

Sonaronderzoek naar de visdichtheid in de Westelijke insteekhaven.

Project
KEMA/OVB 1997-03

versie



Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij
Postbus 433
3430 AK Nieuwegein
Telefoon 030-6058411
Telefax 030-6039874

De OVB is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van de OVB; opdrachtgever vrijwaart de OVB van aanspraken van derden in verband met deze toepassing

Bibliografische referentie: Kemper Jan H., 1997. Sonar-onderzoek naar de visdichtheid in de Westelijke insteekhaven.. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport KEMA/OVB 1997-03. 14p.

© 1997 Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyright houders.

INHOUDSOPGAVE

| | |
|--|----|
| INLEIDING | 1 |
| Algemeen | 1 |
| Proefgebied. | 1 |
| | |
| DOELSTELLING EN AANDACHTSPUNTEN VOOR HET ONDERZOEK | 1 |
| | |
| MATERIAAL & METHODE | 2 |
| Sonar algemeen | 2 |
| Opzet sonar systeem | 2 |
| Mobile survey | 3 |
| Vaartuig | 3 |
| Vaarroute | 4 |
| Bepaling van de biomassa | 7 |
| | |
| RESULTATEN | 8 |
| | |
| DISCUSSIE | 13 |
| Lengteopbouw, visserij versus sonar. | 13 |
| Visdichtheid en biomassa schatting. | 13 |
| | |
| LITERATUUR | 14 |



Figuur 1. Westelijke insteekhaven. De insteekhaven mondt uit op het Hollandsch Diep en is ca 2000 meter lang, 250 meter breed en is gemiddeld 10 meter diep. Op de oostoever staat een energiecentrale die het koelwater uit de haven betreft.

SAMENVATTING

Op 7 oktober en 27 november 1996, is in opdracht van de KEMA de visdichtheid en visbiomassa in de Westelijke insteekhaven bij Moerdijk (Noord Brabant) bepaald. Hierbij is gebruik gemaakt van sonar apparatuur. Informatie over de visdichtheid is van belang voor het bepalen van eventuele schade aan de visstand. Schade kan ontstaan doordat, met name kleine vis, met het koelwater bestemd voor de energiecentrale van het EPZ, wordt meegevoerd. Gezien de speciale interesse voor kleine vis zijn de gegevens apart gepresenteerd voor vis > 10 cm en < 10 cm. In oktober werd de visbiomassa voor de vis < 10 cm geschat op 13 kg per hectare. Tijdens de tweede survey in november was dit teruggelopen tot 5 kg per hectare. De biomassa grotere vis kwam in oktober uit op 116 kg per hectare en liep op tot 412 kg. Deze toename was het gevolg van de toename in het gemiddelde gewicht van de vis die in de haven werd aangetroffen. De visdichtheid van de vis > 10 cm bleef nagenoeg gelijk.

1. INLEIDING

1.1. Algemeen

Bij zowel waterkracht- als bij thermische centrales kan aanzienlijke schade worden aangebracht aan de lokale visstand. Schade aan de vis bij waterkrachtcentrales kan enerzijds worden veroorzaakt door contact met de rotor van de turbines. Anderzijds kunnen plaatselijke drukverschillen schade aanbrengen aan de zwemblaas van de vis. Het probleem bij thermische centrales, zoals gelegen aan de Westelijke insteekhaven, is dat vis wordt meegevoerd bij het innemen van koelwater. Indien geen voorzieningen aanwezig zijn zal bij het filteren van het koelwater de meegevoerde vis verloren gaan.

Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid meegevoerde vis zijn verschillende technieken mogelijk. Zo wordt door de KEMA, gedurende 24 uur bemonsteringen, vis verzameld vanaf de trommelzeven die het koelwater filteren. In 1995 is in opdracht van de KEMA, de instroom van vis onderzocht, met behulp van sonarapparatuur. Tijdens dit onderzoek is met name gekeken naar het effect van de viswering bij de Amer centrale (Kemper, 1995). In dit rapport wordt verslag gedaan van een schatting van de visdichtheid in de omgeving van de koelwaterinlaat. Ook hiervoor is gebruik gemaakt van sonartechnieken (Kemper & Raat, 1997).

1.2. Proefgebied.

De Westelijke insteekhaven heeft een directe verbinding met het Hollandsch Diep. De haven wordt gebruikt voor de aan- en afvoer ten behoeve van de petrochemische industrie aldaar. De insteekhaven is 2000 meter lang, 250 meter breed en gemiddeld 10 meter diep. Aan de Westelijke insteekhaven is op 850 meter afstand van het Hollandsch Diep de elektriciteitscentrale Moerdijk gelegen. De centrale onttrekt koelwater aan de haven (figuur 1).

2. DOELSTELLING EN AANDACHTSPUNTEN VOOR HET ONDERZOEK

Met het innemen van koelwater vanuit de Westelijke insteekhaven naar de elektriciteitscentrale wordt vis meegevoerd. Om de relatieve schade aan de visstand door de centrale in te schatten is het van belang de visdichtheid in de haven te bepalen. Het gaat hier in hoofdzaak om 0⁺ vis (vnl. baars, brasem, blankvoorn en snoekbaars) in de lengterange van 6 tot 10 centimeter. In samenwerking met de OVB is door de KEMA de algemene vraagstelling van het sonaronderzoek als volgt geformuleerd:

L Wat is de visdichtheid in de Westelijke insteekhaven?

3. MATERIAAL & METHODE

3.1. Sonar algemeen

Het gebruik van echosounders ten behoeve van visserijonderzoek is de laatste 20-30 jaar sterk toegenomen doordat de sonar apparatuur is verfijnd en doordat met behulp van computerprogramma's het gedigitaliseerde signaal van de echosounder kan worden geïnterpreteerd. Naast de zogenaamde 'single beam' techniek is de laatste jaren de 'dual beam' techniek tot ontwikkeling gekomen. De toepassingsgebieden in zoet water betreffen bestandsopnamen in diepe wateren en rivieren en studies met betrekking tot de verspreiding van vis bij kunstwerken in stromend water. Met behulp van de dual beam techniek is het mogelijk:

- C vis te lokaliseren;*
- C vis bewegingen vast te stellen;*
- C de grootte verdeling van de aangetroffen vissen te bepalen;*
- C een schatting te maken van de dichtheid van de vispopulatie (Kemper & Raat, 1996)*

In 1991 is door de OVB de bruikbaarheid van de dual-beam sonar techniek voor visonderzoek getest in uiteenlopende situaties (Butterworth & Raat, 1991). Sinds augustus 1992 beschikt de OVB over dergelijke apparatuur.

3.2. Opzet sonar systeem

In figuur 2 is een overzicht gegeven van de sonar apparatuur.

De Echosounder ES 2000 van BioSonicstm is de centrale eenheid van het systeem. Dit apparaat geeft impulsen door naar de eigenlijke geluidsbron (**transducer**), die geluidsgolven door het water zendt. Naast de organisatie voor het verzenden van de signalen is de sounder ook verantwoordelijk voor de ontvangst van de echosignalen en versterking van het signaal. Drie karakteristieke instellingen voor de echosounder zijn:

1. Puls-frequentie: Het aantal pulsen (pings) dat per seconde wordt uitgezonden. De puls-frequentie kan worden gevarieerd van 0,2 tot 20 pings.sec⁻¹, en is afhankelijk van de opzet van het onderzoek. Zo zal bij het monitoren van vis bij het passeren van een kunstwerk de verblijftijd in de geluidsbundel kort zijn. De puls-frequentie zal navenant hoog moeten zijn om de vis waar te nemen. Voor dit experiment is een puls-frequentie van 10 pings.sec⁻¹ gebruikt.
2. Puls-breedte: De duur van de puls in milliseconden (ms). De instellingen variëren van 0,2 tot 1,6 ms en is bepalend voor de mate waarin afzonderlijke vissen kunnen worden waargenomen. Dit is aanschouwelijk te maken door de pulsduur te zien als een golf met een fysieke lengte. Zo heeft een

puls van 0,2 ms een lengte van 0,3 meter bij een snelheid van 1500 meter.sec⁻¹ (d.i. snelheid van geluid onder water). Objecten met een onderlinge afstand, kleiner dan een halve pulslengte, ten opzichte van de geluidsbron, zullen niet meer afzonderlijk kunnen worden waargenomen.

3. Frequentie: De OVB beschikt momenteel over één mogelijkheid, namelijk 420 kHz. Deze frequentie is in het bijzonder toegespitst op het werk in ondiep water.

