gevangen ligt hoger, hetgeen actieve uittrek impliceert.

snoekbaars

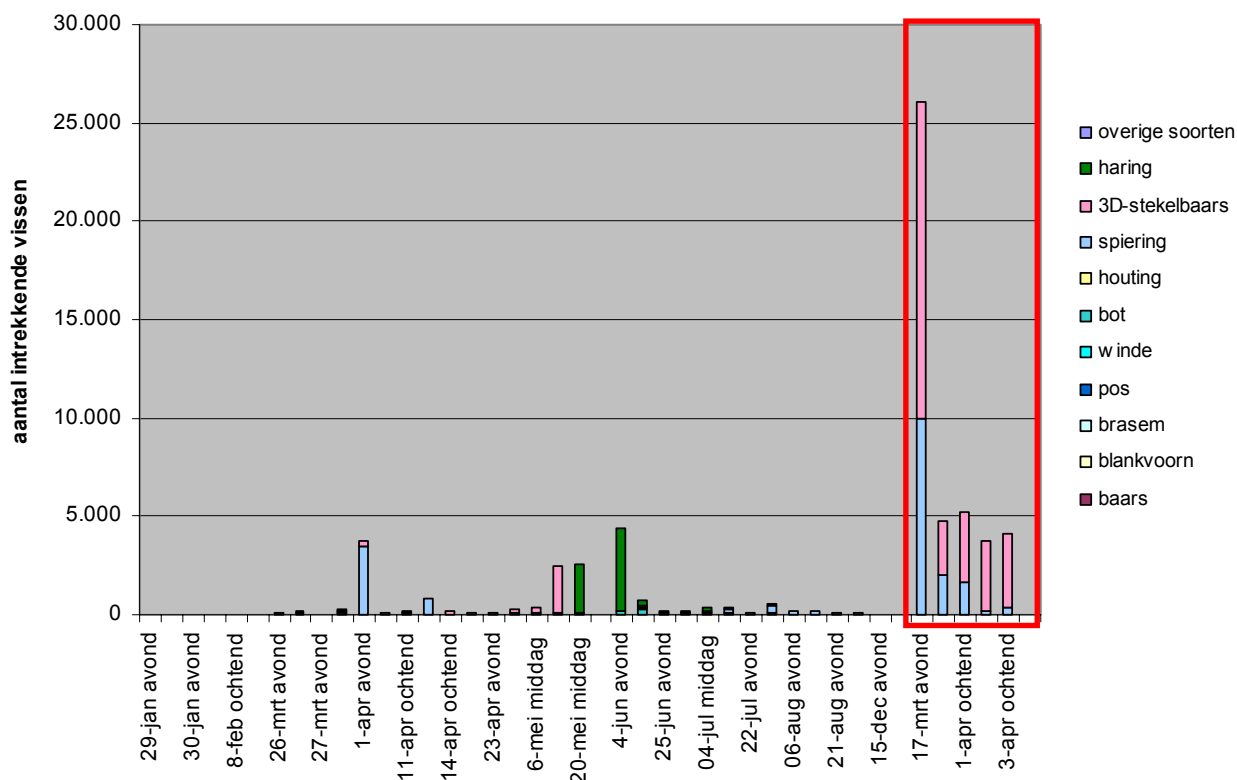
Bij de bemonsteringen zijn in totaal 13.000 uitgaande snoekbaarzen gevangen. Daaronder waren geen maatse vissen (>42 cm) en slechts 65 vissen met een lengte groter dan 20 cm. Het aantal uitgaande snoeken bedroeg minder dan 0,5 % van het totale aantal uitgaande vissen. Het aandeel van de snoekbaars aan het totaal aantal vissen in het IJsselmeer ligt volgens de bemonsteringen van IMARES ruim onder dit percentage. Het lijkt hier daardoor niet om uitspoeling maar om actieve uit-/wegtrek te gaan. Slechts 14 snoekbaarzen (1 % van het uitgaande bestand) zijn binnengehouden.

spiering

Uit de onderzoeksgegevens uit de voorjaren van 2008 en 2009 blijkt dat de intrek van spiering vooral plaatsvindt in een korte migratiepiek tussen half maart en half april. De uittrek vindt in juli en augustus plaats. De spiering had een aandeel van 9 % aan het bestand dat aan de Waddenzeezijde gevangen is. Het aandeel ligt daarmee ruim onder het aandeel van 36 % dat de spiering volgens de bemonsteringen met de grote kuil aan het totaal aantal vissen op het IJsselmeer heeft. Dit duidt erop dat de passage van spiering richting de Waddenzee geen passieve uitspoeling, maar actieve uittrek betreft.

In het voorjaar van 2009 is binnen een apart onderzoek bekeken of de kansen voor intrek van spiering konden worden verbeterd door de uitvoering van schuttingen met de spuisluisen [lit. 7]. Aanleiding hiervoor was de waarnemingen dat aan het begin van de spuiperiode meer spiering werd gevangen dan aan het eind van de spuiperiode. De schuttingen zijn een heel effectief middel gebleken om de intrek van spiering te stimuleren. Uit afbeelding 6.2 blijkt dat het aantal vissen dat tijdens de vloed naar de IJsselmeerzijde werd geschut beduidend hoger lag dan het aantal vissen dat in dezelfde periode in 2008 binnentrok tijdens de spuiperioden. De uitvoering van schuttingen tijdens de vloed in perioden met een hoog aanbod aan migrerende vissen lijkt ook voor andere diadrome vissen een effectief middel om de kansen voor intrek te verbeteren.

afbeelding 6.2. Intrek en terugkeer in de tijd. De rood omkaderde staven betreffen de resultaten van bemonsteringen na de uitvoering van schuttingen tijdens vloedperioden



6.4. Passeerbaarheid van de Afsluitdijk

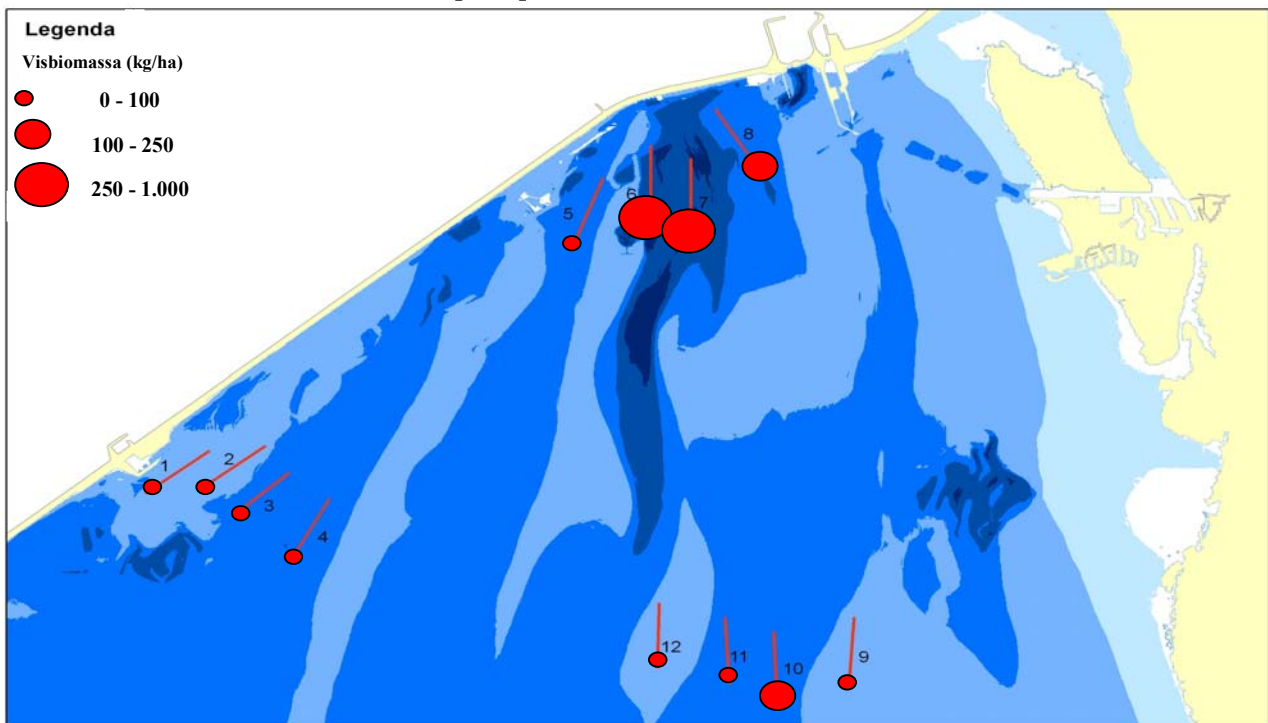
6.4.1. Uitspoeling van zoetwatervis en de kansen voor terugkeer

Eén van de achterliggende redenen van het onderzoek dat in deze rapportage is omschreven is de bezorgdheid van de beroepsvisserij dat via het nieuw aan te leggen derde spuicomplex grote aantallen vis verloren zullen gaan als gevolg van uitspoeling. De onrust betreft voornamelijk de uitspoeling van commercieel interessante soorten baars, blankvoorn, brasem, paling en snoekbaars. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat deze vissen zich in de wintermaanden in grote getale ophouden in de dieper gelegen delen van het IJsselmeer (afbeelding 6.3).

Uit de resultaten van het huidige onderzoek blijkt dat deze commercieel interessante soorten in aanzienlijke aantallen uitspoelen. Deze uitspoeling vindt voornamelijk in de winterperiode, na het eerste groeiseizoen, plaats en betreft de vissen van de 0+-generatie die het voorafgaande groeiseizoen hebben overleefd. Er is dus sprake van een verlies van de netto productie. Het zijn dus juist deze vissen die de jaarklassterkte bepalen, waardoor een effect van het verlies op het reproducerend vermogen van de visstand van het IJsselmeer verwacht kan worden.

Voor de kleinere vissen en voor de commercieel minder interessante soorten, zoals pos, geldt dat het verlies economisch minder van betekenis is. De vissen zijn echter niet zonder waarde voor het IJsselmeer. Het verlies van deze vissen kan als een verlies van voedingsstoffen uit het IJsselmeer en het verlies van prooidieren voor visetende vogelsoorten worden beschouwd.

afbeelding 6.3. Ruimtelijke verdeling van de commercieel belangrijke soorten baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars in het noordoostelijk deel van het IJsselmeer in de wintermaanden [lit. 2]



In de totale waarnemingsperiode maakten de commercieel interessante soorten 16 % van de opgevangen uittrekkende/uitspoelende vissen uit. In andere jaren kan dit aandeel echter hoger liggen en kunnen als gevolg van variaties in de sterkte van jaarklassen veel meer commercieel belangrijke vissoorten uitspoelen. Het jaar 2008 was een slecht jaar voor de snoekbaarsstand, waardoor de uitspoeling van snoekbaarsen al veel eerder effect heeft op de totale snoekbaarspopulatie van het IJsselmeer dan in een goed jaar. Daar komt bij dat de waarnemingen verspreid door de tijd hebben plaatsgevonden. Bij het najaarsonderzoek van IMARES is het aandeel van de commercieel belangrijke soorten geschat op 14 %. Deze waarde ligt dicht bij de waarde die in het huidige onderzoek gevonden is. Hieruit moet geconcludeerd worden dat de uitspoeling een factor van belang is voor de visstand van het IJsselmeer.

