

**Postadres**  
Postbus 433  
3430 AK Nieuwegein  
Nederland  
**Bezoekadres**  
Buxtehudeaan 1  
Nieuwegein  
Telefoon (030) 605 84 11  
Fax (030) 603 98 74

Postbank rek. nr. 595000

ABN-AMRO  
rek. nr. 45.60.53.417

België: ABN-AMRO  
rek. nr. 721.5201991.66

ovb@worldaccess.nl



**ORGANISATIE TER  
VERBETERING VAN DE  
BINNENVISSERIJ**



---

## **RAPPORT SONARONDERZOEK**

### **ONDERZOEK NAAR DE TOEPASBAARHEID VAN SONARAPPARATUUR IN DE VISPASSAGE te Schellingwoude**

16 december 1997

Project RWSZH/OVB 1997-42

Opdrachtgever voor het onderzoek was RWS dir. Noord-Holland.

Bibliografische referentie:

Kemper Jan H., 1997. Onderzoek naar de toepasbaarheid van sonarapparatuur in de vispassage te Schellingwoude.. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. **OVB-Onderzoeksrapport 1997-23**, 15 p.

© 1997 Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein; RWS Dir. Noord-Holland, Haarlem.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke ander wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyright houders. De OVB is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassing van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van de OVB; opdrachtgever vrijwaart de OVB van aanspraken van derden in dit verband.

# INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING .....	1
1. INLEIDING .....	2
1.1 Algemeen .....	2
1.2. Proefgebied en onderzoeksperiode .....	2
2. VRAAGSTELLING .....	2
3. MATERIAAL & METHODE .....	4
3.1 Opzet sonar systeem .....	4
3.2 Sonar output & gegevensverwerking. ....	6
3.2.1 Real-time sonar data collectie .....	6
3.2.2 Identificatie van de vis .....	6
3.2.3 Lengte van de vis .....	6
3.2.4 Zwemrichting en snelheid van de vis. ....	7
3.2.5 Tijdstip dat de vis passeert. ....	8
3.3. Opstelling van de sonarapparatuur. ....	8
4. RESULTATEN .....	9
4.1 Identificatie van vis in de vispassage .....	9
4.2 Dag- nachtritmiëk .....	9
4.3 Vislengte gegevens. ....	11
4.4 Verloop in de hoeveelheid gepasseerde vis door de passage .....	11
5. DISCUSSIE .....	12
6. CONCLUSIES .....	15

## SAMENVATTING

Op verzoek van RWS Dir. Noord-Holland is er door de OVB een voorstel (projectomschrijving RWSNH/OVB 1996-03) gedaan voor een permanente vismonitoring met sonarapparatuur in de vispassage te Schellingwoude. Alvorens tot aanschaf van sonarapparatuur over te gaan, is er een voorstudie uitgevoerd om met zekerheid vast te stellen, dat sonarapparatuur in de vispassage, naar behoren functioneert. Het onderzoek heeft zich in het bijzonder gericht op de mate van ruis (achtergrondgeluid) in de vispassage als potentiële bron van verstoring voor de sonarviswaarnemingen.

Een belangrijke bron van ruis (reverberatie) zijn kleine luchtbelletjes, die bij de ingang van de vispassage, in het water terecht komen. Een hoge belletjesdichtheid in het water, kan er toe leiden dat het echogram (figuur 4), als het ware ondersneeuwt met ongewenste echosignalen. Het identificeren van de vissporen in het echogram, kan hierdoor onmogelijk worden. Daarnaast ontstaat er reverberatie, veroorzaakt door echo's vanaf de wanden, de bodem en wateroppervlak in de vispassage. Deze bron van ruis bepaalt de range van de geluidsbundel waarbinnen vis kan worden waargenomen. Een tweede categorie ruis wordt veroorzaakt door fysische factoren, zoals regen, wind, elektrische motoren. Deze speelt echter geen rol van betekenis in dit onderzoek.

De belangrijkste conclusies, die kunnen worden getrokken zijn:

- ! De mate van reverberatie (ruis), tengevolge van (micro-) luchtbelletjes, staat een adequate identificatie van vis, middels vissporen in het echogram, niet in de weg.
- ! De reverberatie van de wanden, bodem en wateroppervlak is geen beperking voor het adequaat inzetten van de sonarapparatuur in de vispassage. In de proefopstelling stond een tijdelijke fuikopstelling, een optimale plaatsing van de transducer in de weg. Het bereik van de geluidsbundel werd hierdoor beperkt tot ca. 4,5 meter. Als de fuik, na het experiment wordt verwijderd, is het bereik minimaal zeven meter (figuur 12).
- ! In verband met reverberatie, is het van belang, dat een deel van de vispassage vrij blijft van stortsteen. Het betreft een stuk van enkele meters, onder en achter het schuivengebouw aan de westzijde van de vispassage. Het terugplaatsen van de steenstort aan de oostzijde zal naar verwachting niet interfereren met de geluidsbundel. (Steenstort is een onderdeel van de passage om vis beter in staat te stellen zich stroomopwaarts te verplaatsen.)
- ! Om de verplaatsing van vis in verband te brengen met de stroomsnelheid van het water in de vispassage moet deze, bij een eventuele definitieve opstelling van de sonar, permanent worden gemeten met behulp van een stroomsnelheidsmeter. Naar het zich laat aanzien zijn de verschillen in de waterstand, tussen de oost- en westzijde van de passage, niet geschikt om de actuele stroomsnelheid in de passage te bepalen.

Ter illustratie van de werking van de monitoring met sonarapparatuur zijn resultaten gepresenteerd van;

- a. de lengteopbouw van de vispopulatie, zoals deze met de sonar is waargenomen en met een fuik in de vispassage is vastgesteld,
- b. de activiteit van de vissen gedurende de dag,
- c. verloop van de hoeveelheid gepasseerde vis gedurende het onderzoek.

## 1. INLEIDING

### 1.1 Algemeen

In 1996 is in de Oranjesluizen te Schellingwoude een vispassage gebouwd, waarbij de OVB in adviserende zin betrokken is geweest (Raat, 1994; Jansen & Raat, 1995; 1995a). Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid vis, die gebruik maakt van de passage, heeft de OVB in opdracht van RWS, een werkplan opgesteld (Jansen & Raat, 1996). Van de verschillende mogelijkheden die er zijn om de passage van vis te volgen, is gekozen voor de regelmatige bemonstering met behulp van een fuik in de vispassage. Daarnaast heeft de OVB het verzoek gekregen een voorstel te doen voor een permanente monitoring met sonarapparatuur in de Oranjesluizen (Kemper, 1996).

Een groot deel van de kosten, die aan dit sonar programma zijn verbonden, wordt bepaald door de aanschaf van de apparatuur. In onderling overleg tussen RWS en de OVB, is overeengekomen om eventuele onzekerheid met betrekking tot het functioneren van de apparatuur in de vispassage uit te sluiten.