Geluidsbronnen (transducers) zijn de luidsprekers en microfoons van het systeem en worden onder water opgesteld. De geluidsbrons van de OVB zijn van het type dual-beam, wat betekent dat zij zijn uitgerust met één luidspreker en twee microfoons. De eerste microfoon is gevoelig voor echo's uit een smal gebied binnen de geluidsbundel die door de luidspreker wordt uitgezonden. Het gebied waarvoor de eerste microfoon gevoelig is wordt de "narrow-beam" genoemd. De tweede microfoon is gevoeliger dan de eerste zodat deze een groter gebied bestrijkt ("wide-beam"). Het gevolg is dat eenzelfde object (target) in de geluidsbundel, met de "narrow-beam" als een zwakker signaal wordt waargenomen dan met de "wide-beam". Binnen de "dual-beam" geluidsbrons zijn twee typen te onderscheiden. De zogenaamde circulaire geluidsbronnen zijn kegelvormig. Elliptische geluidsbronnen zijn daarenboven afgeplat, zodat de bundel wordt beschreven door twee hoeken. Voor mobile surveys wordt in de regel een elliptische geluidsbron gebruikt.

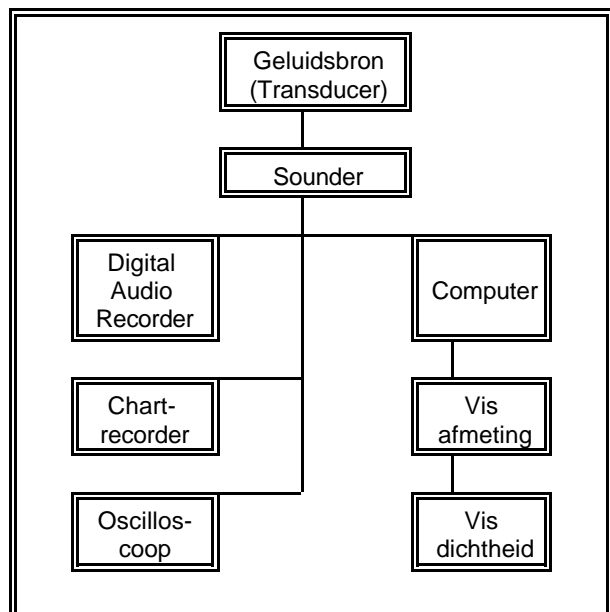
De Oscilloscoop (Philipstm PM 93 scoopmeter) wordt tezamen met de **Chartrecorder** (BioSonics model 111) in het veld gebruikt om een eerste indruk te krijgen van de situatie. Aan de hand van deze bevindingen wordt de echosounder ingesteld. Signalen van de sounder kunnen via een interface (BioSonics Tape recorder interface model 171) worden vastgelegd op een **Digital Audio Recorder** (Sonytm TCD D3), zodat deze later op kantoor met de PC kunnen worden verwerkt.

De Computer kan in het veld direct worden aangesloten op de sounder, zodat zogenaamde real-time processing plaats kan vinden. In de regel zal het signaal worden opgenomen op de DAT recorder zodat de verwerking in een later stadium plaats kan vinden. De PC (COMPAQtm 486 33 mHz) is uitgerust met twee boards voor de verwerking. De eerste verwerking wordt uitgevoerd door ESP programmatuur welke onder Windowstm opereert. Verdere verwerking van de door de ESP programmatuur aangemaakte files wordt uitgevoerd in het Spread-sheet programma Microsoft Exceltm en het databaseprogramma Accesstm

3.3. Mobile survey

3.3.1. Vaartuig

De sonarmetingen worden uitgevoerd tijdens een zogenaamde "mobile survey". Dit houdt in dat de geluidsbron (transducer) vanaf een boot door het water wordt voortbewogen. De geluidsbron is zo geconstrueerd dat de geluidsgolf zich binnen een nauwe bundel (3E x 7E)

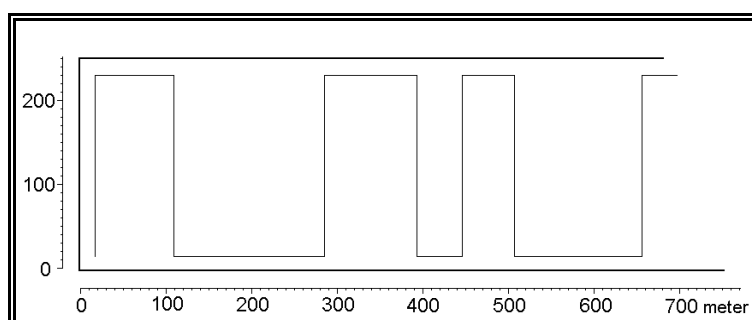


Figuur 2. Opzet van het sonar systeem in het kader van mobile sonar-surveys

voortplant, vergelijkbaar met een lichtbundel van een zaklantaarn. Door een zo groot mogelijk deel van het water op deze wijze te bemonsteren kan een betrouwbaar beeld van de visdichtheid worden bepaald. Er wordt gebruik gemaakt van een overdekte boot van 5,5 meter (Rana 17). De geluidsbron is op 75 cm diepte voor de punt van de boot gemonteerd. De geluidsbundel is dwars op de vaarrichting en in het horizontale vlak georiënteerd. is gebruik gemaakt van een elektrische draaispil waarmee de geluidsbundel vanuit is te richten. De snelheid waarmee wordt gevaren varieert tussen de 4 en 5 km per uur. Het geschiktste moment om een "mobile survey" uit te voeren is 's nachts. De vis is dan homogener over de waterkolom verdeeld wat de schatting ten goede komt.. Met behulp van een elektrische draaispil kan de geluidsbundel onder water worden gericht.

3.3.2. Vaarroute

De route en de afstand, die voor de "mobile-survey" door het proefgebied wordt afgelegd, is aan zekere voorwaarden gebonden. Dit houdt verband met de mate waarin een betrouwbare schatting van de visdichtheid kan worden gemaakt. Zo zal de schatting betrouwbaarder worden naarmate het totaal met de sonar bemonsterde volume groter is. Daarnaast is het van belang de transecten at random te verdelen

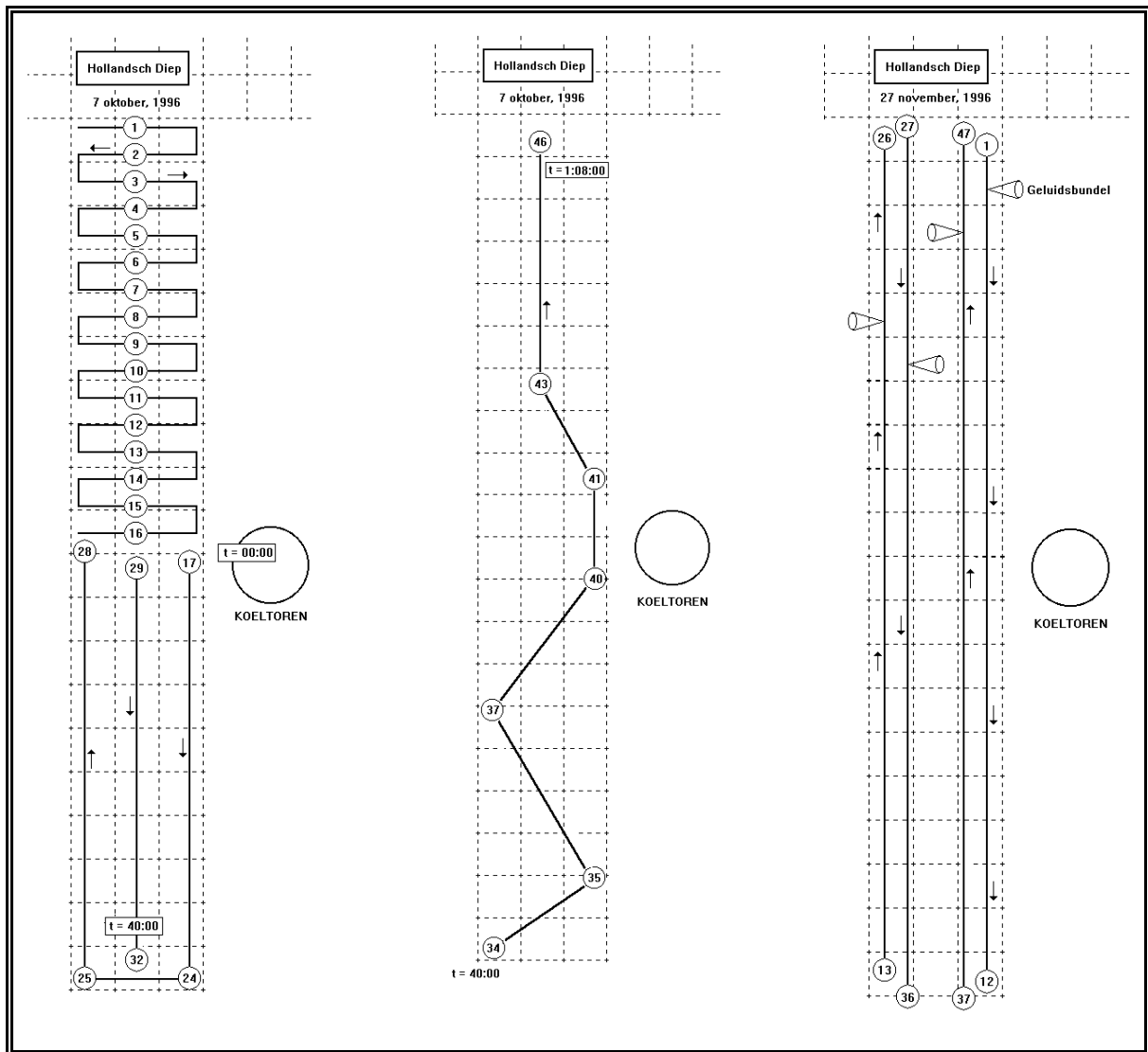


Figuur 3. Semi-random verdeling van de dwars transecten over de Westelijke insteekhaven.