6.4.2. Verwacht effect van het derde spuimiddel op de uitspoeling van vis

Op basis van de waarnemingen te Kornwerderzand kan verwacht worden dat vis ook bij het derde spuicomplex uitspoeling van vissen plaats zal vinden. Naar verwachting zal de uitspoeling ook hier voornamelijk kleine vissen betreffen. Kleine vis is van nature, veel meer dan grote vis, geneigd om zich met waterstromen mee te laten voeren. De uitspoeling van grotere vissen, die een actieve bijdrage aan de reproductie kunnen leveren, kan daardoor in mindere mate verwacht worden. Net als bij het huidige onderzoek zal een deel van de grotere zoetwatervissen zich echter met het zoete water mee naar buiten verplaatsen. Welk deel van de vispopulatie, die zich nu in de winter in de Middelgronden verzameld, dit betreft is moeilijk te voorspellen. Te meer omdat op dit moment niet voorspeld kan worden of het gedrag van de winterconcentraties zal veranderen onder invloed van de aanwezigheid van het derde spuicomplex.

6.4.3. Aanbevelingen

Naar aanleiding van het onderzoek hebben wij de volgende aanbevelingen:

- binnen het onderzoek dat in de voorliggende rapportage is beschreven zijn verspreid over anderhalf jaar waarnemingen uitgevoerd aan het intrekkende en uitgaande visbestand. Hiermee is een beeld verkregen van de visbewegingen in de betreffende periode. De resultaten laten zien dat er enkele

duidelijke migratieperiodes te onderscheiden zijn. Tegelijkertijd blijkt dat de migratie pieksgewijs verloopt en variatie van jaar tot jaar vertoont. Deze variatie komt onder meer voort uit variaties in de sterkte van jaarklassen. Om het inzicht in de visbewegingen te vergroten en onderscheid te kunnen maken tussen vaste patronen en incidentele migratiepieken als gevolg van variaties tussen de jaren is het wenselijk om de onderzoeksperiode voort te zetten, temeer daar er grote variaties in jaarklasssterktes zijn;

- één van de perioden waarover nog weinig bekend is betreft de najaarsperiode. Uit de sonarwaarnemingen is gebleken dat in deze periode uittrek/uitspoeling plaatsvindt, maar de samenstelling van het uitgaande visbestand is niet bekend. We adviseren daarom om de waarnemingen die binnen het onderzoek nog resteren in de periode september-oktober in te zetten om inzicht te krijgen in de visbewegingen via de spuisluisen in het najaar. Daarbij lijkt de bemonstering van korte spuiperiodes het meest kansrijk omdat de overlast door plantenresten, zoals in het najaar van 2008, daardoor kan worden beperkt;
- tijdens het onderzoek zijn de waarnemingen uitgevoerd tijdens spuiperiodes waarin de spuikokers volledig werden geopend. In de praktijk spuit Rijkswaterstaat echter ook veel met de zogenaamde 'visintrek'-stand. Hierbij worden per set spuisluisen de buitenste sluisen slechts gedeeltelijk geopend (op een kier gezet). De effectiviteit van deze 'visintrek'-stand is in dit onderzoek niet vastgesteld. Wij adviseren om deze effectiviteit vast te stellen met behulp van de vangconstructies die bij het huidige onderzoek zijn gebruikt;
- de sonarwaarnemingen en bemonsteringsinspanningen hebben zich volledig op de spuisluisen gericht. Het is van tal van locaties bekend dat vissen ook van schutsluisen gebruik maken om migratiebarrières te passeren. Om het beeld van de vismigratie bij Kornwerderzand te completeren zou onderzoek in de schutkolk van de scheepvaartsluisen uitgevoerd kunnen worden.

6.4.4. Beheersopties ter bevordering van visoptrek

Uit het huidige onderzoek is naar voren gekomen dat de visoptrek vanaf de Waddenzee naar het IJsselmeer op twee manieren kan worden bevorderd:

- door het verlengen van het spuibeheer tot gelijk peil. Tijdens het onderzoek is gebleken dat bij verlengd spuibeheer meer haring en spiering binnentrok dan bij regulier spuibeheer. Voor zoetwatervis werd geen duidelijk effect waargenomen;
- door tijdens de vloed schuttingen met de spuisluisen uit te voeren. De uitvoering van schuttingen met de spuisluisen tijdens de vloed is een effectief middel gebleken om spiering en stekelbaars binnen te schutten. Voor andere vissoorten is dit nog niet vastgesteld. Wij adviseren om de effectiviteit van deze maatregel eveneens te onderzoeken voor bot en bliek.

Op basis van de voorlopige resultaten lijkt het schutten een effectievere maatregel om de intrek van spiering en stekelbaars te verbeteren dan verlenging van de spuiperiode. Een belangrijk aspect van beide beheersopties is de hoeveelheid zout die wordt binnengelaten. Hier is in het kader van voorliggende studie geen onderzoek naar gedaan.

7. REFERENTIES

1. Kruitwagen, G., Klinge, M. (2007) 0-beschrijving en meetadvies vismigratie ten behoeve van extra spuisluizen in de Afsluitdijk. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van Rijkswaterstaat IJsselmeergebied;
2. Kruitwagen, G., Klinge, M. (2008) Visstandonderzoek op de Middelgronden. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van Rijkswaterstaat IJsselmeergebied;
3. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2006) Gebiedsdocument Natura 2000 gebied 72 – IJsselmeer. Werkdocument Natura 2000 aanwijzingsbesluit;
4. Grimm, M.P., Backx, J.J.G.M. (1990) The restoration of shallow eutrophic lakes, and the role of northern pike, aquatic vegetation and nutrient concentration. *Hydrobiologia* 200/201: 557-566;
5. van Overzee, H.M.J., de Boois, I.J., van Keeken, O.A., de Leeuw, J.J. (2008) Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2007. Rapport Wageningen IMARES in opdracht van het Ministerie van LNV;
6. van Overzee, H.M.J., de Boois, I.J., van Keeken, O.A., van Os-Koomen, B., van Willegen, J. (2009) Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2008. Rapport Wageningen IMARES in opdracht van het Ministerie van LNV;
7. Kruitwagen, G., Klinge, M. (2009) Metingen visintrek Kornwerderzand bij schuttingen met spuisluizen. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst.

BIJLAGE I Verklaring van gehanteerde termen

IJsselmeer- of binnenzijde	:	met deze termen wordt de zuidzijde van de Afsluitdijk aangeduid. Aan deze zijde ligt het zoete IJsselmeer
Waddenzee-, buiten-, of zeezijde	:	met deze termen wordt de noordzijde van de Afsluitdijk aangeduid. Aan deze zijde ligt de zoute Waddenzee
peilverschil	:	een verschil in waterpeil tussen de beide zijden van de Afsluitdijk. Peilverschillen treden vooral op door de getijdewerking op de Waddenzee, maar kunnen ook het gevolg zijn van de invloeden van wind op het water
spuien	:	het lozen van zoet water uit het IJsselmeer in de richting van de Waddenzee op momenten dat het waterpeil in het IJsselmeer hoger is dan het waterpeil op de Waddenzee
spuien onder vrij verval	:	lozen van water met gebruik van de zwaartekracht bij een peilverschil, dus zonder de tussenkomst van pompen
spuicomplex	:	complex van spuisluizen. De Afsluitdijk is voorzien van twee complexen met spui- en schutsluizen, de Lorentzsluizen te Kornwerderzand (Friesland) en de Stevinsluizen te Den Oever (Noord Holland)
spuisluizen	:	schuiven in een waterkering die bedoeld zijn om water te kunnen spuien
schutsluizen (spui)kokers	:	sluizen om scheepvaart een waterkering te laten passeren afsluitbare kokers die worden ingezet om water uit het IJsselmeer naar de Waddenzee te spuien. De spuikekers in de Afsluitdijk zijn elk voorzien van twee deuren, een noord- en een zuiddeur. De Lorentzsluizen zijn voorzien van 2 sets van elk 5 spuikekers. De Stevinsluizen zijn voorzien van 3 sets van elk 5 spuikekers
spuiperiode	:	tijdvak met lage waterstand op de waddenzee waarin gespuid kan worden
(regulier) spuien	:	spuibeheer waarbij alleen wordt gespuid wanneer de waterstand op het IJsselmeer tenminste 10 centimeter hoger is dan op de Waddenzee. Dit beheer is erop gericht om de instroming van zout water in het IJsselmeer te voorkomen
aangepast spuien	:	spuibeheer waarbij gespuid wordt zolang er een peilverschil bestaat waarbij de waterstand op de Waddenzee lager is dan op het IJsselmeer
spuien met visintrek	:	spuibeheer waarbij de buitenste twee spuikekers van een set slechts 10 centimeter geopend worden
fuiken	:	trechtersvormige netten die zijn voorzien van vernauwingen, of inkelingen, waardoor vis die eenmaal het net binnen is gezwommen het net niet meer kan verlaten. Bij het onderzoek zijn deze netten aan de IJsselmeerszijde van de spuisluizen ingezet om binnentrekkende vissen te vangen
grote vangtuig	:	dit vangtuig is tijdens het onderzoek aan de Waddenzeezijde ingezet om vissen die de spuisluizen in de richting van de Waddenzee passeerden op te vangen. Het vangtuig bestond uit een net dat visdicht achter een spuikeker was bevestigd. De achterzijde van dit net was via een slang met een ruim in een bunschip verbonden waardoor gevangen vissen in het ruim konden worden opgevangen
referentienetten	:	dit zijn netten die aan het begin van de onderzoeksperiode zijn ingezet om een vergelijking tussen het visaanbod in de diverse spuikekers te kunnen maken. Deze netten bemonsterde slechts een deel van het gespuide water

sonar	:	techniek waarbij geluidspulsen worden uitgezonden om vissen in het water te detecteren. De sonar geeft informatie over het aantal passerende vissen en geeft een indicatie van de lengte per vis
kotter	:	vissersschip dat bij de bemonsteringen aan de Waddenzeezijde is ingezet
bunschip	:	schip met ruimen waarin vis kan worden opgeslagen. De ruimen staan via roosters in open verbinding met het water rondom het schip waardoor het water op natuurlijke wijze wordt ververs
intrek	:	hiermee wordt geduid op de passage van de Afsluitdijk door vissen die vanaf zee naar het IJsselmeer trekken
terugkeer	:	hiermee wordt geduid op de passage van de Afsluitdijk in de richting van het IJsselmeer door zoetwatervissen die eerder zijn uitgespoeld
binnentrekkende of binnenkomende vis	:	met deze term wordt bedoeld op alle vissen die de Afsluitdijk in de richting van het IJsselmeer passeren, dus zowel de intrekken- als terugkerende vissen
uittrek	:	deze term wordt gebruikt om te duiden op vissen die de Afsluitdijk doelgericht passeren in de richting van de Waddenzee op weg naar paai-, foerageer- of opgroeigebieden
uitspoeling	:	met deze term wordt geduid op de passage van de Afsluitdijk in de richting van de Waddenzee door zoetwatervissen. Deze vissen hebben geen specifiek doel op de Waddenzee. Onder de uitgespoelde vissen bevinden zich zowel vissen die actief met de stroom meezwemmen als vissen die door de stroom van gespuid water worden meegevoerd
uitgaande vis	:	met deze term wordt bedoeld op alle vissen die de Afsluitdijk in de richting van de Waddenzee passeren, dus zowel de uittrek- als uitgespoelde vissen