### 1.2. Proefgebied en onderzoeksperiode

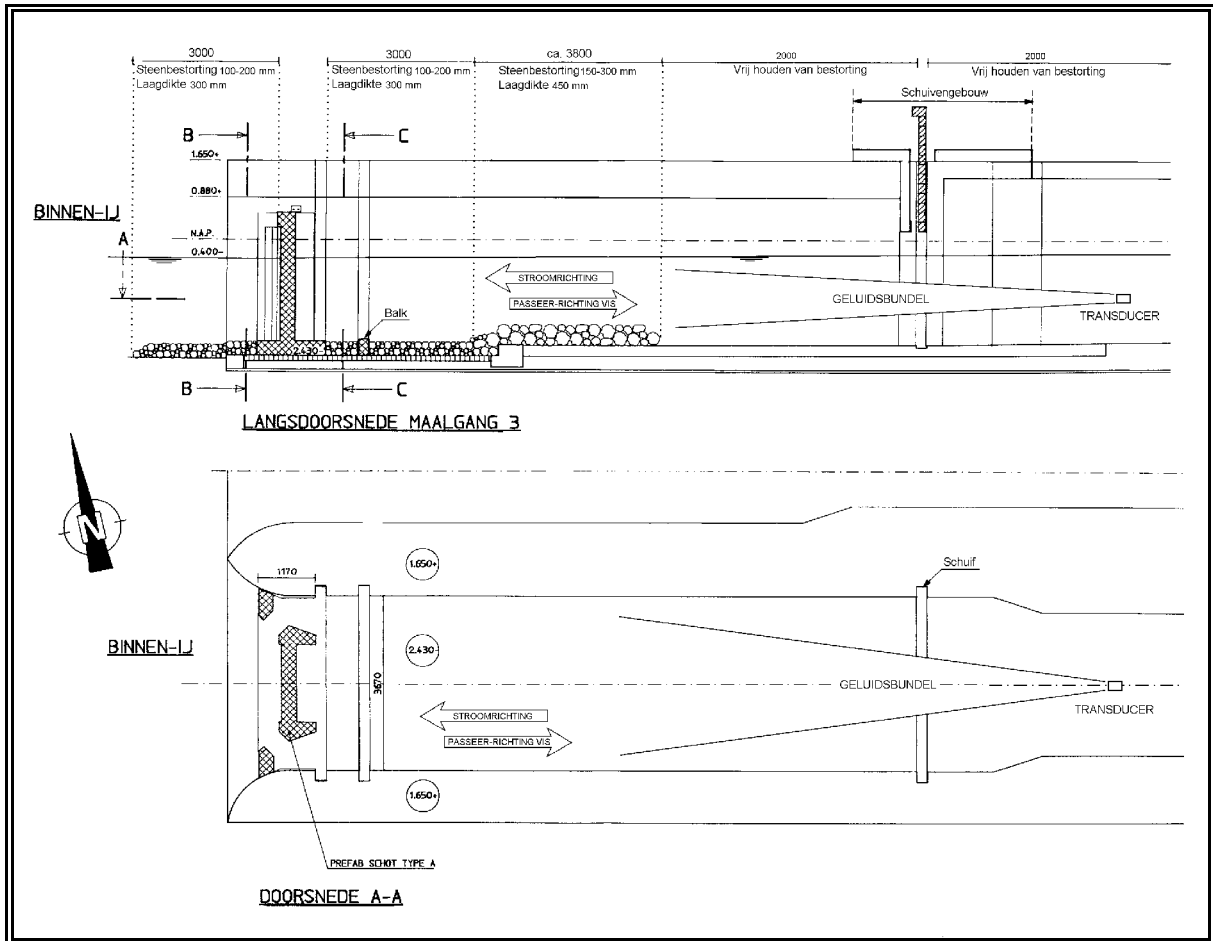
Het sluizencomplex bij Schellingwoude is beschreven door Raat (1994). De vispassage is gelegen in de meest zuidelijk gelegen spuikoker van de drie noordelijke maalkokers van het voormalig schepradgemaal. Deze spuikoker is 34,43 m lang. Bij de monding in het Noordzeekanaal is de koker 3,67 m breed. De opening aan de zijde van het IJmeer is 3 m breed. De maalkokers monden uit in een waterbekken van circa 5 m diep dat aan noordelijke zijde wordt afgesloten door een niet-doorlatende strekdam van circa 250 m. Ongeveer 25 meter voor de uitmonding van de maalkokers bevindt zich een ondieper gedeelte van het waterbekken. Aan de zuidzijde van het waterbekken is een doorlatende damwand die grenst aan de Vierde Kolk. Ten noorden van de maalkokers mondt het belangrijkste doorlaatwerk van de Oranjesluizen uit: de 9 m brede inlaatsluis die bij een peilverschil van 20 cm een debiet heeft van circa 100 m<sup>3</sup>/s.

Het waterpeil van het IJmeer is in de zomer op -0,20 m NAP. Het Noordzeekanaal heeft in de zomerperiode een waterpeil van -0,40 m NAP. In de winterperiode zijn de waterpeilen van IJmeer en Noordzeekanaal gelijk. In figuur 1 is het zij- en bovenaanzicht gegeven van de linkerzijde van de vispassage. De transducer en de loop van de geluidsbundel zijn hierin aangegeven.

Het onderzoek heeft plaatsgevonden vanaf 26 september tot en met 20 oktober 1997. De metingen zijn enige dagen onderbroken door de sluiting van de sluis, in verband met de hoge waterstand in het binnen-IJ. Deze onderbreking vond plaats van 6 (8:00u) tot 13 (8:00u) oktober 1997.

## 2. VRAAGSTELLING

Het primaire doel van de voorstudie is om na te gaan of er geen onvoorziene problemen zijn bij het registreren van passerende vis door de sluizen, met sonarapparatuur. Het belangrijkste aspect bij deze voorstudie was de bepaling van de ruis in de vispassage. De aandacht gaat met name uit naar zogenaamde **reverberatie**. Hieronder worden alle geluidssignalen verstaan, die wel door de sonarapparatuur worden geregistreerd, maar geen relatie hebben tot het te bestuderen object (d.i. vis). In de vispassage zijn twee belangrijke bronnen van reverberatie aan te wijzen, die de detectie van vis in de weg kunnen staan.



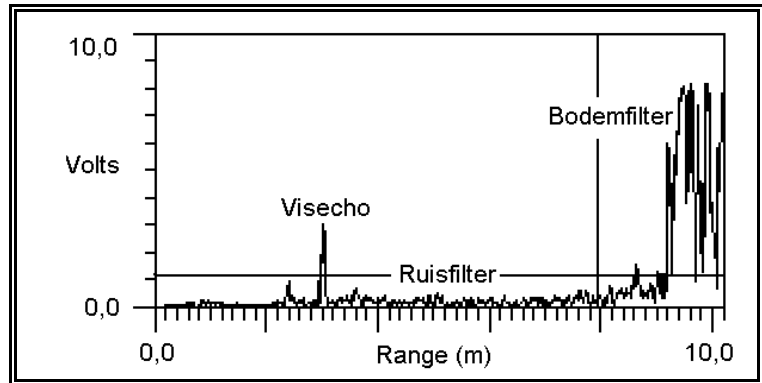
**Figuur 1** Zij- en bovenaanzicht van de vispassage aan de kant van het Binnen-IJ. In de tekening is de plaats van de transducer en de loop van de geluidsbundel aangegeven. De transducer is vlak voor de fuik geplaatst, die is ingezet voor de vangst van vis, die zich stroomopwaarts door de vispassage verplaatst.

### Luchtbellen.

Voor de detectie van vis, wordt met name gebruik gemaakt van de sterke reflectie van geluid op de met lucht gevulde zwemblaas. Maar niet alleen de zwemblaas van vis wordt met sonar waargenomen. Ook luchtbellen worden als object door de sonar herkend. Nu zullen grote bellen, in de regel, geen problemen opleveren, omdat deze snel opstijgen en verdwijnen. Kleine (micro-) luchtbellen kunnen echter wel sterk verstorend werken. Dit soort luchtbellen ontstaat op plaatsen waar veel turbulentie is, zoals bij wateroverstorten, schroeven van buitenboordmotoren en golfslag. Doordat de microbellen lang in suspensie blijven, kunnen zij tot in diepere water lagen doordringen. Bij toenevende wind (golfslag) is het effect van microbellen al snel tot op enige meters diepte, merkbaar. Microbellen kunnen er toe leiden dat het echogram ondersneeuwt met irrelevante echosignalen. Vissen worden aan de hand van zogenaamde echosporen in het echogram geïdentificeerd. Identificatie wordt echter onmogelijk als het visspoor verloren gaat in een sneeuw van luchtbellen-echo's. Zeer kleine luchtbellen kunnen, mits niet al te talrijk, worden uitgesloten door alle signalen beneden een bepaald niveau te negeren. In figuur 4 is een voorbeeld gegeven van een echogram, waarbij de ongewenste echo's volledig konden worden weggefilterd, en de vissen aan de hand van de vissporen goed konden worden geïdentificeerd.