over het proefgebied zodat min of meer onafhankelijke steekproeven worden genomen. Het risico bestaat dat bij volledig random transecten bepaalde delen van het gebied onderbelicht blijven. Daarom werd aanvankelijk gekozen voor semi-random parallelle transecten. Deze transecten werden bepaald door tussen elke opeenvolgende 100 meter, een random transect te plaatsen. Zodoende wordt nog wel voldaan aan de eis van onafhankelijke waarnemingen terwijl de transecten toch redelijk over het gebied zijn verdeeld. Het voorbeeld staat in figuur 3 afgebeeld. Om de transecten in het donker goed te kunnen volgen zou gebruik worden gemaakt van het "Global positioning system" (GPS). In de praktijk bleek de nauwkeurigheid van de plaatsbepalingsapparatuur ontoereikend voor de geringe dimensies van de insteekhaven. Als alternatief is gekozen voor een route bepaald aan de hand van visuele bakens (koeltoren, lantarenpalen). Het onderzoek is tweemaal uitgevoerd en wel op 7 oktober 1996 tussen 22:00 u en 23:30 u, en op 27 november 1996 tussen 19:25 u en 22:25 u. De routes voor beide surveys staan afgebeeld in figuur 4.

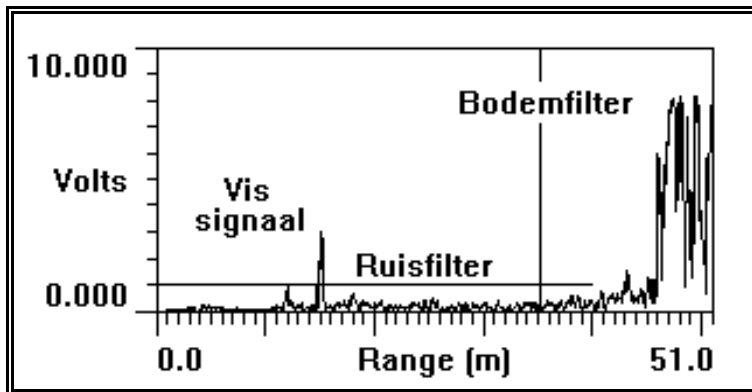
3.3.3. Bepaling van de visdichtheid

Alle objecten die zich binnen de geluidsbundel bevinden zullen een echo terugzenden naar de transducer waar het geluidssignaal oorspronkelijk vandaan komt. Omdat de dimensies van de geluidsbundel exact bekend zijn, is het mogelijk een schatting te maken van het aantal objecten (vissen) binnen een deel van de geluidsbundel. Het deel van de geluidsbundel dat voor de metingen wordt gebruikt, wordt bepaald door de afstand waarover het geluid zich vrij door de waterkolom kan voortbewegen. Voorbij het punt waar het geluid de bodem of het wateroppervlak raakt, kunnen geen metingen meer worden uitgevoerd. Een tweede beperking wordt veroorzaakt door de achtergrondruis in het water. Dit wordt o.a. veroorzaakt door windwerking, regen en het lawaai van de buitenboordmotor. De echosignalen



Figuur 4. Transecten zoals die al varende in de Westelijke insteekhaven zijn afgelegd. De eerste twee figuren hebben betrekking op de surveys van 7 oktober. De derde figuur heeft betrekking op de tweede survey, uitgevoerd op 27 november. De nummers op de route refereren naar de twee-minuten samples. Tijdens deze vaarroute was de geluidsbundel horizontaal en dwars op de vaarrichting gericht.

van de kleinste objecten zullen verloren gaan in dit geluid. Het resultaat van één geluidssignaal is in figuur 5 weergegeven in een oscilloscoop beeld. De sterkte van het echosignaal is op de Y-as af te lezen op een schaal van 0 tot 10 Volt. De afstand vanaf de geluidsbron is op de X-as (tijd-as) uitgezet. In dit voorbeeld kan gebruik worden gemaakt van ca 36 meter van de geluidsbundel. Op een afstand van 16 meter afstand van de transducer wordt een echosignaal van de vis waargenomen. Dit signaal komt ruim boven het ingestelde ruisniveau van 1 volt uit. De resultaten van dit scoop beeld worden ook wel als kolommen naast elkaar uitgezet in een zogenaamd echogram. Het resultaat is een diagram (figuur 6) met op de Y-as de afstand vanaf de transducer en op de X-as het verloop in de tijd. Alle signalen (vis en bodem signaal) boven de 1 volt worden daarin als zwarte punten weergegeven. Omdat een vis zich gedurende meerdere geluidssignalen in de geluidsbundel bevindt, zijn vissen als zwarte strepen te herkennen. Per uitgezonden geluidssignaal wordt nu de visdichtheid

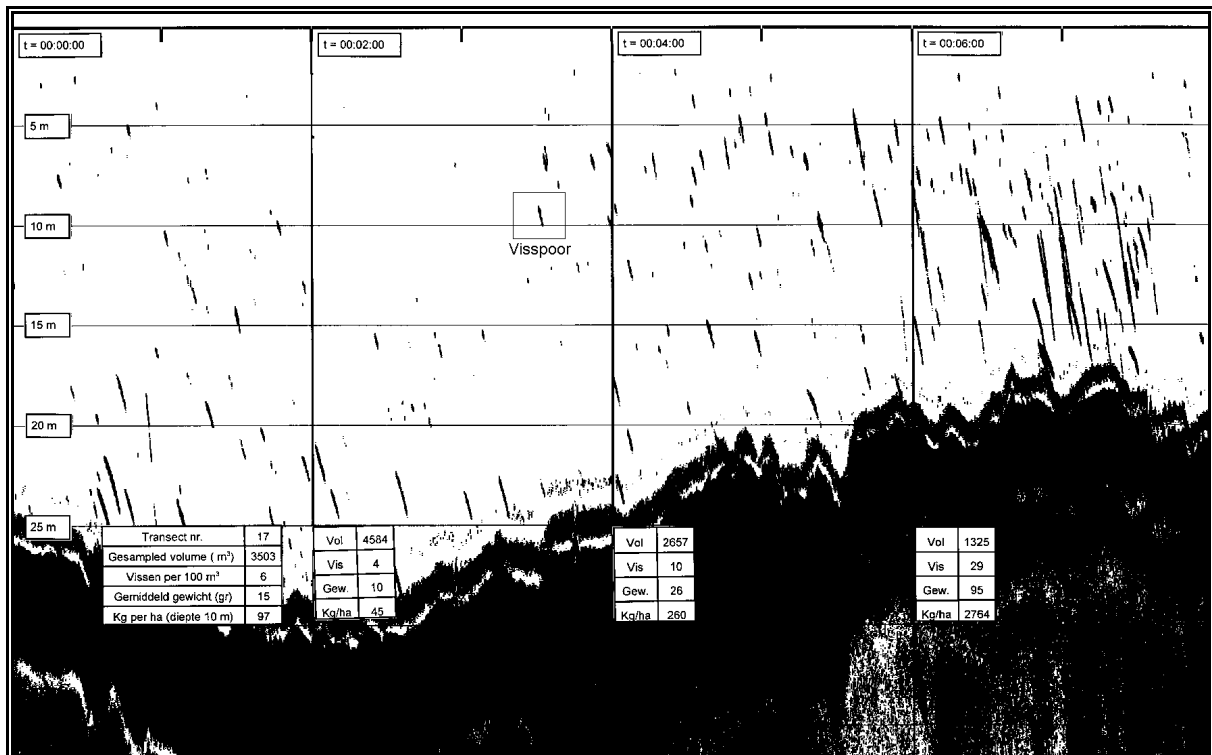


Figuur 5. Ociloscoop beeld gebaseerd op een geluidspuls.