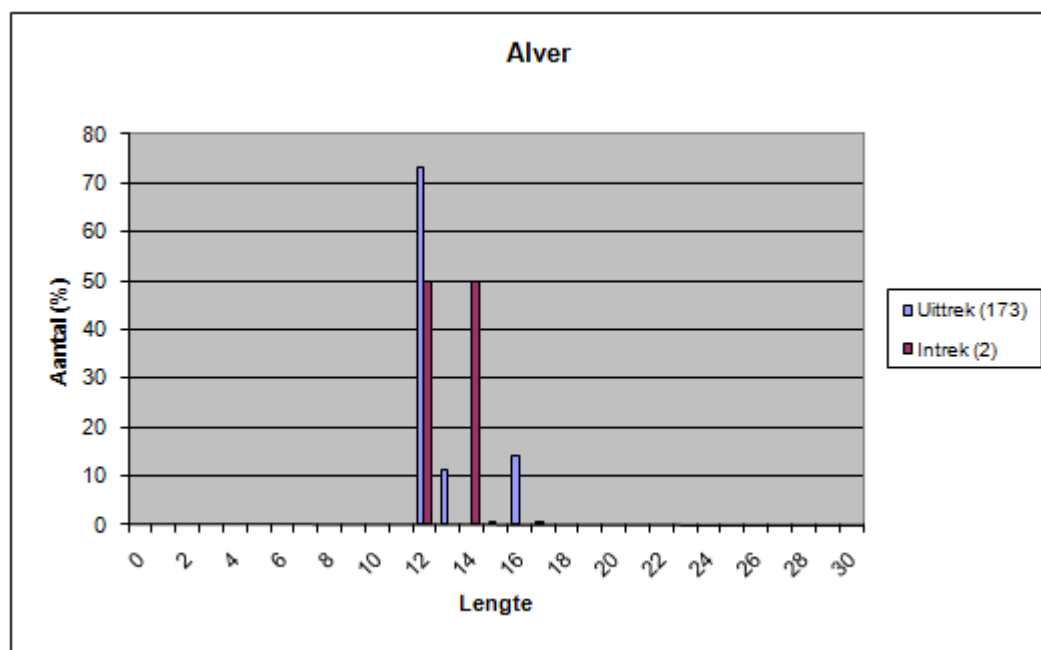
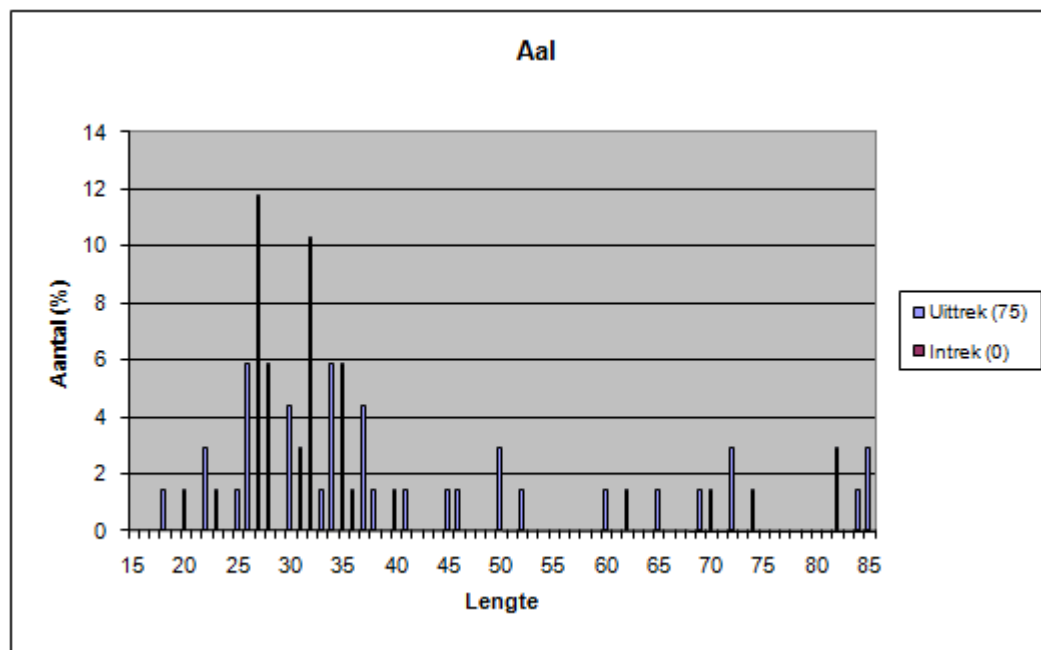
BIJLAGE II Overzicht van uitgevoerde bemonsteringen

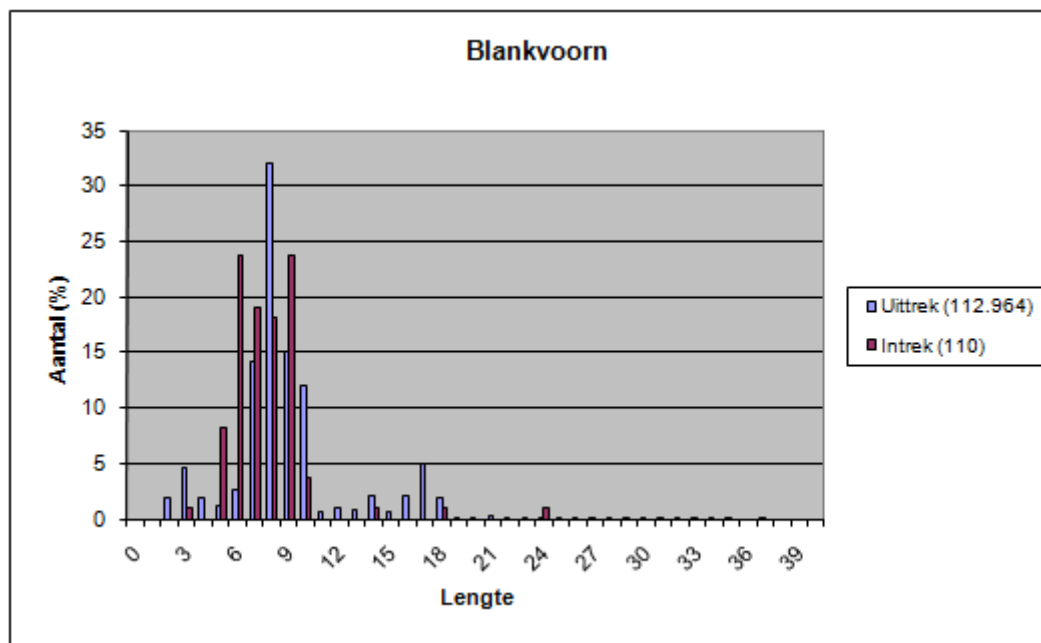
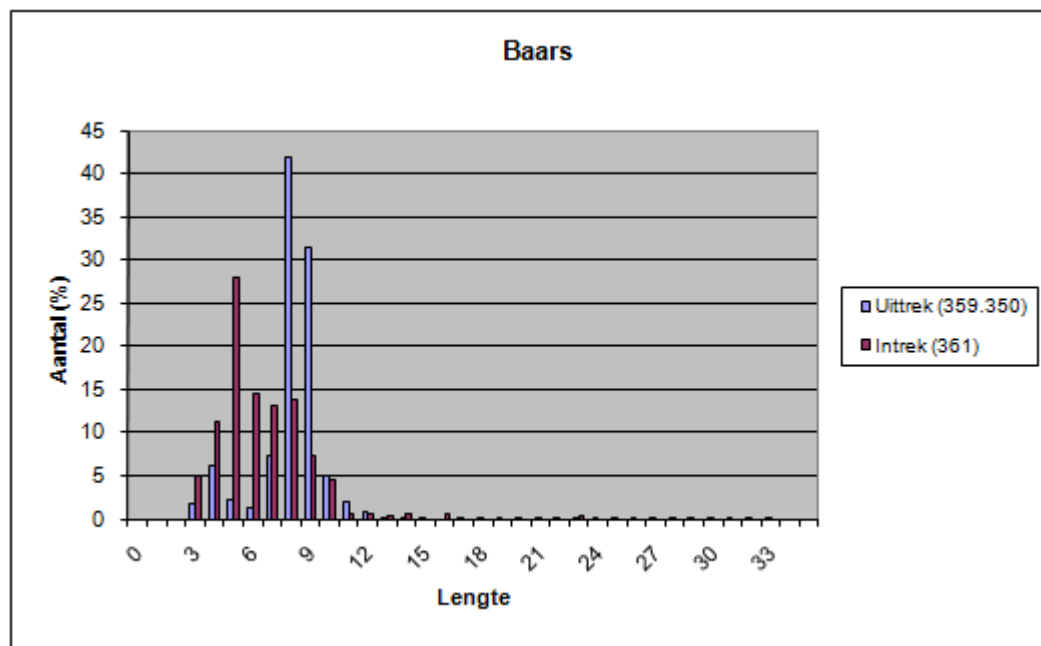
dag	maand	jaar	methode spuikoker dagdeel	referentienetten			fuiken		grote vangtuig	sonar
				16	17	18	16	17		
27	11	2007	avond	R	R				W	S
28	11	2007	ochtend	R	R				W	S
28	11	2007	avond	R	R				W	S
29	11	2007	ochtend	R	R				W	S
29	11	2007	avond	R		R			W	S
30	11	2007	ochtend	R		R			W	S
30	11	2007	avond	R		R			W	S
1	12	2007	ochtend	R		R			W	S
4	12	2007	avond		R	R			W	S
5	12	2007	ochtend		R	R			W	S
17	12	2007	avond		R	R			W	S
18	12	2007	ochtend		R	R			W	S
13	11	2007	avond				F	F	W	
14	11	2007	ochtend				F	F	W	
18	12	2007	avond				F	F	W	S
19	12	2007	ochtend				F	F	W	S
19	12	2007	avond				F	F	W	S
20	12	2007	ochtend				F	F	W	S
20	12	2007	avond				F	F	W	S
21	12	2007	ochtend				F	F	W	
1	1	2008	ochtend							S
1	1	2008	avond							S
3	1	2008	ochtend							S
3	1	2008	avond							S
4	1	2008	ochtend							S
7	1	2008	ochtend							S
16	1	2008	avond							S
17	1	2008	ochtend							S
17	1	2008	avond							S
21	1	2008	ochtend						W	
21	1	2008	avond						W	
22	1	2008	middag						W	
23	1	2008	ochtend						W	S
24	1	2008	ochtend							S
24	1	2008	avond							S
25	1	2008	ochtend							
25	1	2008	avond							
26	1	2008	ochtend							
26	1	2008	avond							
29	1	2008	avond				F			
30	1	2008	ochtend				F			
30	1	2008	avond				F			
31	1	2008	ochtend				F			
7	2	2008	middag				F	F	W	S
8	2	2008	nacht				F	F	W	S
8	2	2008	middag				F	F	W	S
9	2	2008	ochtend				F	F	W	S
9	2	2008	avond							S
14	2	2008	avond							S