### Dimensies van de vispassage.

Zoals in figuur 1 is weergegeven, heeft de geluidsbundel een conische vorm. Afhankelijk van de breedte en de waterdiepte zal de bundel op zekere afstand van de transducer, het wateroppervlak, de bodem of één van de wanden raken. Dit resulteert in zoveel weerkaatsing van geluid, dat waarnemingen voorbij dit punt niet meer mogelijk zijn. In figuur 2 is het punt, dat de geluidsbundel één van



Figuur 2 Oscilloscoop beeld van één echosignaal.

deze structuren raakt, op ca 10 meter van de transducer waar te nemen als een grote voltpiek (8 volt). Naast de dimensies van het watervolume, speelt de ruwheid van het wateroppervlak een rol. Verstoring van het wateroppervlak door regen, wind of golfslag, kan de range waarbinnen vis kan worden waargenomen, nog verder beperken. Een range van minimaal zeven meter wordt voor dit type monitoring als wenselijk geacht. Bij deze range verblijven de vissen lang genoeg in de bundel, om de sporen die zij produceren goed te onderscheiden van reverberatie. Daarnaast zal de kwaliteit van de bepaling van de zwemrichting, snelheid en vislengte beter zijn.

De centrale vraag voor dit onderzoek is als volgt geformuleerd;

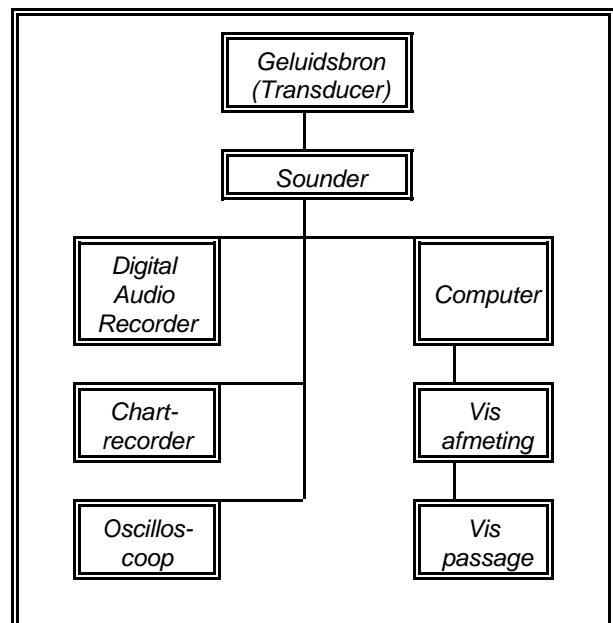
## L Staat reverberatie (ruis) in de vispassage, vismonitoring met sonar in de weg?

Naast de hierboven gestelde vraag, is het doel van deze voorstudie om een beeld te geven van het type resultaten dat van een vismonitoring met sonarapparatuur kan worden verwacht. Aan de hand van de resultaten zijn presentaties gegeven van de lengteopbouw, de dag- en nachtritmië en het verloop van het aantal passanten in de tijd. Dit in verband met publieks-presentatie, die er in het kader van de definitieve monitoring met sonarapparatuur, zal komen.

### 3 MATERIAAL & METHODE

#### 3.1 Opzet sonar systeem

In figuur 3 is een overzicht gegeven van de sonar apparatuur, zoals deze voor vismonitoring in de vispassage is ingezet.



Figuur 3. Opzet van het sonarsysteem, zoals dat is ingezet voor de monitoring van vis in de passage.

**De Echosounder** ES 2000 van BioSonics<sup>tm</sup> 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. Het energieniveau waarop de ES 2000 uitzendt is 150 W. Verdere karakteristieken van 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<sup>-1</sup>, 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 het onderzoek in de vispassage is een puls-frequentie van 10 pings.sec<sup>-1</sup> gebruikt.
2. Puls-breedte: De duur van de puls in milliseconden (ms). De instellingen variëren van 0,2 tot 1,6 milliseconde 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 (d.i. snelheid van geluid onder water). Objecten met een onderlinge afstand, kleiner dan een halve pulslengte, ten opzichte van de transducer, zullen niet meer afzonderlijk kunnen worden waargenomen. Vissen, die door vispassage zwemmen, hebben over het algemeen een onderlinge afstand die vele malen groter is dan de halve pulslengte.
3. Frequentie: Er wordt gebruik gemaakt van transducers die het geluid met een frequentie van 420 kHz. Deze frequentie is in het bijzonder toegespitst op het werk in ondiep water.

**Transducers** zijn de luidsprekers en microfoons van het systeem en worden onder water opgesteld. De transducers van de OVB zijn van het type dual-beam. Dit houdt in 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". Hierdoor is het mogelijk de absolute lengte van vissen te bepalen (§ 3.2.3) Binnen de "dual-beam" transducers zijn twee typen te onderscheiden. De zogenaamde circulaire transducers zijn kegelvormig. Elliptische transducers zijn daarenboven afgeplat, zodat de bundel wordt beschreven door twee hoeken. In verband met de rechthoekige afmetingen van de vispassage is een elliptische transducer (3° x 7°) gebruikt.

**De Oscilloscoop** (Philips<sup>™</sup> 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 eventueel via een interface (BioSonics Tape recorder interface model 171) worden vastgelegd op een **Digital Audio Recorder** (Sony<sup>™</sup> TCD D3), zodat deze later in het lab met de PC kunnen worden verwerkt.

**De Computer** wordt bij dit type werk ("*fixed location*"), direct aangesloten op de sounder, zodat zogenaamde real-time processing plaats kan vinden. De PC (COMPAQ<sup>™</sup> 486 33 mHz ) is uitgerust met een aparte kaart voor de verwerking van de analoge signalen tot een digitale weergave van de waarnemingen. De verwerking wordt uitgevoerd door Echo Signal Processing programmatuur van BioSonics. Verdere verwerking van de door de ESP programmatuur aangemaakte files wordt uitgevoerd in het Spread-sheet.



## 3.2 Sonar output & gegevensverwerking.

### 3.2.1 Real-time sonar data collectie

Onder sterk wisselende omstandigheden, zoals bij mobile opnamen vanaf een boot, worden de signalen van de echosounder op audioband geregistreerd, om later door de computer te worden verwerkt. Worden de opnamen daarentegen op een vaste locatie gemaakt, dan kunnen de signalen van de sounder direct door de computer worden bewerkt, zoals voor dit onderzoek heeft plaatsgevonden.

### 3.2.2 Identificatie van de vis

De identificatie van vissen geschiedt aan de hand van het zogenaamde echogram (figuur 4). In een echogram worden afzonderlijke echosignalen in de tijd (X-as), en verdeeld over de afstand tot de transducer (Y-as), weergegeven. Er kan onderscheid worden gemaakt in twee typen echogrammen. Het eerste kan worden vergeleken met het echogram van de conventionele fish finder. Voor dit type echogram wordt uitsluitend gebruik gemaakt van het signaal van de 'narrow beam', waarbij de sterkte van het signaal wordt weergegeven in een bepaalde kleur. Daarnaast bestaat er het gedigitaliseerde echogram. Bij dit type echogram wordt alle informatie, die van een enkele echo wordt waargenomen, opgeslagen. Het echogram in figuur 4 is een voorbeeld van een echogram, zoals dat in de Haringvlietsluizen bij de overgang tussen rivier en zee, is vastgelegd.

Een deel van de software is er op gericht om aan de hand van de samenhang van een serie individuele echosignalen aan te geven of er sprake is van een visspoor. Een visspoor dat aan deze voorwaarden voldoet wordt met een rechthoek omgeven. Alle informatie met betrekking tot deze vis wordt in een file opgeslagen en kan voor de verdere analyse van de gegevens worden gebruikt. In deze figuur zijn tevens een aantal van de meest essentiële gegevens opgesomd.

- ! Gemiddelde sterkte van de echo's, behorende tot het visspoor.
- ! Gemiddelde afstand tot de transducer.
- ! Verplaatsingssnelheid.
- ! Karakteristieken van het spoor, etc .

### 3.2.3 Lengte van de vis

Met behulp van de dual-beam technologie is het mogelijk om de afmeting van een vis te bepalen aan de hand van de sterkte van het akoestische signaal. Deze waarde moet echter nog in verband worden gebracht met de fysieke lengte van de vis. De akoestische grootte (Target Strength) wordt uitgedrukt in decibel (dB) en ligt voor vissen in het gebied van -25 tot -65 dB. Love (1971) heeft een empirische relatie opgesteld, waarmee de individuele vislengte is te berekenen aan de hand van de Target Strength.