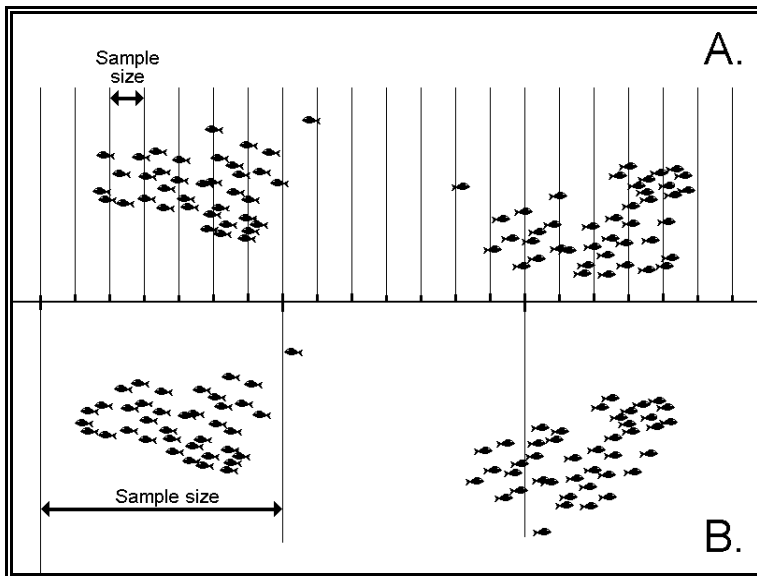
bepaald vanuit het aantal vissignalen en het bemonsterde volume. De typische maat hiervoor is aantal vissen per 100 m³.

Het is goed mogelijk om aan de hand van één enkele geluidspuls een schatting van de visdichtheid te maken. Een nadeel is dat het met de geluidsbundel bemonsterde volume dan zo klein is, dat in de meeste gevallen geen vis wordt waargenomen. Een ander groot bezwaar is dat de

gegevens als een zogenaamde tijdserie worden verzameld. Dit wil zeggen dat er verband kan bestaan tussen opeenvolgende waarnemingen. De afhankelijkheid van opeenvolgende samples (= gemiddelde gebaseerd op de schatting van één of meerdere geluidspulsen) wordt autocorrelatie genoemd. De autocorrelatie wordt sterker naarmate vis meer geconcentreerd in scholen voorkomt. Namelijk, twee opeenvolgende samples die binnen een visschool worden genomen zullen vergelijkbare (hoge) visdichtheden te zien geven. Hetzelfde geldt voor opeenvolgende samples die in visarme deelgebieden worden genomen (figuur 7). De onafhankelijkheid van de samples is een voorwaarde om de betrouwbaarheid van de geschatte visdichtheid te bepalen. Autocorrelatie kan worden voorko-



Figuur 6. Echogram van side scanning sonar. De visecho's zijn als zwarte strepen op het echogram weergegeven. Het gebied dat met de geluidsbundel kan worden bemonsterd loopt vanaf de geluidsbron (transducer) tot het punt waar de bundel het oppervlak of de bodem raakt. Dit wordt als een zwart gebied in het echogram weergegeven. Ter illustratie is het echogram gepresenteerd waarbij per interval van twee minuten is het bemonsterde volume (m³), de visdichtheid (vis/100 m³), het gemiddelde gewicht (gr) en de daaruit berekende biomassa (kg/ha) is aangegeven



Figuur 7. De sample grootte, zoals in situatie a) is weergegeven is te klein. Veel samples zijn afkomstig van één en dezelfde school waardoor autocorrelatie ontstaat. De sample grootte in situatie b) is acceptabel, omdat sample grootte de dimensies van de gemiddelde visschool overtreft.

men door de sample lengte dusdanig te vergroten dat er geen twee samples in één school kunnen worden genomen. Met andere woorden; de sample lengte is groter dan de gemiddelde lengte van de school. De juiste tijdsperiode voor sample lengte staat bekend als de EDSU (*Elementary Distance Sampling Unit*). Bij surveys in het marine milieu waar visconcentraties vaak omgeven worden door veel "leeg" water, varieert de EDSU van 1 tot 8 km lengte. In het Nederlandse binnenwater, waar de dichtheid hoog is en de vis meer homogeen verdeeld, zal de EDSU veel lager zijn (10 tot 500 meter). Een sample wordt zowel uitgedrukt in het aantal pulsen.sample⁻¹ als in de afstand die de boot in die tijd

heeft afgelegd (afgelegde weg.sample⁻¹). In dit onderzoek is de samplelengte 2 minuten.

3.3.4. Bepaling van de biomassa

Voor de omrekening van visdichtheid naar visbiomassa zijn gegevens nodig van de lengteopbouw van de vispopulatie. Het mogelijk om met de dual beam sonar een indruk te krijgen van elke individueel waar te nemen vis. De akoestische maat voor de grootte van een object is de Target Strength. Target Strength wordt uitgedrukt in decibel (dB) en ligt voor vissen in het gebied van -25 tot -65 dB. De hoeveelheid energie die een vis reflecteert naar de transducer is sterk afhankelijk van:

- C oriëntatie van de vis ten opzichte van de transducer;
- C de lengte van de vis;
- C de anatomie van de vis waarbij de zwemblaas een belangrijke rol speelt, en
- C de door sounder uitgezonden frequentie.

Voor de omrekening van Target Strength naar de fysieke lengte van een individuele vis heeft Love (1971), een empirische relatie opgesteld.

$$TSd = 19,1 \log(L) - 0,9 \log(f) - 62 \quad (\text{vgl. 1})$$

Tsd = target strength, dorsaal aanzicht (dB)

L = lengte van de vis (cm)

f = frequentie (kilohertz)

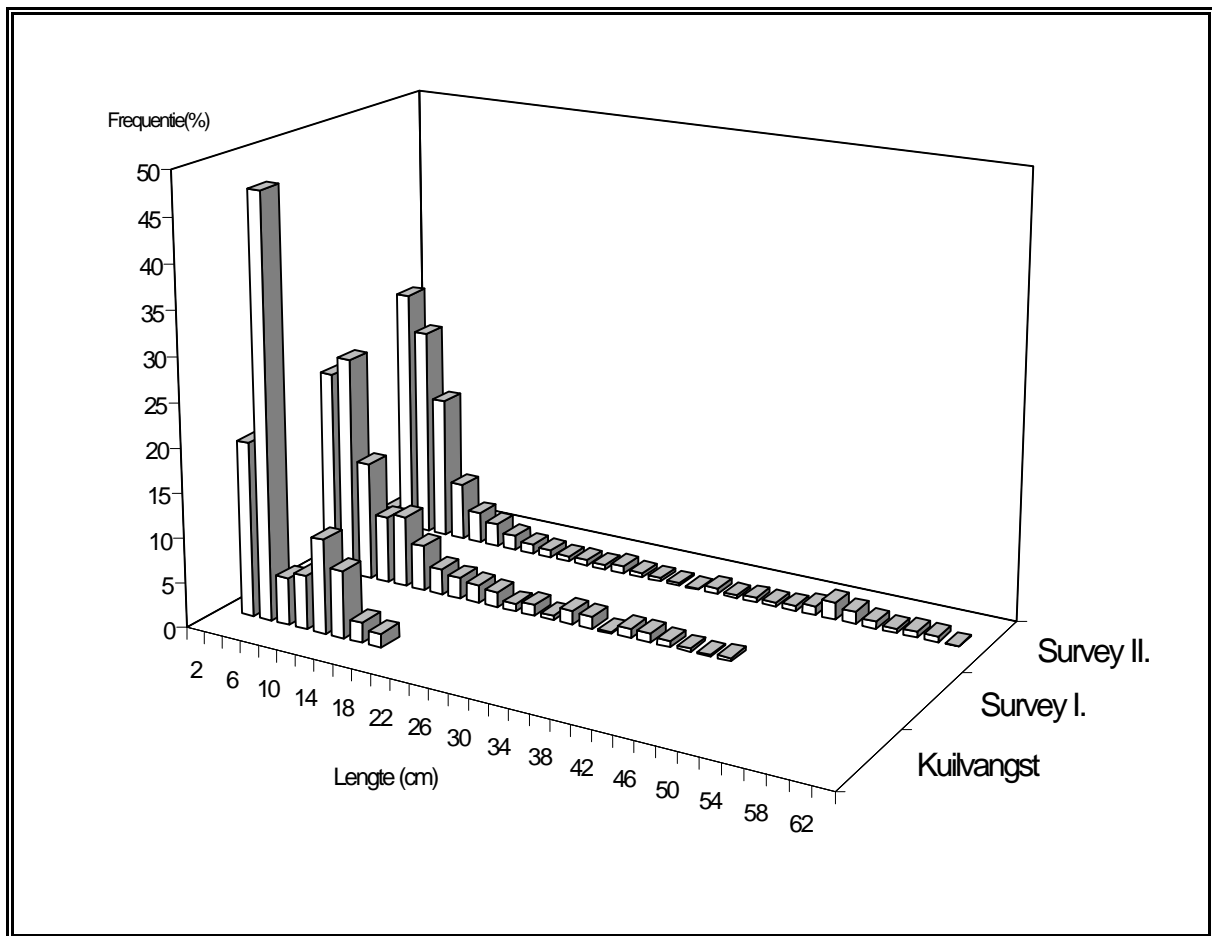
De gemiddelde lengte van de vis wordt bepaald aan de hand van alle vissignalen die gedurende twee minuten (één sample) zijn waargenomen.