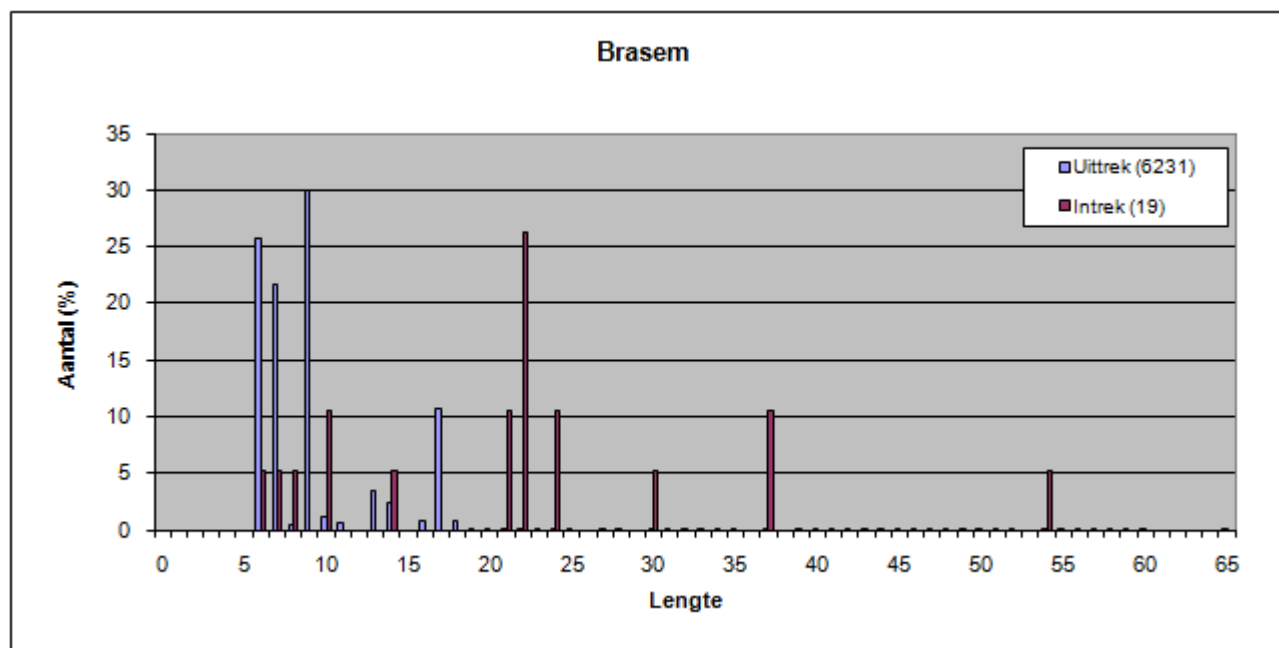
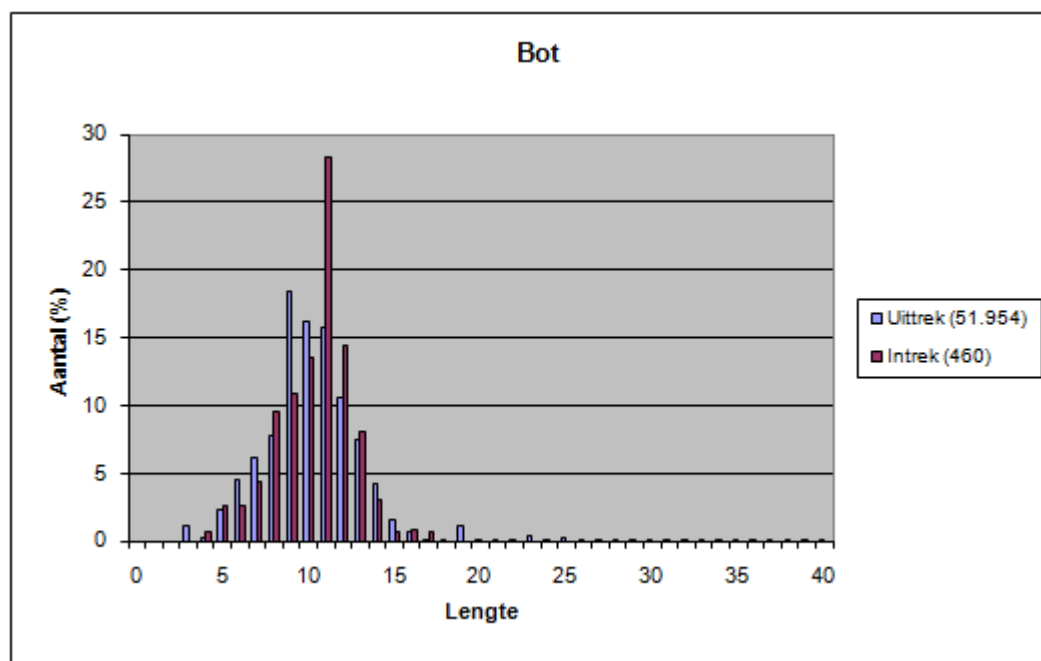
dag	maand	jaar	methode spuikoker dagdeel	referentienetten			fuiken		grote vangtuig	sonar
				16	17	18	16	17		
15	2	2008	ochtend							S
18	2	2008	avond							S
19	2	2008	avond							S
20	2	2008	ochtend							S
20	2	2008	avond							S
21	2	2008	ochtend							S
21	2	2008	avond							S
22	2	2008	avond							S
23	2	2008	avond							S
24	2	2008	ochtend							S
24	2	2008	avond							S
25	2	2008	ochtend							S
25	2	2008	middag							S
26	2	2008	ochtend							S
29	2	2008	ochtend							S
29	2	2008	avond							S
6	3	2008	middag							S
7	3	2008	ochtend							S
8	3	2008	middag							S
9	3	2008	ochtend							S
9	3	2008	middag							S
10	3	2008	ochtend							S
10	3	2008	middag							S
11	3	2008	ochtend							S
11	3	2008	middag							S
14	3	2008	avond							S
15	3	2008	ochtend							S
15	3	2008	avond							S
16	3	2008	ochtend							S
16	3	2008	avond							S
17	3	2008	ochtend							S
17	3	2008	avond							S
19	3	2008	ochtend							S
19	3	2008	middag							S
20	3	2008	ochtend							S
20	3	2008	middag							S
22	3	2008	ochtend							S
22	3	2008	middag							S
23	3	2008	ochtend							S
23	3	2008	middag							S
24	3	2008	ochtend							S
24	3	2008	middag							S
25	3	2008	middag							S
26	3	2008	ochtend				F		W	S
26	3	2008	avond				F	F	W	S
27	3	2008	ochtend				F		W	S
27	3	2008	avond				F		W	S
28	3	2008	ochtend							S

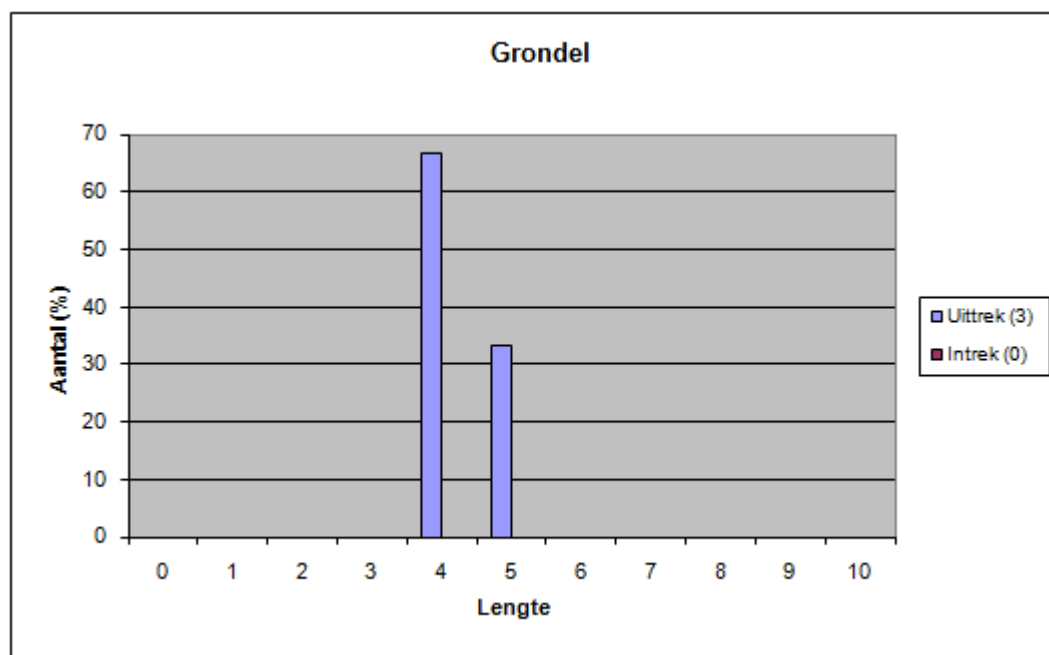
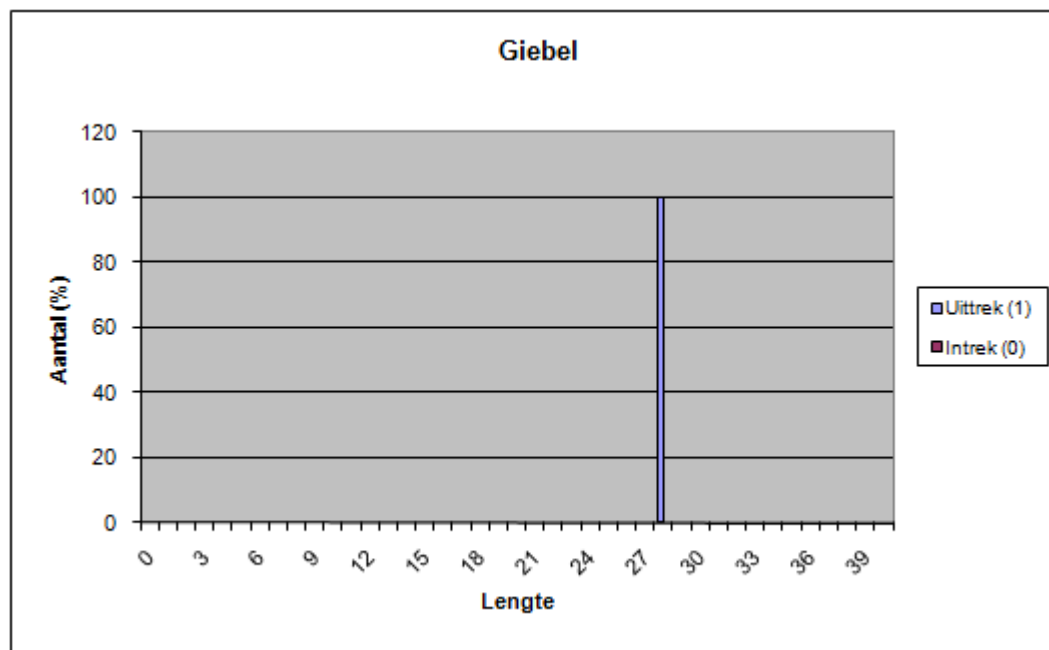
dag	maand	jaar	methode spuikoker dagdeel	referentienetten			fuiken		grote vangtuig	sonar
				16	17	18	16	17		
28	3	2008	middag							
1	4	2008	avond				F		W	
2	4	2008	middag				F		W	
11	4	2008	ochtend				F			S
11	4	2008	avond				F			S
14	4	2008	ochtend				F			S
14	4	2008	avond				F			S
14	4	2008	ochtend							S
23	4	2008	avond				F		W	S
24	4	2008	ochtend				F		W	S
6	5	2008	middag				F		W	S
7	5	2008	ochtend				F		W	S
7	5	2008	ochtend							S
20	5	2008	middag				F	F	W	S
21	5	2008	ochtend				F	F	W	S
4	6	2008	avond				F	F	W	S
5	6	2008	ochtend				F	F	W	S
25	6	2008	avond				F	F	W	
26	6	2008	ochtend				F	F	W	
4	7	2008	middag				F	F	W	S
5	7	2008	ochtend				F	F	W	S
22	7	2008	ochtend							S
22	7	2008	avond				F	F	W	S
23	7	2008	ochtend				F	F	W	S
6	8	2008	avond				F	F	W	S
7	8	2008	ochtend				F	F	W	S
12	8	2008	ochtend							S
21	8	2008	avond				F	F	W	S
22	8	2008	ochtend				F	F	W	
23	9	2008	avond							S
2	10	2008	middag							S
10	10	2008	avond							S
11	10	2008	ochtend							S
11	10	2008	avond							S
17	10	2008	ochtend							S
17	10	2008	middag							S
18	10	2008	ochtend							S
15	12	2008	avond				F	F	W	
16	12	2008	ochtend				F	F	W	
17	3	2009	avond				F	F	W	
18	5	2009	avond							