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

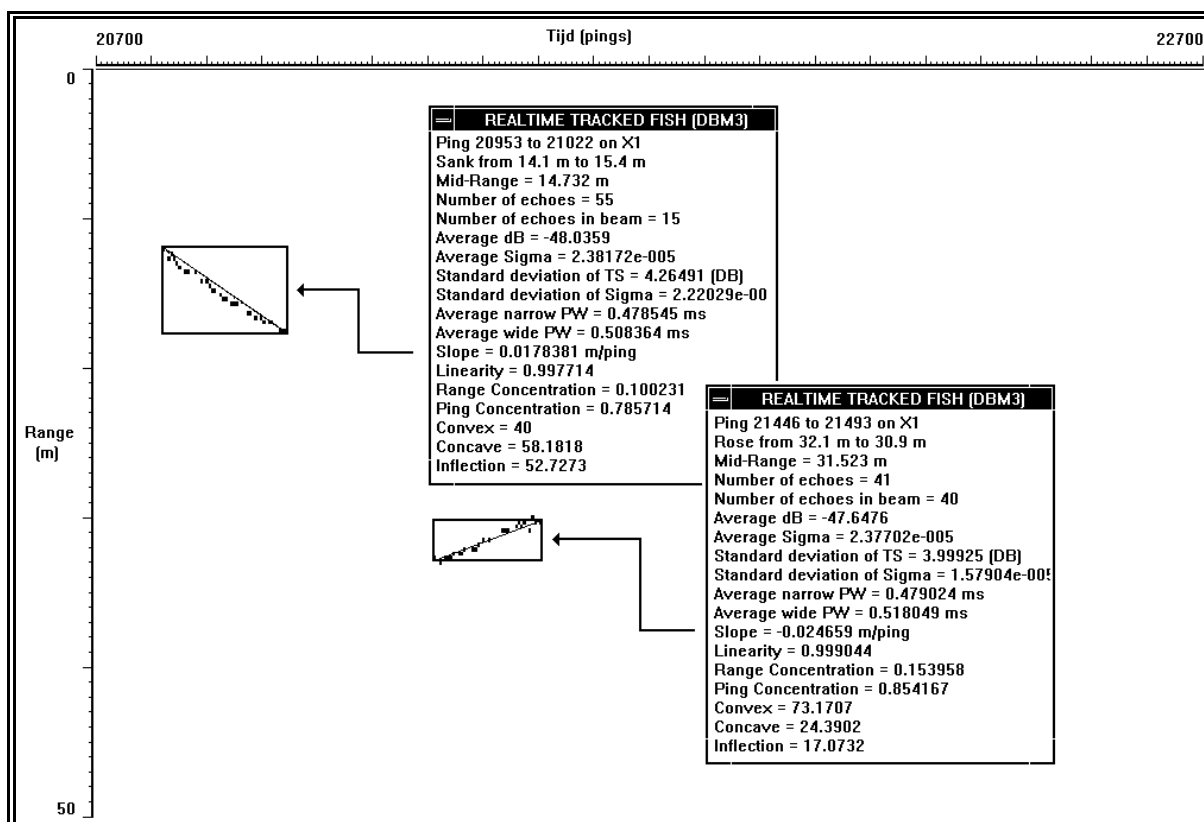
$TSd = \text{target strength (dB)}$

$L = \text{lengte van de vis (cm)}$

$f = \text{frequentie (kilohertz)}$

De lengte van een vis wordt overigens niet bepaald aan de hand van één echosignaal. Alleen een serie signalen kan uitsluitel geven of we werkelijk te maken hebben met een vis. De lengte wordt

bepaald aan de hand van de gemiddelde target strength van alle signalen, die worden beschouwd als afkomstig van één viswaarneming. Zoals in figuur 4 is weergegeven is de target strength van de vissen bepaald aan de hand van 15 ("in beam") en 40, afzonderlijke metingen.



**Figuur 4** Voorbeeld van een echogram met twee vissporen. De geluidsbundel is in dit voorbeeld met de stroom mee gericht. Een positieve waarde voor de "slope" betekent dat de afstand tot de geluidsbron, in de tijd, groter wordt. Met andere woorden, de vis zwemt met de stroom mee. Het onderste spoor correspondeert met een vis die tegen de stroom inzwemt. De waarden voor de Average dB zijn een maat voor de afmeting van de vis in decibel. De omrekening naar de fysieke lengte van de vis gebeurt met de vergelijking van Love (vgl. 1).

Aan de hand van de lengtebepaling van individuele vissen kan een indruk worden opgedaan van de lengte opbouw van de vispopulatie. De geëigende methode hiervoor is de verdeling van lengtes van individuele vis, in grootte klassen. Hierdoor ontstaat de zogenaamde lengtefrequentie verdeling. De met de sonar bepaalde vislengtes kunnen vervolgens worden vergeleken met de vissen, die daadwerkelijk door de vispassage zwemmen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de resultaten van een fuikbemonsteringen in de vispassage. Deze bemonsteringen worden uitgevoerd in het kader van een biologische monitoring, waarbij gedurende een jaar regelmatig met een fuik de passage wordt bevestigd (Jansen & Kemper 1997).

### 3.2.4 Zwemrichting en snelheid van de vis.

Een gegeven dat van groot belang is voor de monitoring van passerende vis, is wat in figuur 4 is aangegeven met de term "SLOPE". Hiermee wordt de verplaatsing ten opzichte van de transducer geregistreerd in meter/ping. In dit voorbeeld is de verplaatsing van de bovenste vis + 0,178 meter/sec bij een pulse frequentie van 10 pings/sec. De verplaatsing van de onderste vis is - 0,246 meter/sec. Het teken (+/-) geeft voor de bovenste vis aan dat de afstand tot de geluidsbron, in de tijd toeneemt. In dit voorbeeld is de geluidsbundel met de stroom mee gericht, zodat ook de zwemrichting in dit

geval met de stroom mee is. De vis die wordt weergegeven met het onderste spoor, zwemt juist tegen de stroom in. N.B. Deze verplaatsing moet niet worden verward met de zwemsnelheid van de vis, omdat rekening gehouden moet worden met de stroomsnelheid van het water.

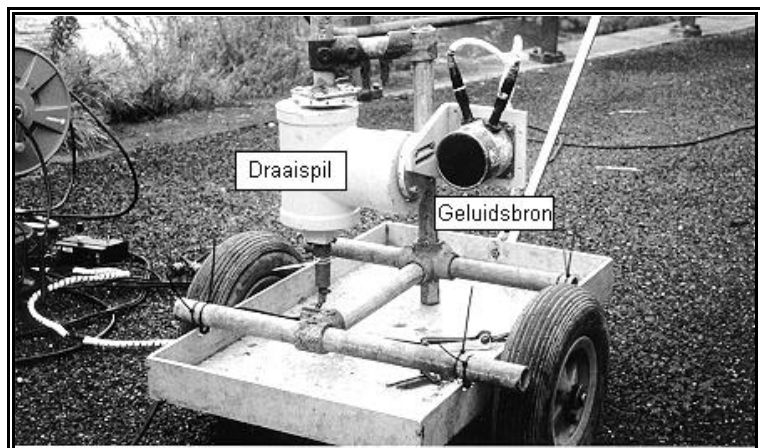
De relatieve stroomsnelheid is voor dit experiment afgeleid van het waterpeilverschil tussen de oost en westzijde van de vispassage. De gegevens zijn betrokken van de meetdienst van Rijkswaterstaat Noord-Holland.

### 3.2.5 Tijdstip dat de vis passeert.

De registratie van het moment dat een vis passeert staat min of meer los van de typische sonarwaarnemingen, maar zijn niettemin van essentieel belang voor de resultaten. Twee belangrijke aspecten die hiermee worden belicht zijn het verloop van het aantal passanten in de tijd en de dag- nacht ritmiek van vissen. De verwerking van het laatste aspect behoeft enige toelichting. Met de dag- nacht ritmiek wordt nagegaan of er bij de Oranjesluizen sprake is van een verloop in de activiteit van vis, gedurende een etmaal. Als er veel vis met de sonar wordt waargenomen, wordt dit geïnterpreteerd als een periode met hoge activiteit. Om dit inzichtelijk te maken zijn alle waarnemingen, die tussen 00:00 u en 01:00 zijn verzameld, gesommeerd in uurklasse 1. Waarnemingen, die tussen 01:00 u en 02:00 u zijn verzameld, zijn gesommeerd in uurklasse 2. Enzovoorts tot uurklasse 24. Op deze wijze wordt een overzicht verkregen van het aantal waarnemingen op een bepaald moment van de dag.