Aanvullend op de sonarwaarnemingen is op 3 oktober in de avond, een kuilvisserij uitgevoerd om een directe indruk te krijgen van de visstand in de westelijke insteekhaven. Voor de visserij is gebruik gemaakt van een atoomkuil die met een snelheid van 3 km/uur door twee boten werd voortgetrokken. De opening van de kuil is 6 x 6 meter, en heeft een lengte van 30 meter. De maaswijdte van de vleugels bedraagt 30 cm (gestrekte maas). Het verloop van de maaswijdte verloopt verder van 16 cm naar 8, 4, 2, en 1,5 cm in het aatje. De visserij vond plaats aan weerszijden van de haven, op een afstand van 50 meter vanaf de oever. De atoomkuil is een pelagisch vistuig, zodat er geen vis nabij de bodem is bemonsterd.

4. RESULTATEN

In figuur 8 zijn de lengte gegevens weergegeven zoals deze met de kuilvisserij en de mobile sonar-survey's zijn bepaald. De gegevens zijn als lengtefrequentie verdeling weergegeven.

In de tabellen 1 en 2 zijn respectievelijk de gegevens van de surveys op 7 oktober en 27 november weergegeven. De gegevens zijn per twee-minuten transect gepresenteerd waarbij een splitsing is gemaakt tussen gegevens van vis > 10 cm en < 10 cm. De nummers van de transecten zijn terug te vinden in figuur 4. In figuur 9 en 10 zijn de gegevens van tabel 1 en 2 grafisch weergegeven. In figuur 11 is voor de tweede survey de visdichtheid en visbiomassa uitgezet tegen het oppervlak van de haven. Hierbij is weer onderscheid gemaakt tussen vis < 10 cm en vis > 10 cm.



Figuur 8. Lengtefrequentie verdeling van de kuilvisserij op 3 oktober 1996, De mobile sonar-survey I. Op 7 oktober 1996 i sonar-survey II. op 27 november 1996.

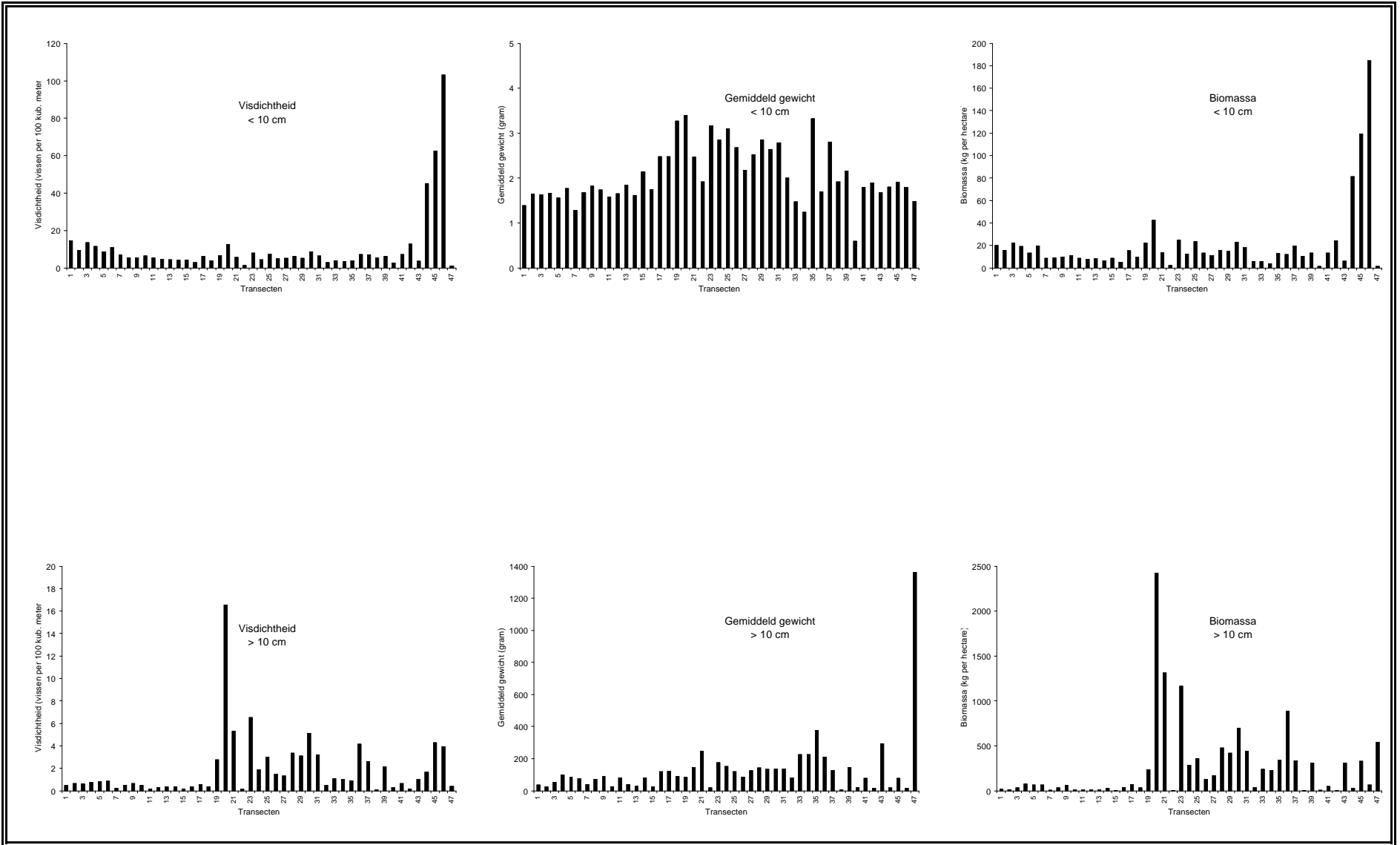
Tabel 1. Overzicht van de gegevens per twee-minuten transect tijdens de eerste mobile survey op 7 oktober. De locaties van de transect nummers zijn terug te vinden in figuur 4.