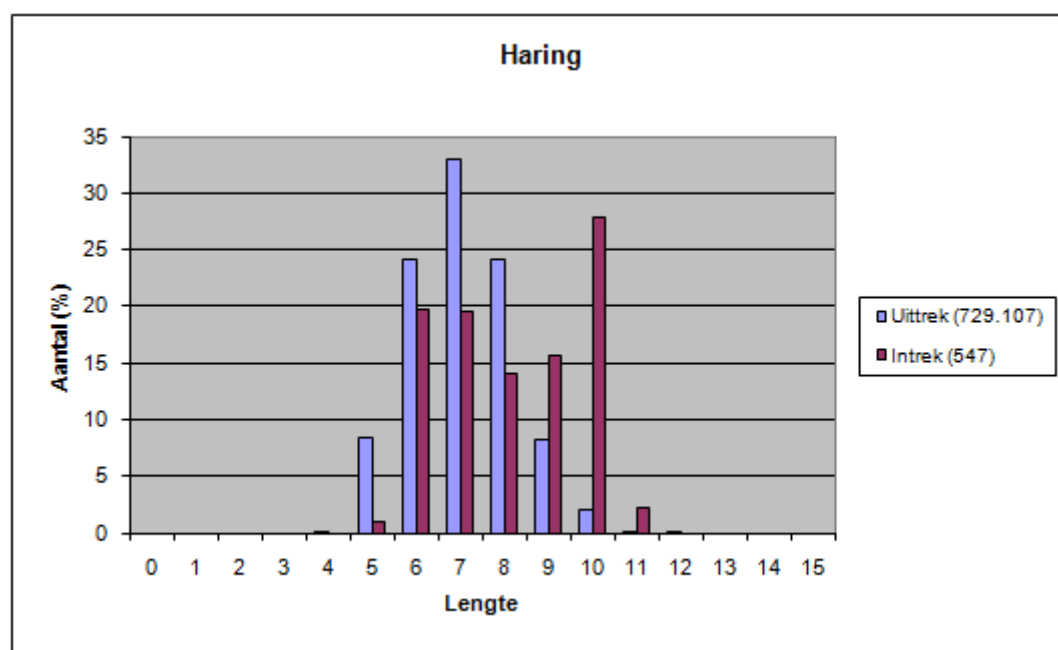
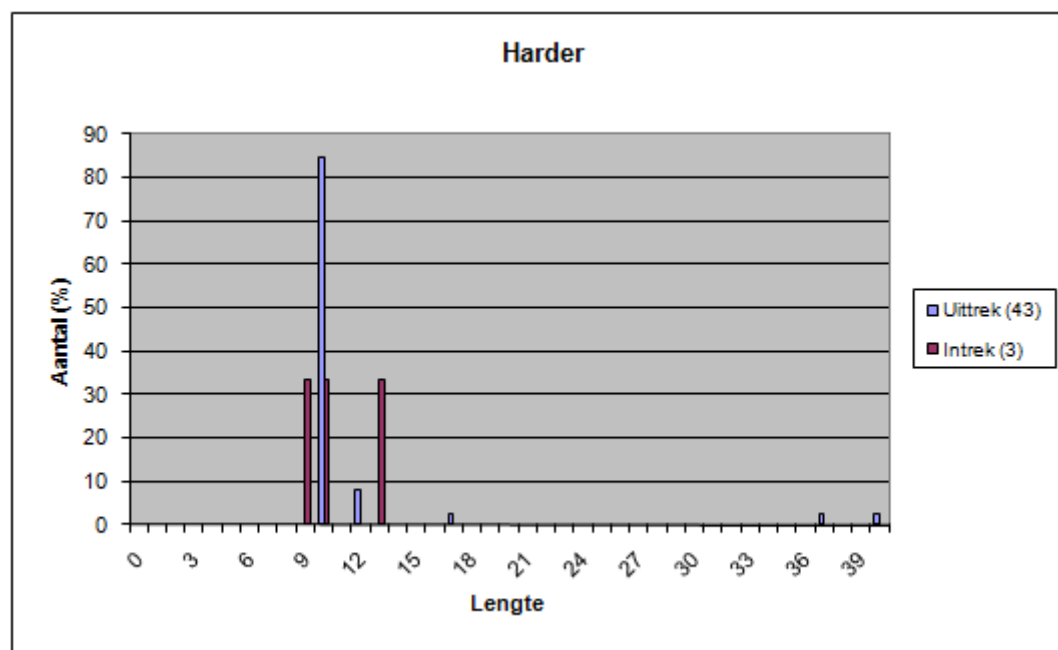
BIJLAGE III Lengtefrequentieverdeling van de totale vangst per vissoort

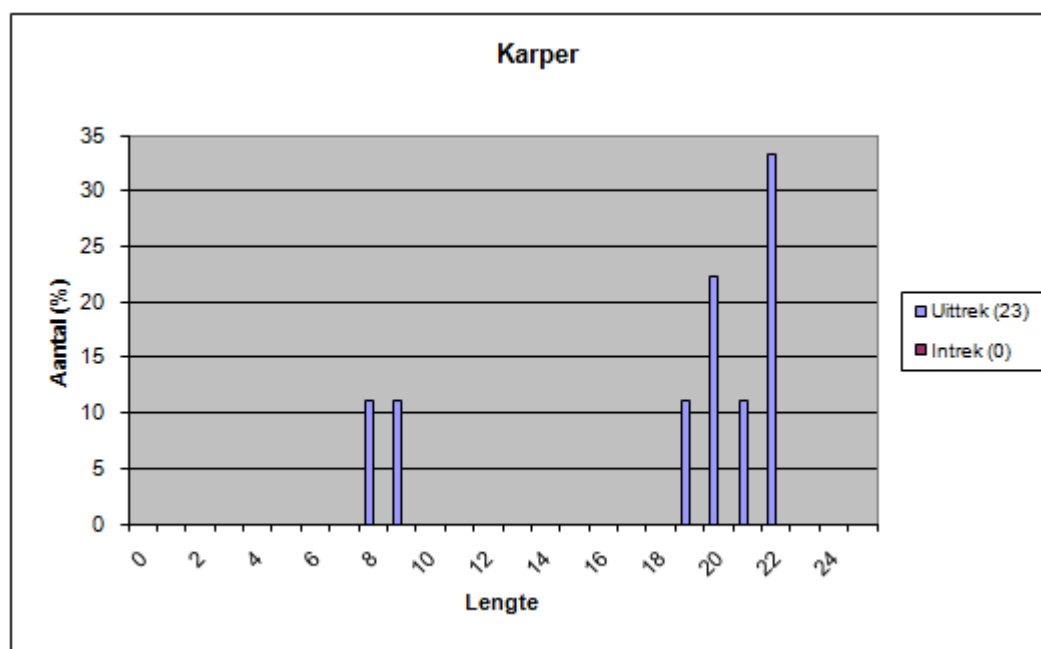
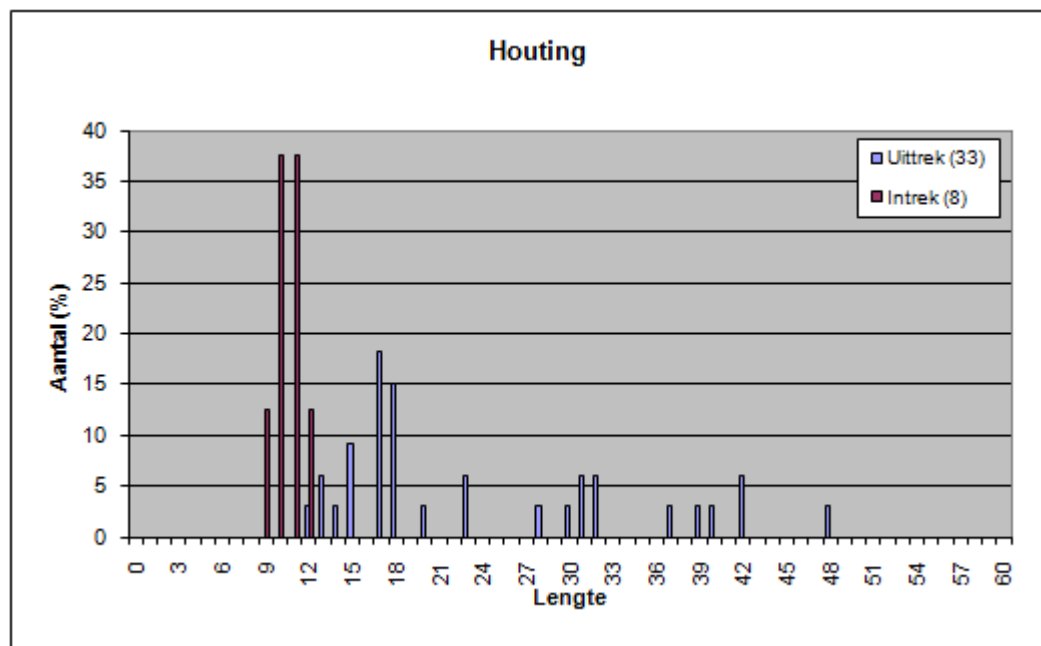


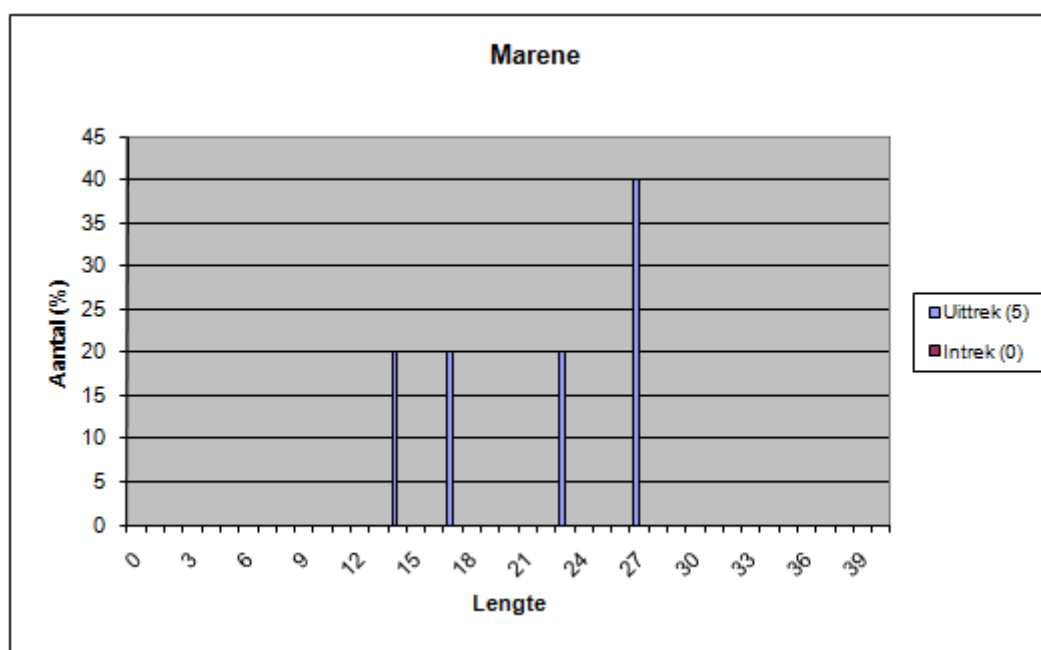
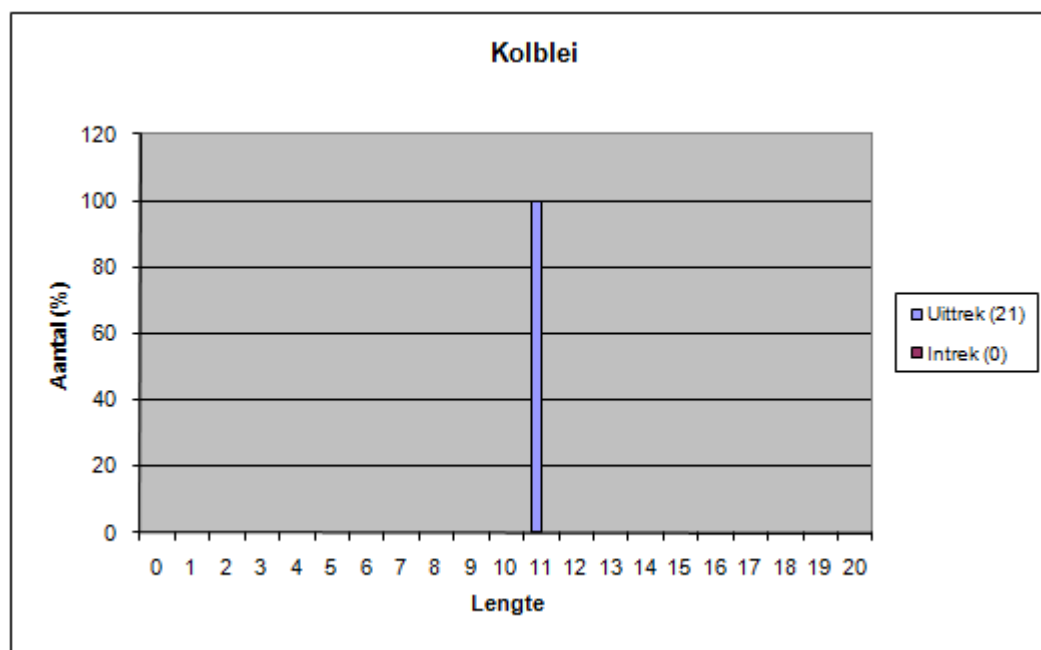