### 3.3. Opstelling van de sonarapparatuur.

Voor de opstelling van de sonarapparatuur is gebruik gemaakt van een trolley boven de vispassage. Deze trolley was oorspronkelijk door de meetdienst van RWS opgesteld om gelijktijdig met de sonarwaarnemingen in oktober 1997, metingen in de vispassage uit te voeren. Deze zijn echter tot 1998 uitgesteld. Vanaf de trolley is de geluidsbron op een draaispil in het midden van de waterkolom geplaatst. Met behulp van de elektrisch aangedreven draaispil kan de geluidsbundel in horizontale en verticale richting worden gepositioneerd, zodat het contact van de bundel met het wateroppervlak, de bodem en de wanden minimaal is. In figuur 5 is de draaispil en de transducer afgebeeld, zoals deze op locaties in het veld wordt ingezet.



**Figuur 5** Transducer (geluidsbron) van de sonar op een elektrisch aangestuurde draaispil. De draaispil doet dienst om de geluidsbundel onder water in de juiste positie te manoeuvreren.

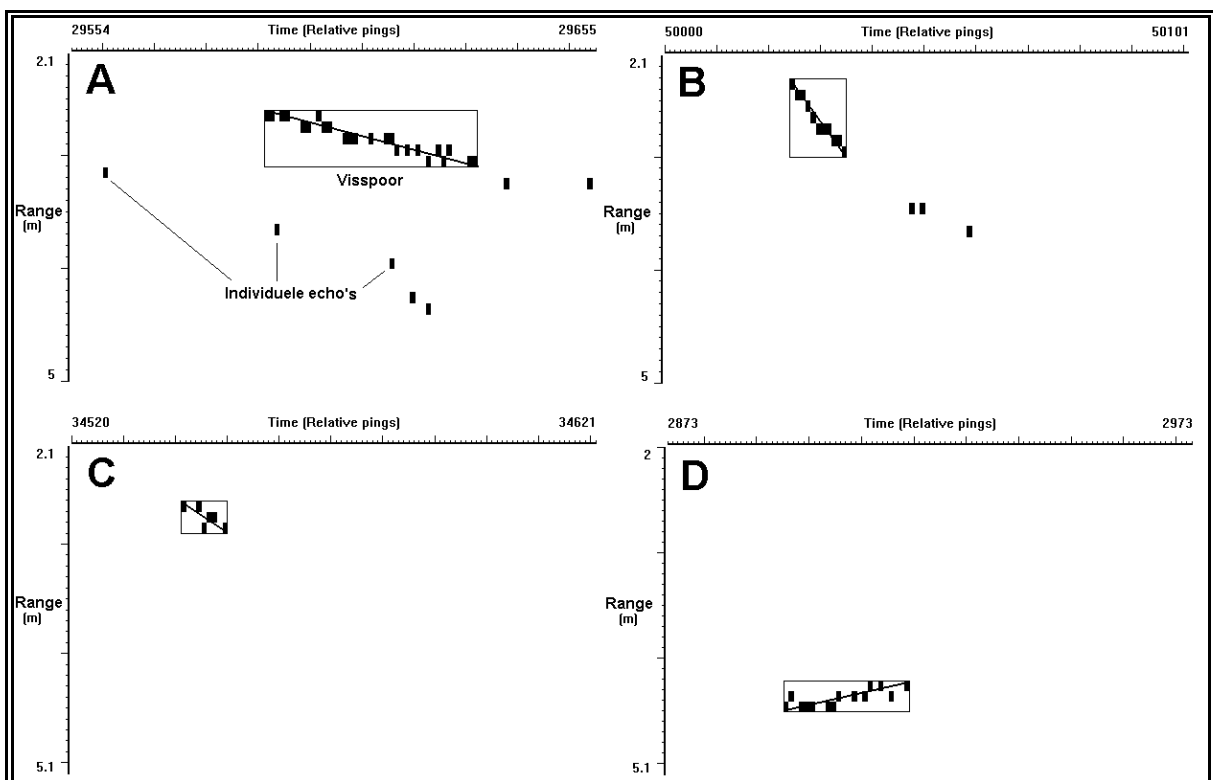
De mogelijkheden om de transducer in de vispassage te plaatsen, waren beperkt door het onderzoek "Biologische monitoring vispassage Oranjesluizen te Schellingwoude" (project RWS/OVB 1996-24). Dit onderzoek wordt tevens in opdracht van RWS uitgevoerd. Hiervoor wordt één- à tweemaal per week een fuik in de passage neergelaten. De transducer kon hierdoor alleen ter hoogte van de trolley worden geplaatst. Ofwel op ca. 2 m vanaf de instroom vanuit het Buiten-IJ (figuur 1).



## 4 RESULTATEN

### 4.1 Identificatie van vis in de vispassage

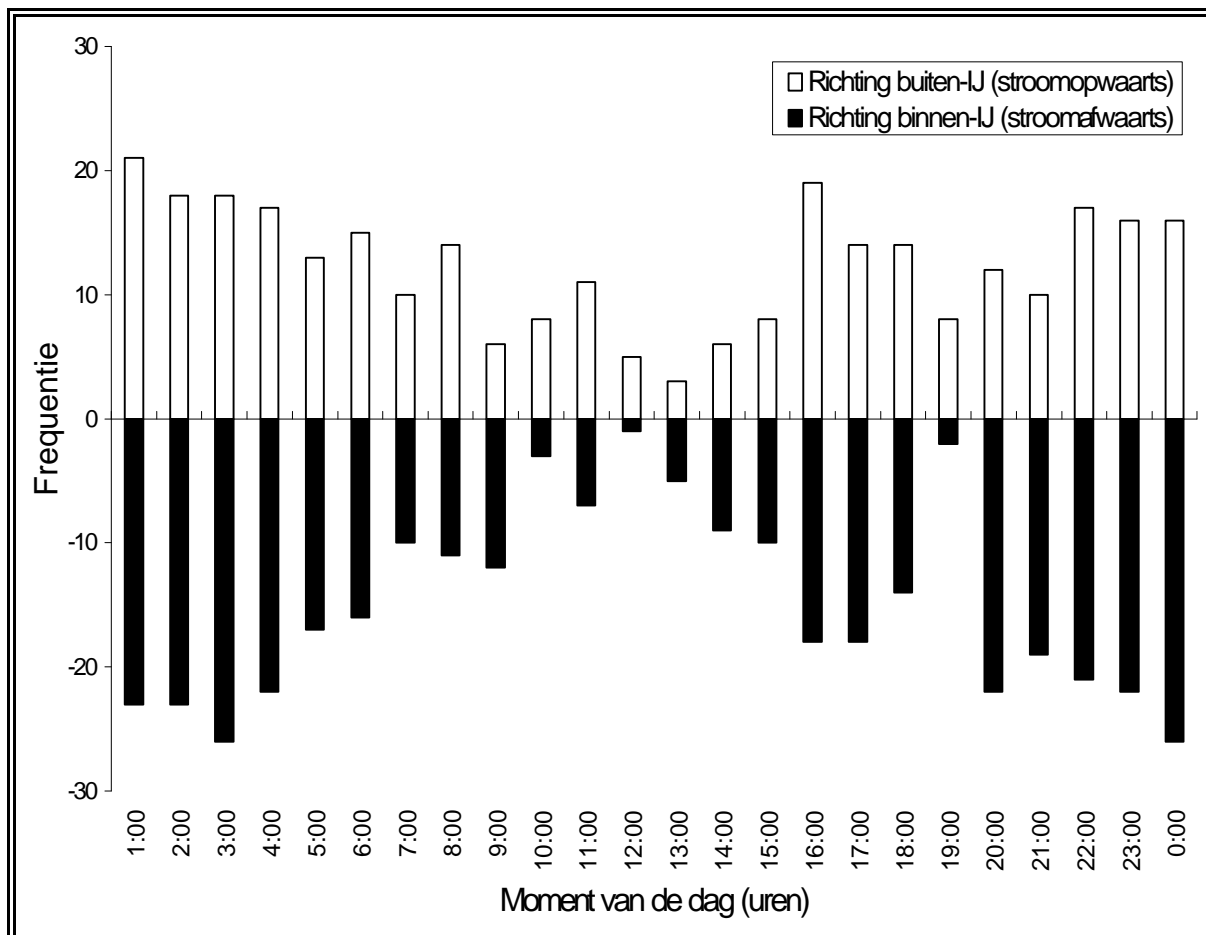
Ter vergelijking met de optimale sonarwaarnemingen, zoals die in het voorbeeld van de Haringvliet-sluizen (figuur 4) zijn weergegeven, zijn er in figuur 6 vier representatieve waarnemingen gepresenteerd. De range waarbinnen waarnemingen konden worden gedaan liep van 2 tot 4,5 meter. Analoog aan het voorbeeld was de geluidsbundel in de vispassage met de stroom mee gericht. De sporen in de voorbeelden A, B, en C betreffen daarom vissen, die zich met de stroom mee, door de vispassage hebben verplaatst. In echogram D zwom de vis tegen de stroom in. De sporen zijn over het algemeen kort in vergelijking tot de sporen uit het voorbeeld van figuur 4.