| Transect | Dichth. (<10 cm) | | | | | |
|----------|------------------|------------------|-------|-------|-------|----------------|
| | (n) | Dichth. (>10 cm) | | | | |
| | | Gew. (<10 cm) | | | | Biom. (>10 cm) |
| | | Gew. (>10 cm) | | | | |
| | | Biom. (<10 cm) | | | | |
| | | (gr.) | (gr.) | (kg.) | (kg.) | |
| Gem | 7 | 1 | 1.9 | 85 | 13 | 116 |
| 1 | 14,6 | 0,5 | 1,4 | 38 | 20 | 19 |
| 2 | 9,6 | 0,6 | 1,6 | 25 | 16 | 16 |
| 3 | 13,5 | 0,6 | 1,6 | 55 | 22 | 33 |
| 4 | 11,5 | 0,8 | 1,7 | 99 | 19 | 79 |
| 5 | 8,6 | 0,8 | 1,6 | 85 | 14 | 69 |
| 6 | 11,1 | 0,9 | 1,8 | 76 | 20 | 65 |
| 7 | 6,9 | 0,2 | 1,3 | 41 | 9 | 10 |
| 8 | 5,5 | 0,5 | 1,7 | 73 | 9 | 35 |
| 9 | 5,5 | 0,7 | 1,8 | 90 | 10 | 59 |
| 10 | 6,4 | 0,5 | 1,7 | 25 | 11 | 12 |
| 11 | 5,4 | 0,2 | 1,6 | 81 | 9 | 14 |
| 12 | 4,7 | 0,3 | 1,7 | 41 | 8 | 13 |
| 13 | 4,4 | 0,4 | 1,8 | 32 | 8 | 12 |
| 14 | 4,1 | 0,4 | 1,6 | 83 | 7 | 29 |
| 15 | 4,1 | 0,2 | 2,1 | 26 | 9 | 5 |
| 16 | 3,0 | 0,4 | 1,7 | 119 | 5 | 42 |
| 17 | 6,2 | 0,6 | 2,5 | 123 | 15 | 71 |
| 18 | 3,8 | 0,4 | 2,5 | 92 | 9 | 35 |
| 19 | 6,8 | 2,8 | 3,3 | 85 | 22 | 235 |
| 20 | 12,5 | 16,6 | 3,4 | 146 | 43 | 2424 |
| 21 | 5,6 | 5,3 | 2,5 | 247 | 14 | 1313 |
| 22 | 1,3 | 0,1 | 1,9 | 19 | 3 | 3 |
| 23 | 7,9 | 6,6 | 3,2 | 178 | 25 | 1163 |
| 24 | 4,4 | 1,9 | 2,9 | 153 | 12 | 288 |
| 25 | 7,6 | 3,0 | 3,1 | 120 | 23 | 361 |
| 26 | 5,0 | 1,5 | 2,7 | 88 | 13 | 132 |
| 27 | 5,2 | 1,4 | 2,2 | 127 | 11 | 172 |
| 28 | 6,3 | 3,4 | 2,5 | 143 | 16 | 480 |
| 29 | 5,3 | 3,1 | 2,9 | 134 | 15 | 420 |
| 30 | 8,7 | 5,1 | 2,6 | 137 | 23 | 702 |
| 31 | 6,6 | 3,2 | 2,8 | 137 | 18 | 440 |
| 32 | 2,9 | 1,5 | 2,0 | 81 | 6 | 41 |
| 33 | 3,8 | 1,1 | 1,5 | 226 | 6 | 2 |
| 34 | 3,4 | 1,0 | 1,2 | 227 | 4 | 231 |
| 35 | 4,0 | 0,9 | 3,3 | 378 | 13 | 340 |
| 36 | 7,2 | 4,2 | 1,7 | 213 | 12 | 892 |
| 37 | 7,0 | 2,6 | 2,8 | 129 | 20 | 335 |
| 38 | 5,5 | 0,1 | 1,9 | 8 | 11 | 1 |
| 39 | 6,2 | 2,1 | 2,2 | 147 | 13 | 312 |
| 40 | 2,7 | 0,3 | 0,6 | 23 | 2 | 8 |
| 41 | 7,3 | 0,6 | 1,8 | 80 | 13 | 52 |
| 42 | 12,7 | 0,2 | 1,9 | 15 | 24 | 3 |
| 43 | 3,6 | 1,0 | 1,7 | 296 | 6 | 309 |
| 44 | 45,2 | 1,7 | 1,8 | 19 | 81 | 32 |
| 45 | 63,6 | 4,3 | 1,9 | 77 | 119 | 331 |
| 46 | 103,1 | 4,0 | 1,8 | 17 | 185 | 67 |

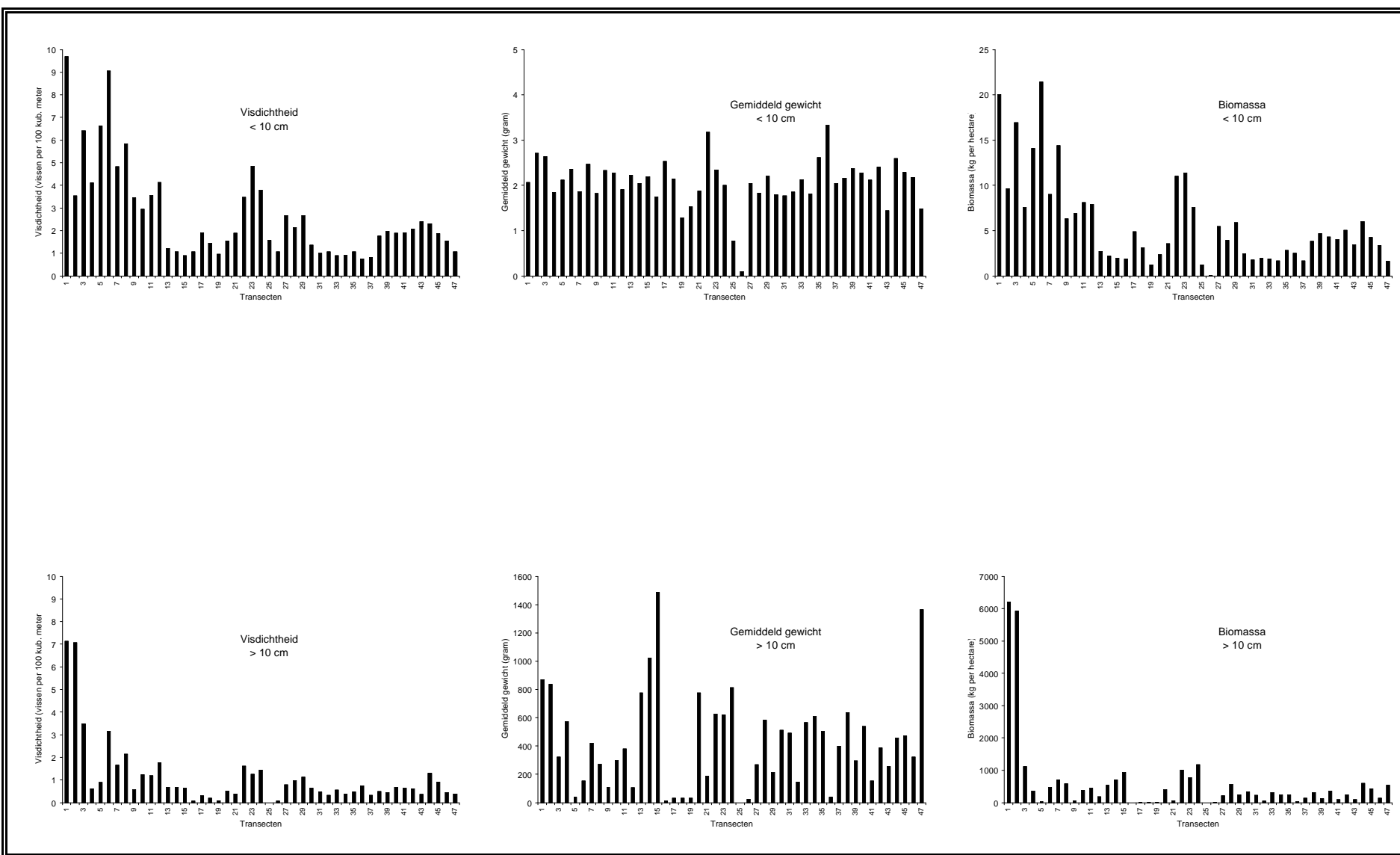
Tabel 2. Overzicht van de gegevens per twee-minuten transect tijdens de tweede mobile survey op 27 november. De locatie van de transect nummers zijn terug te vinden in figuur 4.