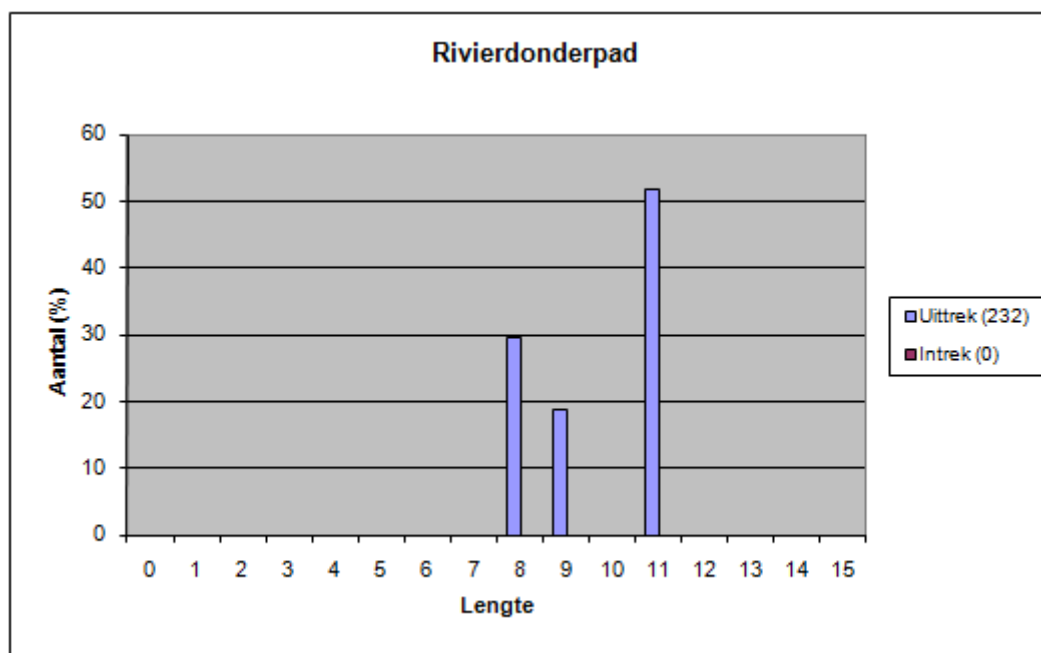
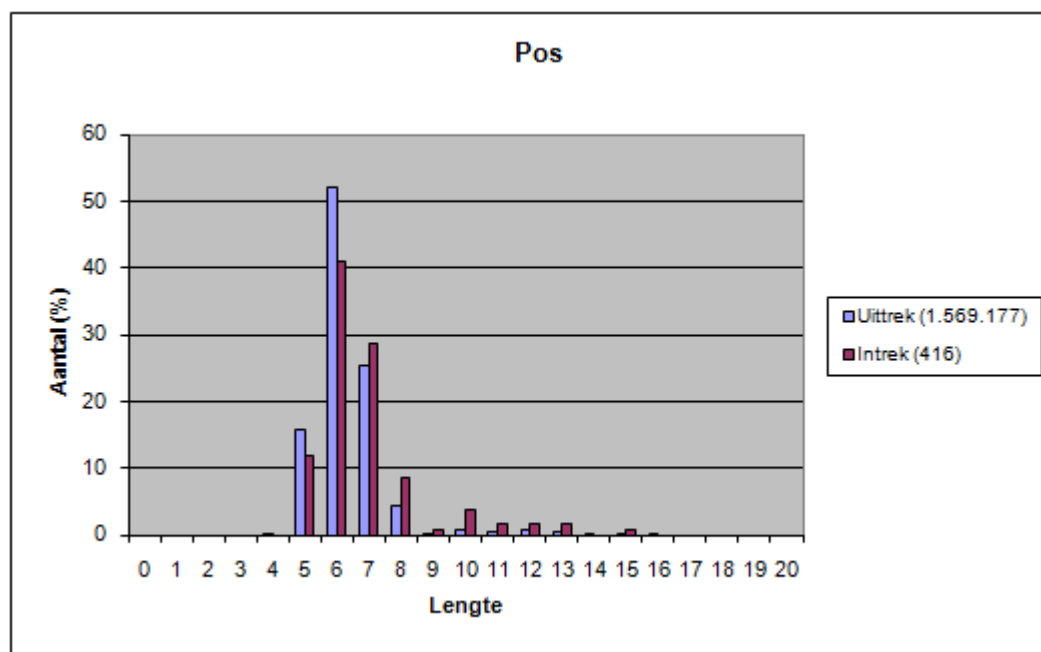


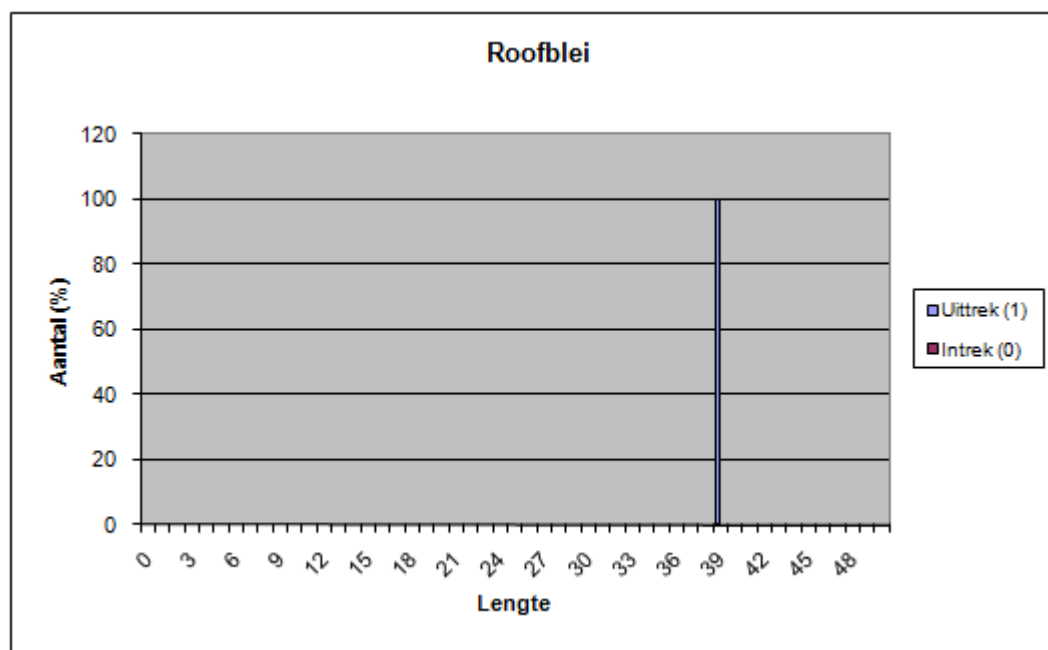
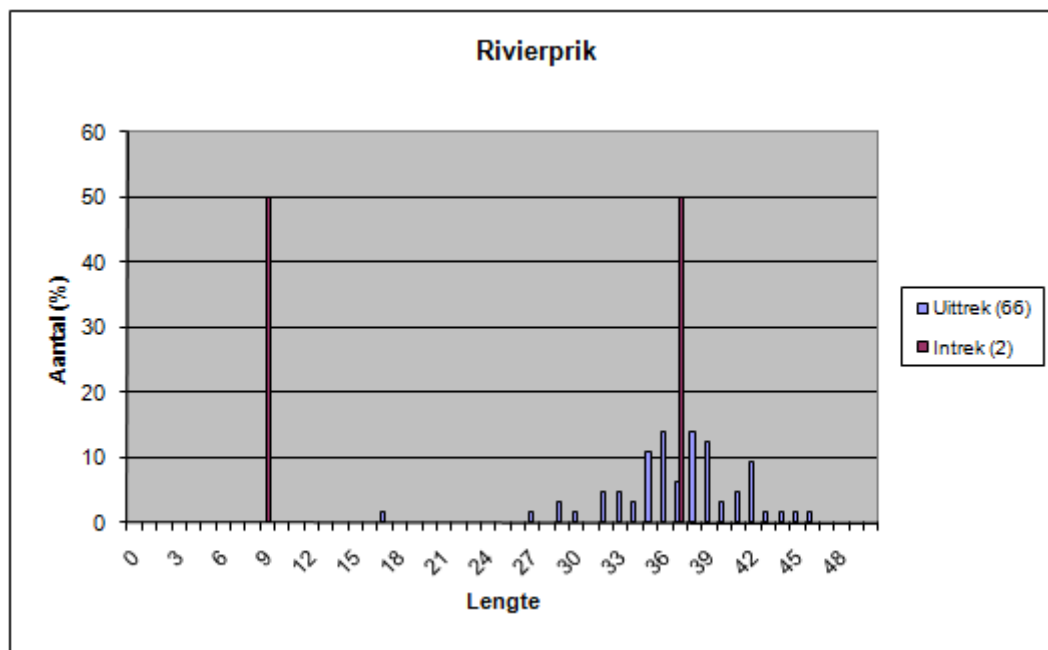