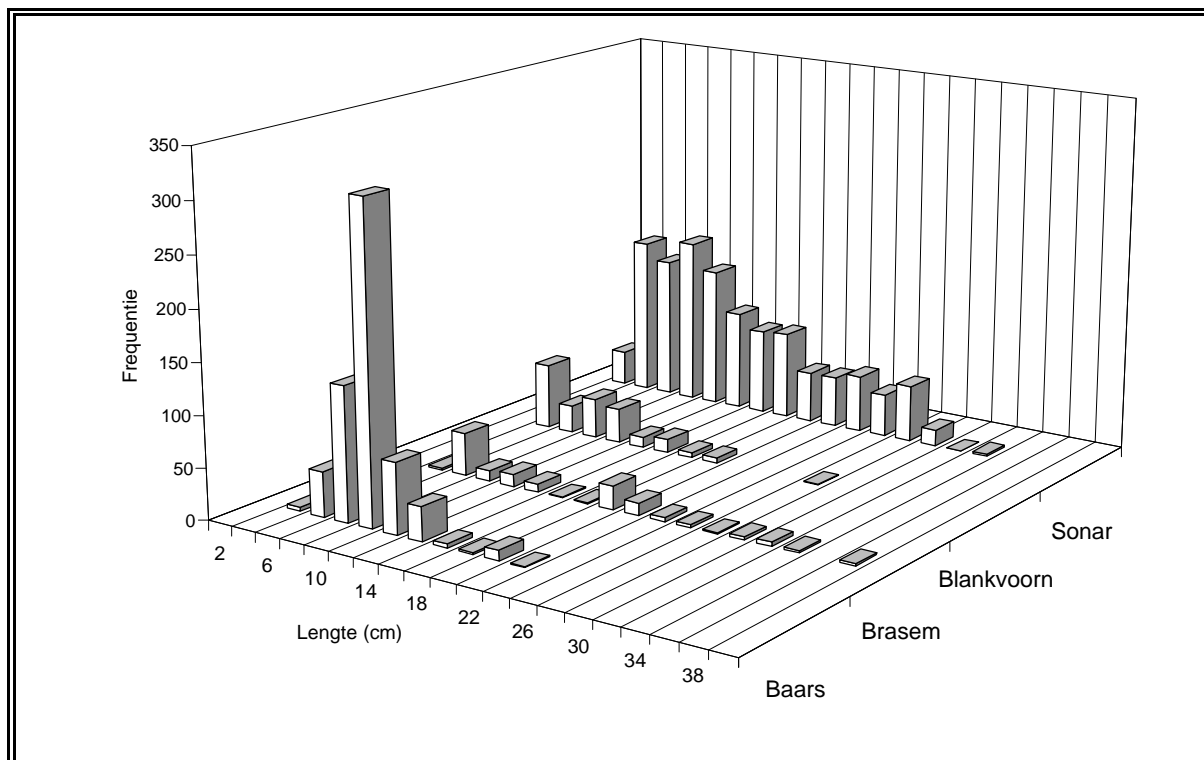
**Figuur 6** Echogrammen van vier representatieve vissporen, zoals deze met de sonar in de vispassage zijn waargenomen. De sporen A, B en C zijn afkomstig van vissen, die met de stroom mee door de vispassage zwommen. Het spoor in echogram D representeert een vis, die tegen de stroom in, door de vispassage is gezwommen.

### 4.2 Dag- nachtritmiiek

In figuur 7 is een overzicht gegeven van de verdeling van het aantal waarnemingen, zoals dat gemiddeld over de dag kon worden waargenomen. Hiervoor zijn alle waarnemingen gebruikt, die zijn verzameld. Er is onderscheid gemaakt tussen de waarnemingen, die betrekking hebben op de vis die tegen de stroom in door de vispassage naar het Buiten-IJ zijn gezwommen (boven de X-as), en de vissen die zich met de stroom mee, in de richting van het Binnen-IJ hebben verplaatst.



**Figuur 7** In deze figuur is het gemiddelde aantal waarnemingen, verdeeld over de dag weergegeven (zie toelichting § 3.2 alle waarnemingen gebruikt, die tijdens het onderzoek zijn verzameld).

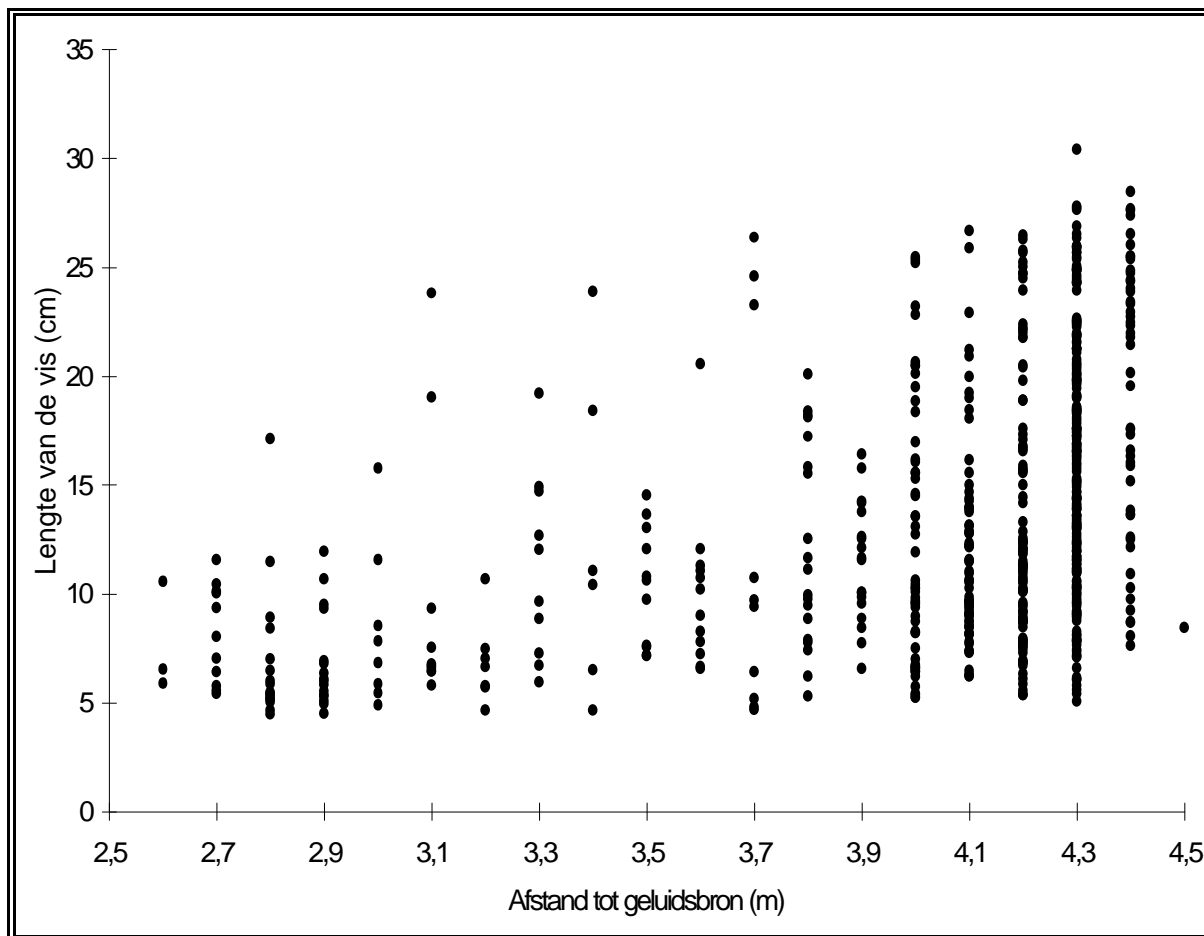


**Figuur 8** Lengtefrequentie verdeling van de drie meest talrijke soorten zoals die in juli en augustus in de fuiken zijn gevangen. Daarnaast zijn de lengtegegevens gepresenteerd, zoals deze met de sonar zijn vastgesteld.