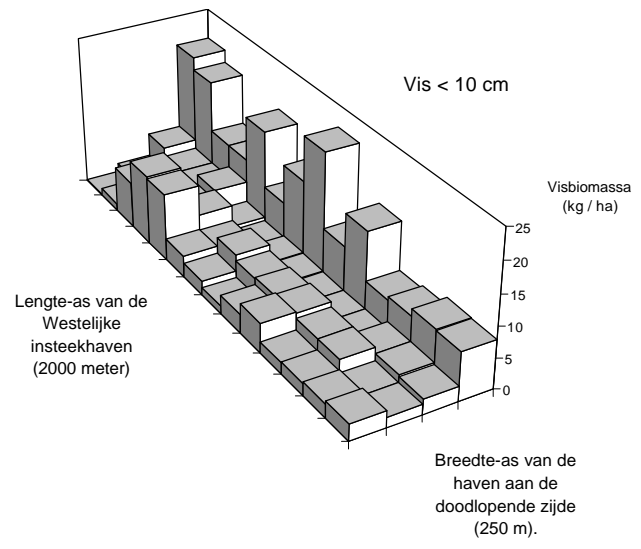
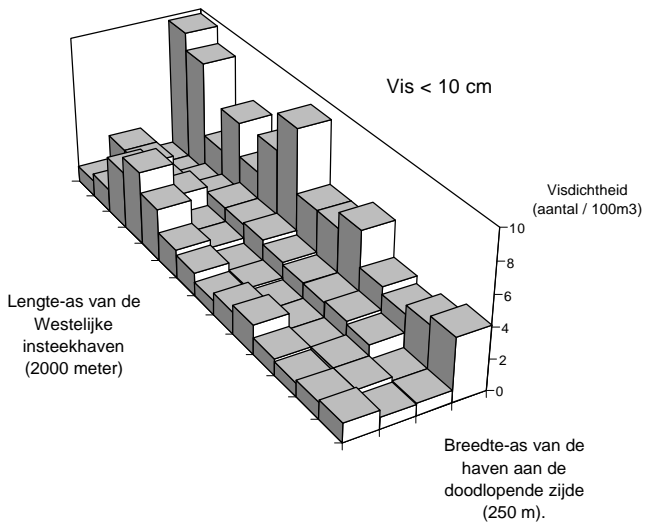
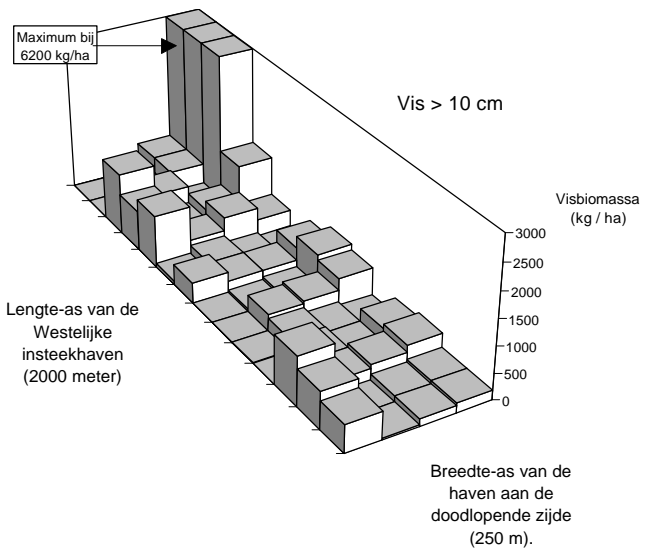
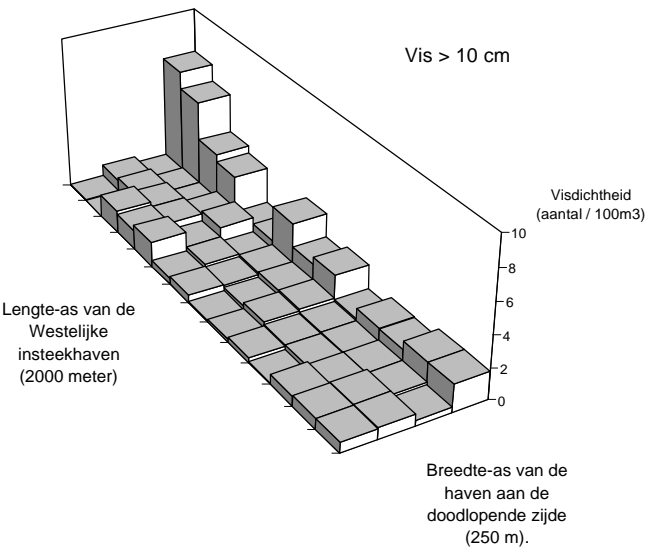
| Transect | Dichth. (<10 cm) | | | | | |
|----------|------------------|------------------|-------|-------|-------|----------------|
| | (n) | Dichth. (>10 cm) | | | | |
| | | Gew. (<10 cm) | | | | Biom. (>10 cm) |
| | | Gew. (>10 cm) | | | | |
| | | Biom. (<10 cm) | | | | |
| | | (gr.) | (gr.) | (kg.) | (kg.) | |
| Gem | 2 | 1 | 2.1 | 432 | 5 | 412 |
| 1 | 9,7 | 7,1 | 2,1 | 870 | 20 | 6208 |
| 2 | 3,5 | 7,1 | 2,7 | 838 | 10 | 5926 |
| 3 | 6,4 | 3,5 | 2,6 | 323 | 17 | 1122 |
| 4 | 4,1 | 0,6 | 1,8 | 575 | 8 | 357 |
| 5 | 6,6 | 0,9 | 2,1 | 38 | 14 | 34 |
| 6 | 9,1 | 3,2 | 2,4 | 153 | 21 | 485 |
| 7 | 4,8 | 1,7 | 1,9 | 422 | 9 | 699 |
| 8 | 5,8 | 2,1 | 2,5 | 274 | 14 | 587 |
| 9 | 3,5 | 0,6 | 1,8 | 111 | 6 | 65 |
| 10 | 3,0 | 1,2 | 2,3 | 301 | 7 | 373 |
| 11 | 3,6 | 1,2 | 2,3 | 382 | 8 | 459 |
| 12 | 4,1 | 8,8 | 1,9 | 107 | 8 | 188 |
| 13 | 1,2 | 0,7 | 2,2 | 778 | 3 | 537 |
| 14 | 1,1 | 0,7 | 2,0 | 1023 | 2 | 704 |
| 15 | 0,9 | 0,6 | 2,2 | 1486 | 2 | 945 |
| 16 | 1,1 | 0,1 | 1,7 | 12 | 2 | 1 |
| 17 | 1,9 | 0,3 | 2,5 | 32 | 5 | 10 |
| 18 | 1,5 | 0,2 | 2,1 | 31 | 3 | 6 |
| 19 | 1,0 | 0,1 | 1,3 | 31 | 1 | 3 |
| 20 | 1,6 | 0,5 | 1,5 | 777 | 2 | 404 |
| 21 | 1,9 | 0,4 | 1,9 | 186 | 4 | 75 |
| 22 | 3,5 | 1,6 | 3,2 | 627 | 11 | 1010 |
| 23 | 4,9 | 1,3 | 2,3 | 621 | 11 | 780 |
| 24 | 3,8 | 1,4 | 2,0 | 812 | 8 | 1176 |
| 25 | 1,6 | 0,0 | 0,8 | | 1 | 0 |
| 26 | 1,1 | 0,1 | 0,1 | 27 | 0 | 2 |
| 27 | 2,7 | 0,8 | 2,0 | 268 | 5 | 215 |
| 28 | 2,1 | 1,0 | 1,8 | 585 | 4 | 578 |
| 29 | 2,7 | 1,1 | 2,2 | 215 | 6 | 242 |
| 30 | 1,4 | 0,7 | 1,8 | 512 | 2 | 335 |
| 31 | 1,0 | 0,5 | 1,8 | 491 | 2 | 233 |
| 32 | 1,1 | 0,3 | 1,9 | 147 | 2 | 48 |
| 33 | 0,9 | 0,6 | 2,1 | 567 | 2 | 316 |
| 34 | 0,9 | 0,4 | 1,8 | 611 | 2 | 240 |
| 35 | 1,1 | 0,5 | 2,6 | 505 | 3 | 245 |
| 36 | 0,7 | 0,7 | 3,3 | 41 | 2 | 30 |
| 37 | 0,1 | 0,3 | 2,1 | 402 | 2 | 136 |
| 38 | 1,8 | 0,5 | 2,2 | 639 | 4 | 320 |
| 39 | 2,0 | 0,5 | 2,4 | 297 | 5 | 134 |
| 40 | 1,9 | 0,7 | 2,3 | 538 | 4 | 366 |
| 41 | 1,9 | 0,6 | 2,1 | 155 | 4 | 100 |
| 42 | 2,1 | 0,6 | 2,4 | 386 | 5 | 239 |
| 43 | 2,4 | 0,4 | 1,4 | 255 | 3 | 93 |
| 44 | 2,3 | 1,3 | 2,6 | 457 | 6 | 595 |
| 45 | 1,9 | 0,9 | 2,3 | 473 | 4 | 433 |
| 46 | 1,6 | 0,5 | 2,2 | 325 | 3 | 146 |
| 47 | 1,1 | 0,4 | 1,4 | 1364 | 1,6 | 541 |

Figuur 9. Grafisch overzicht van de resultaten uit tabel 1 (survey I, 7 oktober 1996).



Figuur 10. Grafisch overzicht van de resultaten uit tabel 2 (survey II, 27 november, 1996).





Figuur 11. Driedimensionale weergave van de visdichtheid (aantal vissen/100 m³) en visbiomassa (kg/ha) tijdens de tweede survey in de Westelijke insteekhaven. Er is onderscheid gemaakt tussen de groepen vis >10 cm en vis <10 cm. De X-as en de Y-as corresponderen respectievelijk met de lengte en de breedte van de haven.