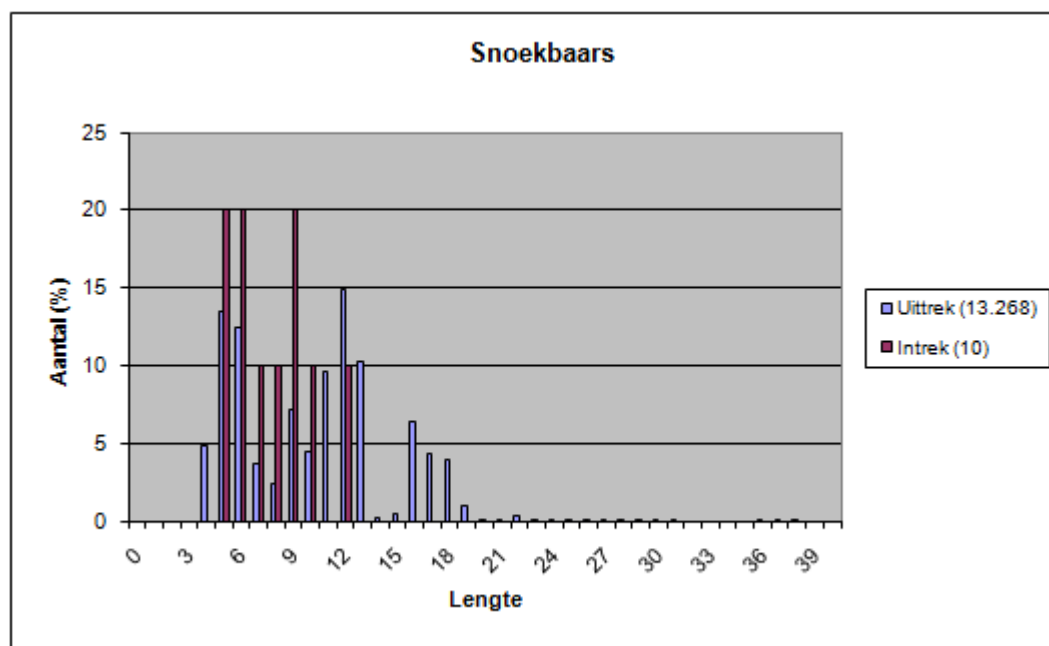
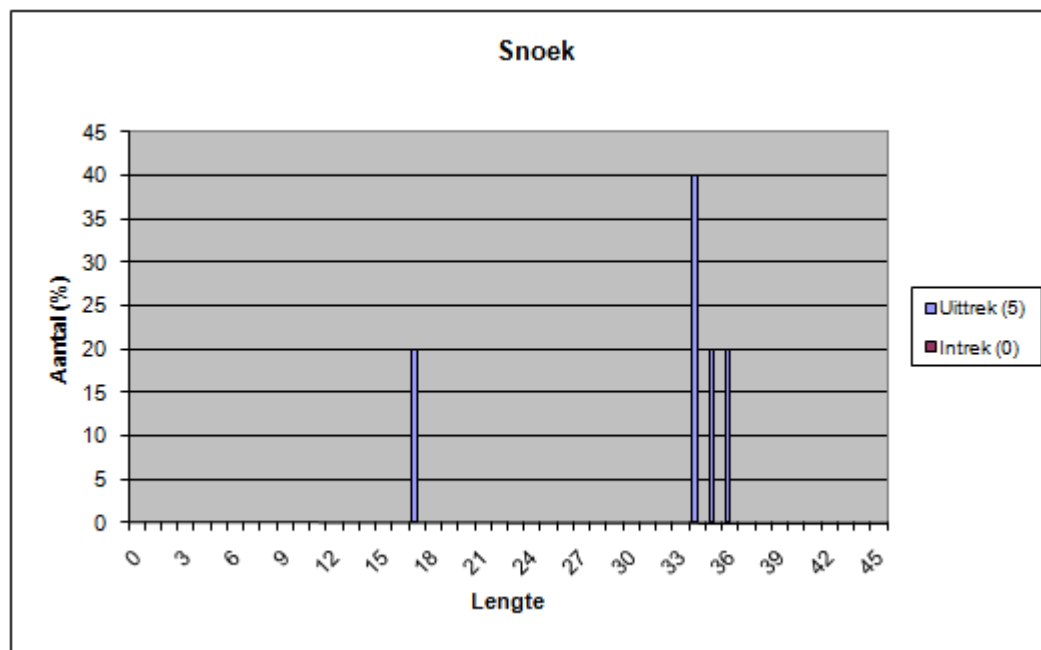


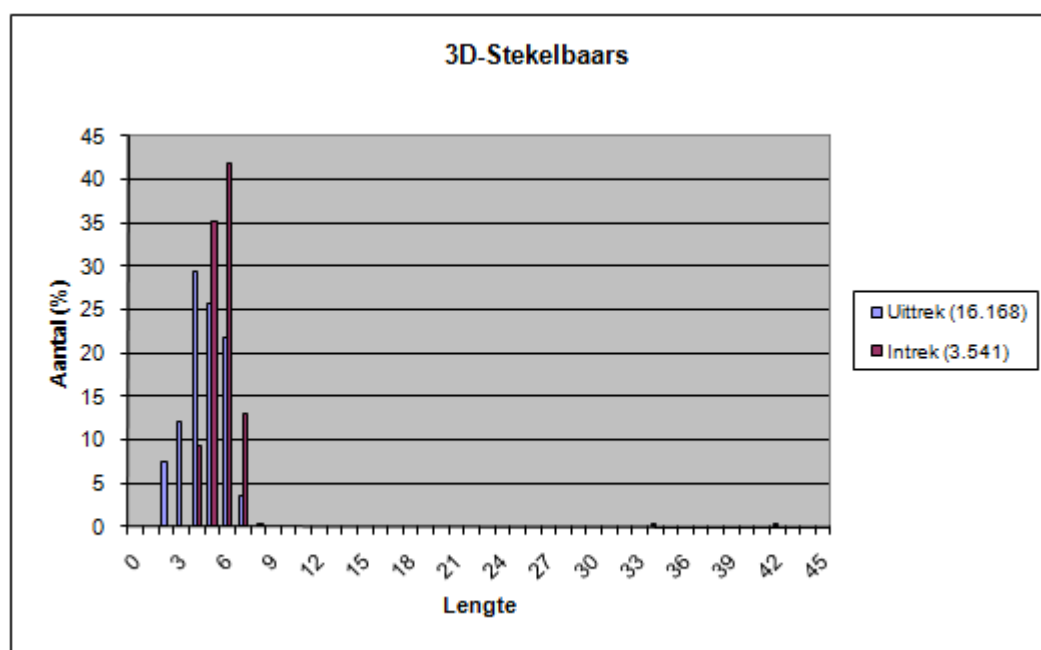
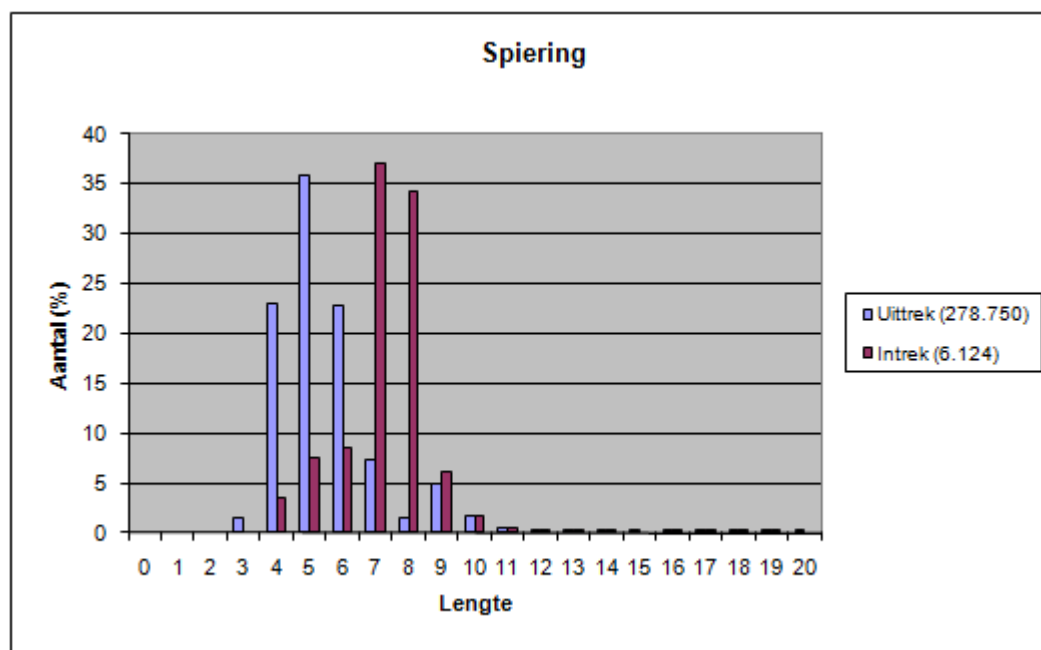


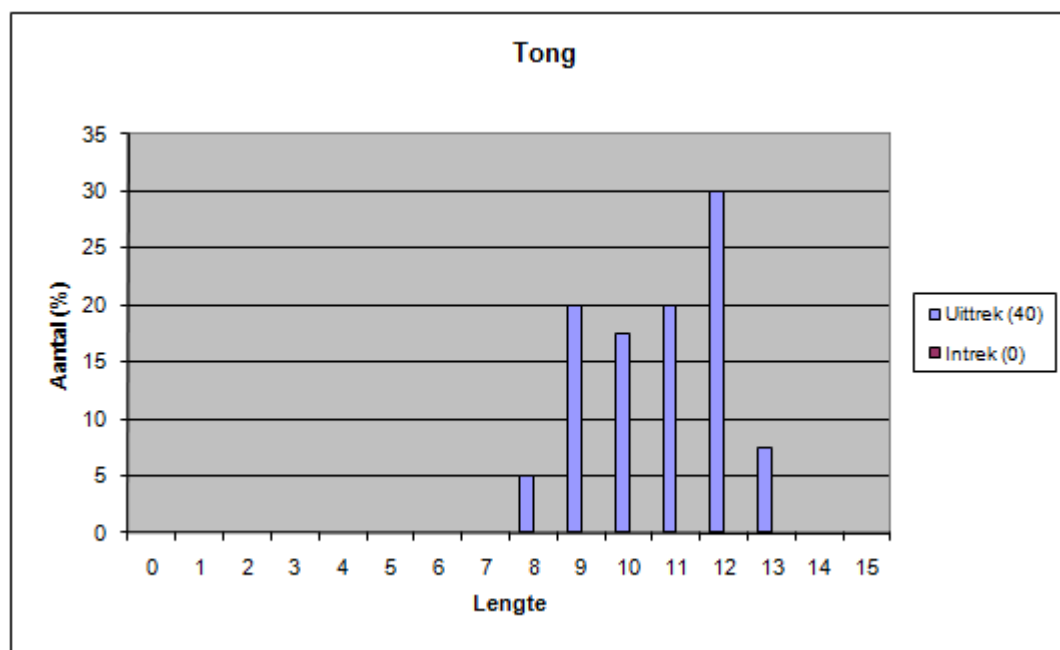
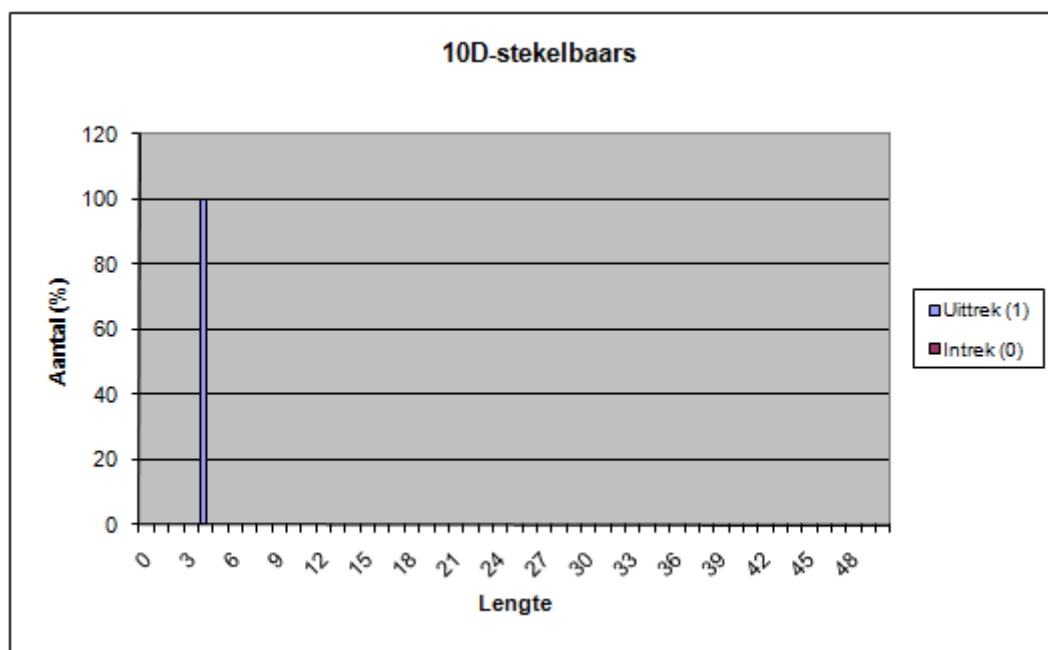