### 4.3 Vislengte gegevens.

In figuur 8 is een lengtefrequentie verdeling gepresenteerd van alle lengtemetingen aan de vissen, die zich door de vispassage hebben verplaatst. De stroomopwaarts en stroomafwaarts zwemmende vissen zijn bijeen genomen, omdat er geen verschil tussen beide groepen was waar te nemen. Daarnaast zijn in deze figuur de lengtefrequentie verdeling van baars, blankvoorn en brasem weergegeven, zoals deze in de maanden juli en augustus in de vispassage met de fuik zijn gevangen.

In figuur 9 zijn alle lengtegegevens uitgezet tegen de afstand tot de transducer. De metingen starten op 2,5 meter van de transducer. Op kortere afstand is het aantal echosignalen per visspoot zo kort dat er fouten optreden in de bepaling van de zwemrichting en het formaat van de vis.



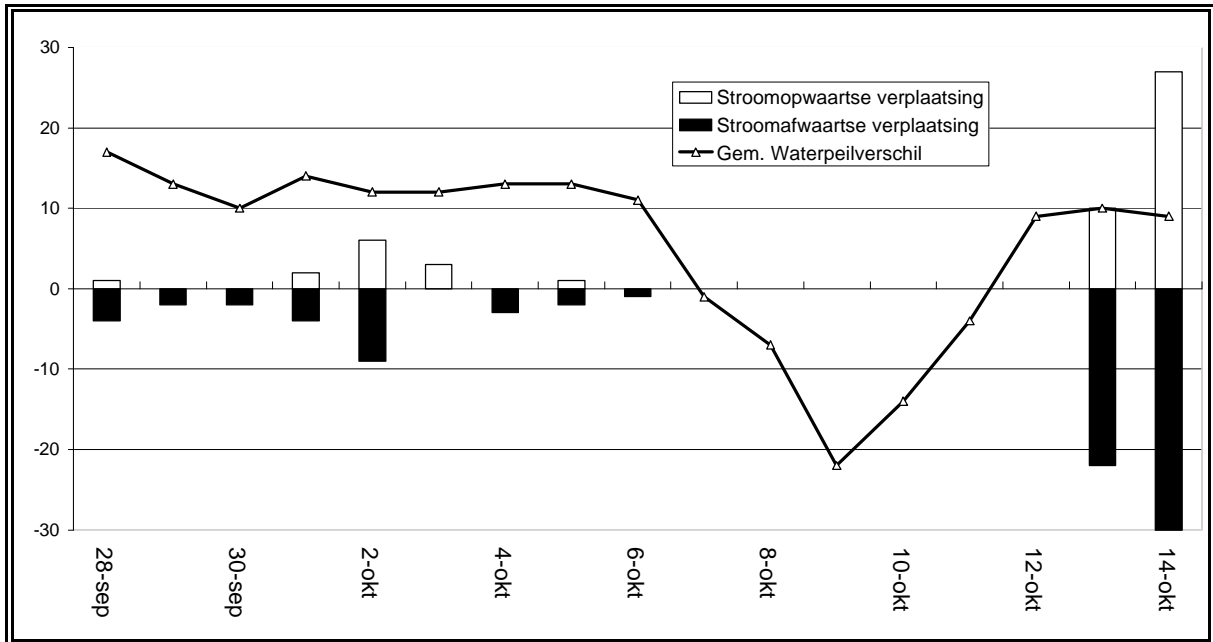
**Figuur 9** Overzicht van alle lengtemetingen, uitgezet tegen de afstand vanaf de transducer, waar de vissen zijn waargenomen.

#### 4.4 Verloop in de hoeveelheid gepasseerde vis door de passage

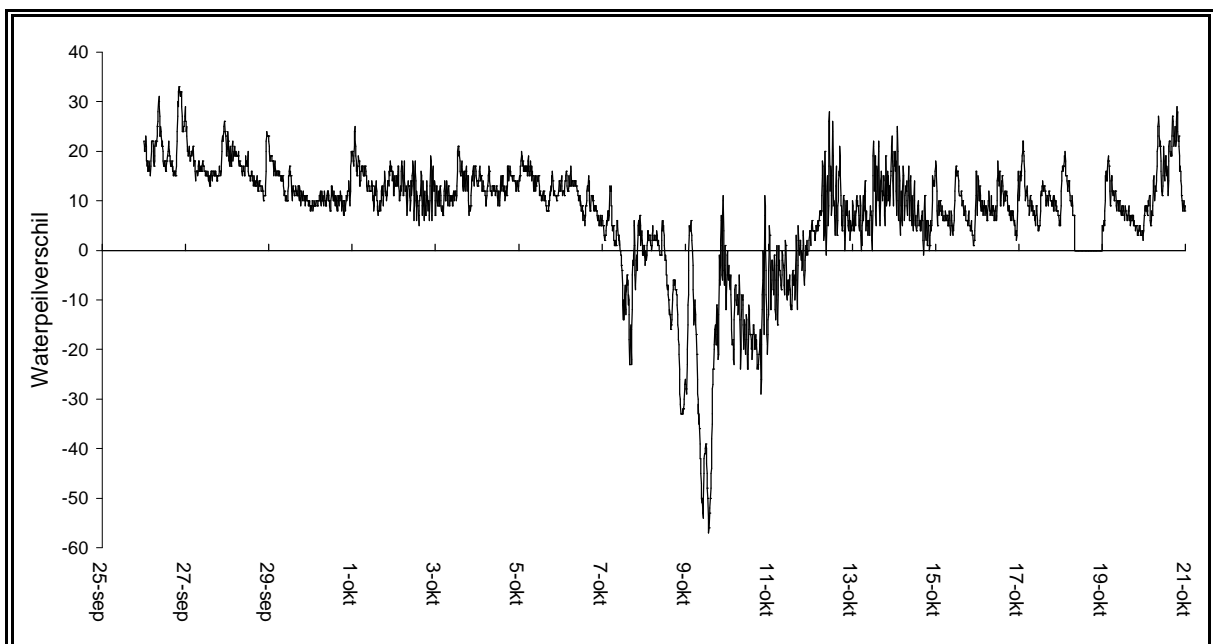
De schuif in de vispassage is alleen geopend geweest op het moment dat het waterpeil aan de oostzijde hoger lag dan het waterpeil aan de westzijde van de passage. Dit was het geval in de periode van 26 september tot 6 oktober en op 13 en 14 oktober. In figuur 10 is het verloop weergegeven van de hoeveelheid vissen die stroomopwaarts zijn gepasseerd (balken boven de X-as) en de vissen die met de stroom mee zijn gevoerd (balken onder de X-as). Met een dikke lijn is het daggemiddelde waterpeilverschil tussen de oost en westzijde van de passage weergegeven als relatieve maat voor de stroomsnelheid in de passage.

In figuur 11 is een overzicht gegeven van het waterpeilverschil op basis van de 10-minuten metingen, zoals deze zijn aangeleverd door RWS.