5. DISCUSSIE

5.1. Lengteopbouw, visserij versus sonar.

Opvallend aan de resultaten van de kuilvisserij is dat er in tegenstelling tot de sonarwaarnemingen, geen grote vis is waargenomen. Dit moet volledig worden geweten aan de beperkingen van de kuil. In de eerste plaats is de vaarsnelheid beperkt zodat grote vis kan ontkomen. In de tweede plaats is ervan uitgegaan dat ook de vis > 10 cm homogener over de waterkolom verdeeld zou zijn. Dit bleek echter niet het geval, zodat het gebruik van de pelagische atoomkuil niet de beste keus is geweest. Door gebrek aan mankracht was een tweede bemonstering met een bodemkuil niet mogelijk. Een ander bezwaar van de atoomkuil is dat, door zijn omvang, de oeverzone moeilijk is te bemonsteren. En juist in deze zone zat volgens de sonar de meeste grote vis. Verder is uit de lengtefrequentie verdelingen van figuur 8 op te maken dat tijdens de tweede survey het aandeel vissen > 40 cm is toegenomen.

5.2. Visdichtheid en biomassa schatting.

De visdichtheid en visbiomassa voor vis < 10 cm is tussen de twee bemonsteringen met circa een factor drie afgenomen (van 13 naar 5 kg/ha). Enerzijds is dit te verklaren aan de hand van natuurlijke sterfte van deze groep jonge vissen in het najaar. Anderzijds zal de visdichtheid in dit open systeem deels worden bepaald door het in en uittrekken van vis. Voor beide bepalingen geldt overigens dat de biomassa laag is in vergelijking tot de meeste stagnante wateren. Alleen al voor 0⁺ vis (vis in het eerste levensjaar) liggen de meeste schattingen, in deze wateren, tussen de 10 en 60 kg/ha met uitschieters naar 350 kg/ha.

De biomassa van vis > 10 cm in de haven steeg van 116 kg/ha in oktober tot 412 kg/ha in november. Dit is voor een haven in de winter aan de lage kant. De toename in biomassa moet worden geweten aan de immigratie van vis in de range van 50-60 cm. Opvallend zijn de extreem hoge waarden (gemiddeld 6000 kg/ha) op de eerste twee transecten, tijdens de survey op 27 november. Bij nadere analyse bleek dat waarnemingen correct zijn, zodat zij zeker mede bepalend moeten zijn voor de uiteindelijke uitkomst.

Tabel 1, 2 en de grafische presentatie hiervan in figuur 8 en 9 laten zien dat de visdichtheid per transect sterk varieert. Dit komt doordat vis zich plaatselijk in scholen ophoudt. De variatie bij vis < 10 cm is over het algemeen wat geleidelijker dan bij de vis > 10 cm. Dit komt wellicht doordat kleine vis in grotere, meer aaneengesloten scholen voorkomt, terwijl de grote vis zich meer plaatselijk in kleine scholen bevindt. De variatie in het gemiddelde gewicht voor de kleine vis is om begrijpelijke wijze veel kleiner dan bij de grote exemplaren. De lengterange van deze vis is immers beperkt tot de eerste 10 cm.

Dat de visdichtheid niet alleen in ruimte, maar ook in tijd sterk kan verschillen is te zien bij de vis < 10 cm tijdens de eerste survey (figuur 9). Terwijl er op de transecten 44-46 ongeveer 100 vissen/100 m³ zijn te vinden, is de visdichtheid op deze plek (transecten 1-7) eerder op de avond, nog geen 10 vissen/100 m³. Dit moet het resultaat zijn van een grote school kleine vis die, in de loop van de avond, vanuit het Hollandsch Diep verder de insteekhaven is opgezwommen.

De tweede meer systematische survey op 27 november, leent zich goed om de resultaten, op het oppervlak van de haven uit te zetten (figuur 11). Duidelijk is dat met name de kleine vis sterk aan de oevers is gebonden. Dit is belangrijke informatie in verband met de inschatting van de schade aan

kleine vis door het inlaten van koelwater vanaf de oever. Ook de grotere vis zit in hoofdzaak langs de kant, maar is ook binnen deze oeverzone weer plaatselijk aanwezig. Opvallend is de grote hoeveelheid vis aan de monding van de haven.

Een opmerking moet worden gemaakt met betrekking tot de omrekening van de visdichtheid naar de biomassa in kg/ha. Met de sonar wordt als het ware een driedimensionale bemonstering toegepast. Een maat voor de biomassa in termen van oppervlak is hierbij ongebruikelijk. Niettemin wordt de omrekening gemaakt om tegemoet te komen aan de waarden in kg/ha die bekend in de oren klinken. Voor de omrekening wordt uitgegaan van de gemiddelde diepte van het object. Het gevaar bestaat dat door sterke wisselingen in de diepte er een kunstmatige variatie in de biomassa ontstaat. In figuur 11 is te zien dat dit geen rol van betekenis speelt. De oevers zijn wat ondieper dan het midden, wat zou kunnen leiden tot een overschatting van deze gebieden. Nu is de biomassa langs de oevers inderdaad hoger, maar dit geldt ook voor de visdichtheid. En aangezien dit een goede schatter is van de werkelijke hoeveelheid vis, kan worden aangenomen dat de hogere biomassa langs de oevers een realistische waarneming is.

8. LITERATUUR

Butterworth, A.J. & A.J.P. Raat, 1991. A feasibility study of the application of hydroacoustics to assess fish populations in The Netherlands. NRA/OVB Research Report 1991-01.

Kemper Jan H., 1993b. Onderzoek naar de migratie van pelagische vis i.h.b. zeeforel (*Salmo trutta trutta*) met sonar apparatuur bij de spuisluisen in Den Oever. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. *OVB-Onderzoeksrapport* RWSFL/OVB 93-31.

Kemper Jan H., 1996b. Sonar-onderzoek naar visbewegingen bij de Haringvlietsluizen. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. *OVB-Onderzoeksrapport* RWSZH/OVB 1996-18. 14p.

Kemper Jan H., 1995. Sonar-onderzoek naar de effectiviteit van de viswering bij de Amer centrale Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. *OVB-Onderzoeksrapport* KEMA/OVB 1995-13. 16p.

Kemper Jan H. & A.J.P. Raat, 1997. Hydroacoustic assessment of the fish stock in Theodorushaven, a small Dutch harbour. *Fisheries Management & Ecology* 1997, 4, 63-71.

Love, R.H., 1971. Dorsal-aspects target strength of an individual fish. *J. Acoust. Soc. Amer.* 49: 816-823.

| Rapport Status | |
|--|---|
| Titel: Sonar-onderzoek naar de visdichtheid in de Westelijke insteekhaven. |  |
| Samenstelling: Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij Postbus 433 3430 AK Nieuwegein telefoon 030 - 6058411 telefax 030 - 6039874 | Auteur(s): Jan H. Kemper |
| Opdrachtgever: KEMA Postbus 9035 6800 ET Arnhem Projectleider: Drs. R. Hadderingh | Datum: |
| Projectleider OVB: Jan H. Kemper | Project nr.: KEMA/OVB 1997-03 |
| Samenvatting: <p><i>Op 7 oktober en 27 november 1996, is in opdracht van de KEMA de visdichtheid en visbiomassa in de Westelijke insteekhaven bij Moerdijk (Noord Brabant) bepaald. Hierbij is gebruik gemaakt van sonar apparatuur. Informatie over de visdichtheid is van belang voor het bepalen van eventuele schade aan de visstand. Schade kan ontstaan doordat, met name kleine vis, met het koelwater bestemd voor de energiecentrale van het EPZ, wordt meegevoerd. Gezien de speciale interesse voor kleine vis zijn de gegevens apart gepresenteerd voor vis > 10 cm en < 10 cm. In oktober werd de visbiomassa voor de vis < 10 cm geschat op 13 kg per hectare. Tijdens de tweede survey in november was dit teruggelopen tot 5 kg per hectare. De biomassa grotere vis kwam in oktober uit op 116 kg per hectare en liep op tot 412 kg. Deze toename was het gevolg van de toename in het gemiddelde gewicht van de vis die in de haven werd aangetroffen. De visdichtheid van de vis > 10 cm bleef nagenoeg gelijk.</i></p> | |
| Bibliografische referentie: Kemper Jan H., 1997. Sonar-onderzoek naar de visdichtheid in de Westelijke insteekhaven.. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport KEMA/OVB 1997-03. 14p. | |
| Trefwoorden: Sonar, visdichtheid | OVB RSN nr: |
| Verspreiding: Opdrachtgever, OVB | Aantal pag: 14 |
| Verkrijgbaarheid: In overleg opdrachtgever | Klasse: Onderzoeksrapport |
| Prijs: | |