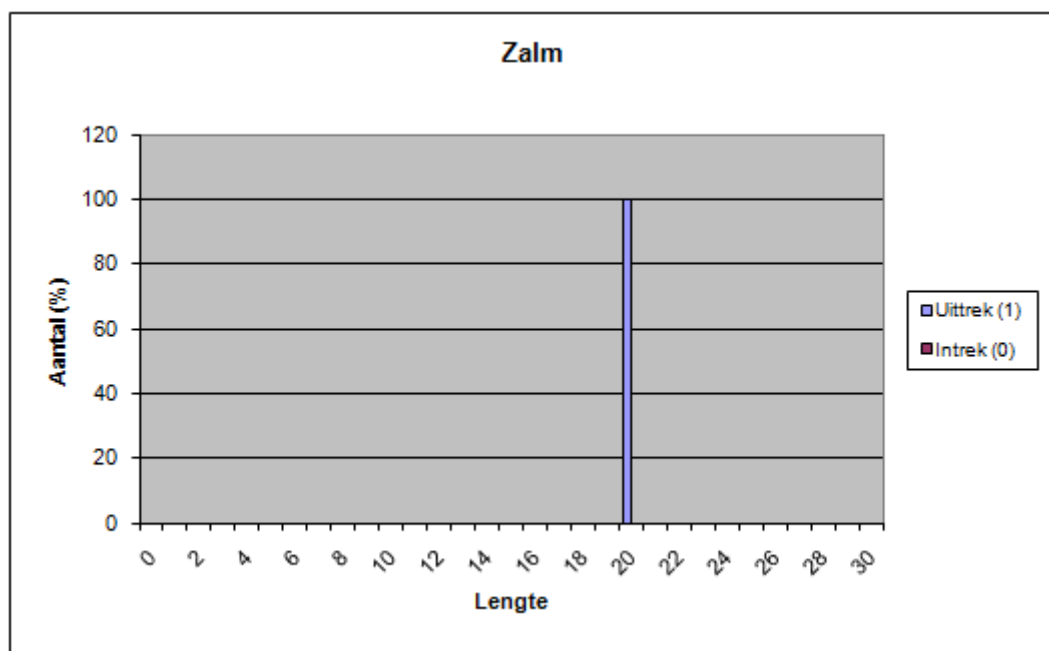
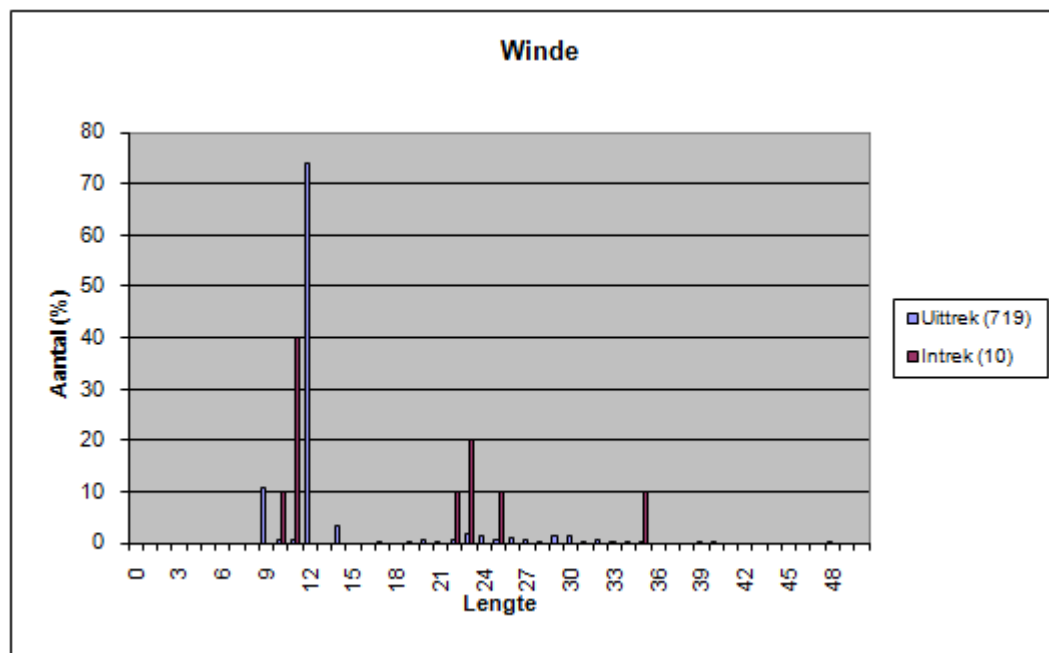


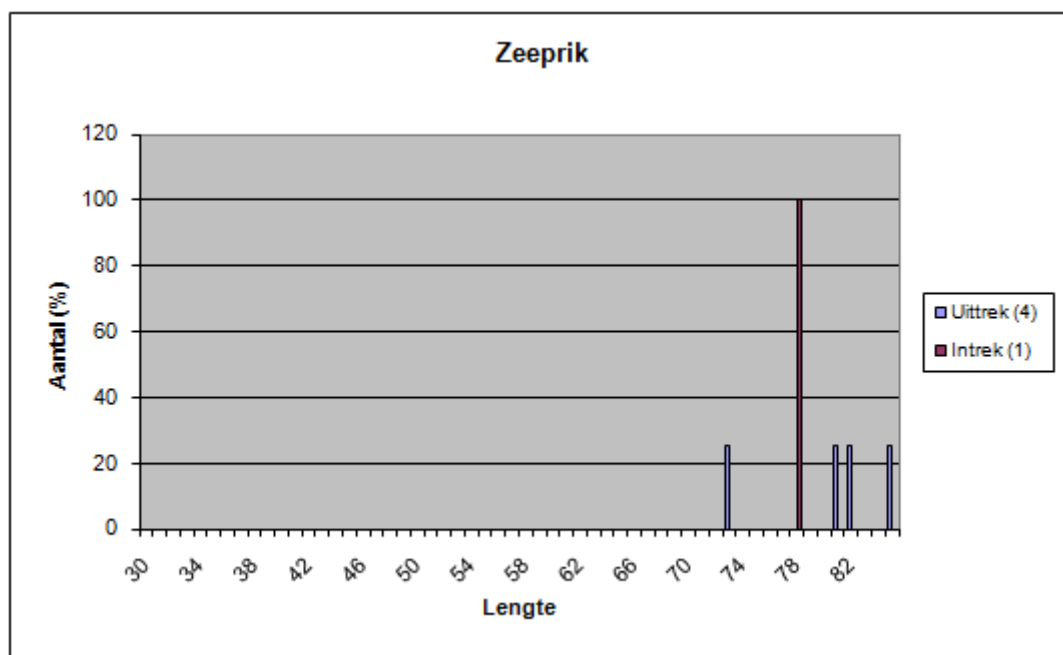
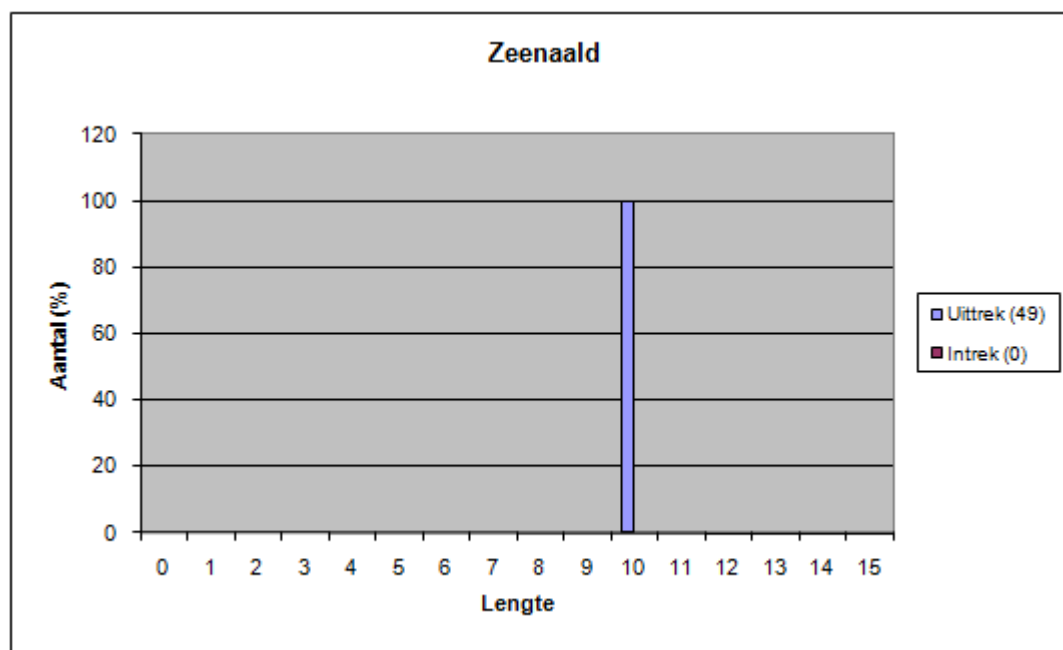












BIJLAGE IV Wijzigingen met betrekking tot de vangstconstructies aan de IJsselmeerzijde

De bemonstering van het binnentrekkende visbestand is gebruik gemaakt van fuiken. Aanvankelijk is per spuikoker gebruik gemaakt van één aalfuik. De vleugels van deze aalfuiken waren verlengd om de breedte van de spuikoker te bestrijken en aan te sluiten op een metalen frame. Met behulp van netwerk werden de fuiken ook aan de boven- en onderzijde op het frame aangesloten. Het net is met behulp van een ankerlijn in de richting van het IJsselmeer opgespannen om tijdens het spuien tegen de stroming in te blijven staan.

Bij bemonsteringen in begin februari 2008 bleek dat de waterdruk op het netwerk van de fuiken te hoog was. Als gevolg hiervan braken de ankerlijnen en dreef het net tegen het frame, waardoor de frames verbogen (afbeeldingen IV.1 en IV.2).

afbeelding IV.1. Vangconstructie in koker 16 na beschadiging. Zichtbaar zijn het raamwerk, de fuik en de verlengde vleugels



afbeelding IV.2. De fuiken die in de aanvankelijke opzet zijn toegepast



Om de fuikopstellingen beter bestand te maken voor de krachten die als gevolg van de waterdruk optreden tijdens de spuiperiodes zijn de fuikconstructies in maart 2008 ingrijpend aangepast. Om de krachten op de ankerlijnen terug te brengen zijn de vleugels van de fuiken vervangen door trechters van fijnmazig gaas (afbeelding IV.3). Hierdoor is een deel van de krachten overgebracht van de ankerlijnen op de raamwerken. Op elk raamwerk zijn drie trechters aangebracht. Deze zijn elk voorzien van een profiel waaraan een fuik voorzien van een klein raamwerk kon worden bevestigd (afbeelding IV.4). Door per spuiwerker drie fuiken te gebruiken is de waterdruk per fuik gereduceerd.

afbeelding IV.3. Aangepaste opstelling waarbij het metalen frame van draadgaas trechters is voorzien



afbeelding IV.4. Fuiken voor aanvang van een bemonstering met de aangepaste opstelling