**Figuur 10** Verloop van de hoeveelheid vissen die zich stroomopwaarts (balken boven de X-as) en stroomafwaarts (balken onder de X-as) hebben verplaatst. Met een dikke lijn is het daggemiddelde van het waterpeil verschil tussen beide zijden van de passage weergegeven.



**Figuur 11** Waterpeilverschil tussen de Oost- en Westzijde van de vispassage, gebaseerd op de 10-minuten metingen van RWS.

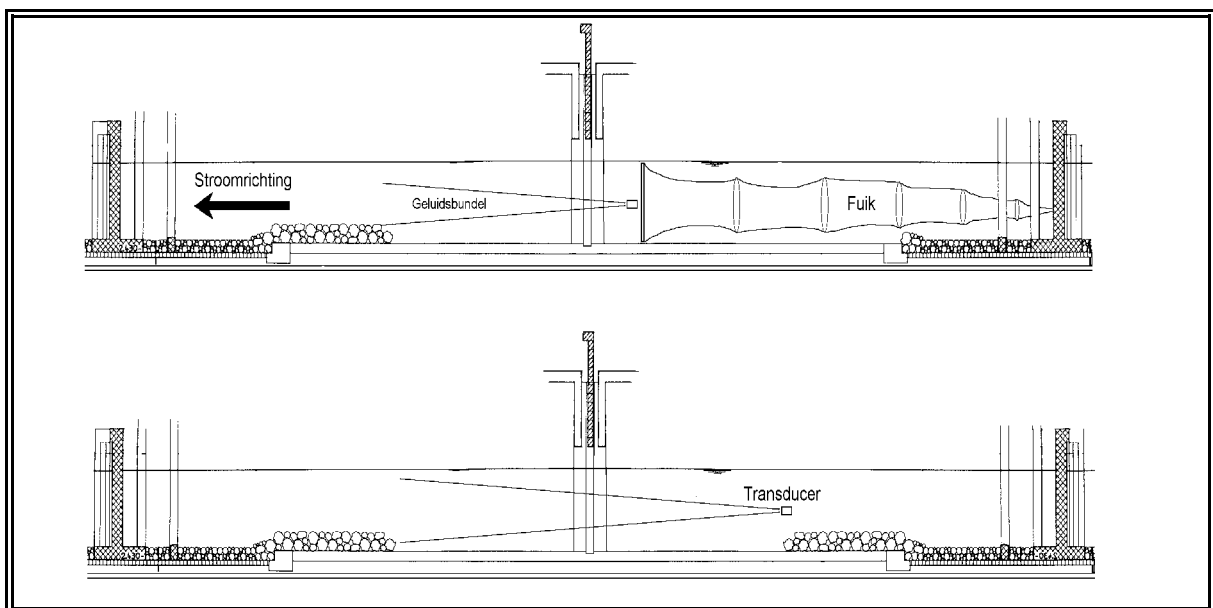
## 5. DISCUSSIE

### Reverberatie

Het belangrijkste aspect van het onderzoek was de bepaling van de reverberatie in de vispassage. De echogrammen in figuur 6 geven duidelijk weer dat er nauwelijks sprake is van hinder door triviale echo's, bij het identificeren van de vissporen. Bij het onderdrukken van de triviale echo's is gebruik gemaakt van een ruisfilter waarbij alle signalen onder een bepaald niveau worden genegeerd

(figuur 2). De consequentie hiervan is dat kleine vissen, die zwakkere echosignalen terugzenden, verloren zullen gaan. Het ruisfilter kan daarom worden gezien als de "maaswijdte" van de sonar. De grens waaronder vissen worden genegeerd, omdat zij wegvallen binnen de achtergrondruis, is direct af te lezen uit de lengtefrequentie verdeling van figuur 8. De kleinste vissen die worden waargenomen zijn vier centimeter. Aangezien de vispassage is bestemd om paarijpe vissen in staat te stellen zich stroomopwaarts naar het buiten-IJ te verplaatsen, is deze "maaswijdte" meer dan fijn genoeg.

Reverberatie van met name de bodem, is de belangrijkste factor die de range van de geluidsbundel beperkt. Naarmate de geluidsgolven zich voort kunnen planten, zonder dat deze in contact komen met wanden, bodem of wateroppervlak, zal de range van de geluidsbundel toenemen. Des te groter de range, des te betrouwbaarder worden de waarnemingen. Een range van ca. zeven meter wordt in dit soort situaties als wenselijk geacht. Door de aanwezigheid van een fuik in de vispassage, waren de mogelijkheden om de transducer te plaatsen, beperkt. In figuur 12 is de situatie in de vispassage tijdens de voorstudie, nog eens weergegeven. Het bereik van de geluidsbundel was hierbij beperkt tot 4,5 meter, doordat op deze afstand de geluidsgolven op de steenstort weerkaatsten. In de toekomstige situatie, als de fuik is verwijderd, zal de transducer meerdere meters stroomopwaarts geplaatst kunnen worden. De stenen, die voor het fuikexperiment zijn verwijderd, worden dan ook weer teruggeplaatst (figuur 12, onder). Als deze op de oorspronkelijke plaats worden teruggelegd (niet te ver naar het midden), blijven de stenen buiten het bereik van de geluidsbundel.

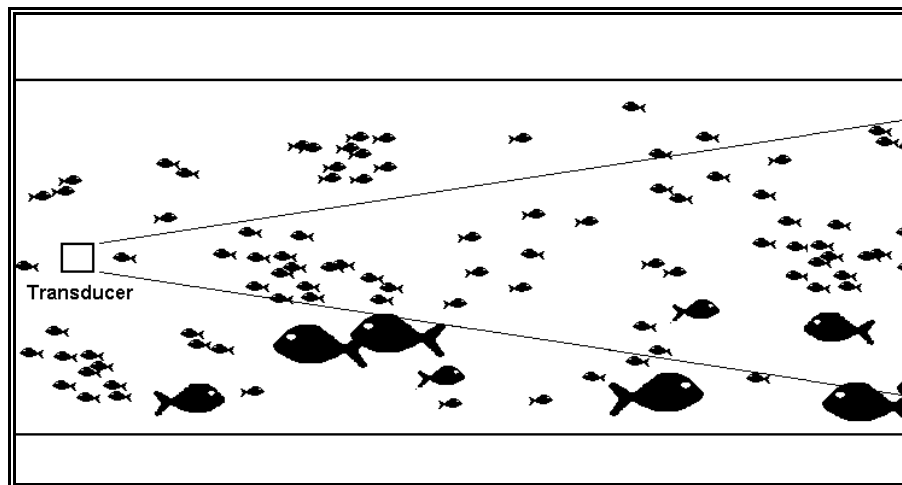


**Figuur 12** Zijaanzicht van de vispassage. In de **bovenste** figuur is de opstelling van de transducer weergegeven in de situatie tijdens de voorstudie. De range van de geluidsbundel is beperkt tot 4,5 meter, als gevolg van de beperkte ruimte tussen de fuik en de steenstort aan de westzijde. In de **onderste** figuur is de opstelling van de transducer weergegeven, zoals deze in de definitieve situatie komt te staan. Het bereik van de geluidsbundel zal dan minimaal zeven meter zijn. Op de plaats van de fuik worden de stenen teruggeplaatst, ten behoeve van de stroomopwaarts trekkende vissen.

### Lengtegegevens

In figuur 8 is te zien dat de sonarwaarnemingen redelijk overeen komen met de resultaten van de fuikvisserij. Van de drie meest talrijke soorten, die in de fuik zijn gevangen (baars, brasem en blankvoorn), zijn vrijwel alle individuen tussen de vier en twaalf centimeter lang. Deze lengteklassen zijn duidelijk herkenbaar in de lengtefrequentie verdeling van de vissen, die met de sonar zijn waargenomen. Opmerkelijk is echter dat in vergelijking met de fuikvangsten, er met de sonar veel meer grote vis wordt waargenomen (14-32 cm). Alleen van brasem is er in de fuik een bescheiden

hoeveelheid vis gevangen, die groter is dan 15 centimeter. Deze discrepantie kan goed worden verklaard aan de hand van de selectiviteit van de fuik. Vooral bij tegenstrooms opgestelde fuiken, kunnen grotere exemplaren snel door de fuik worden afgeschrikt. De vissen zullen daardoor omkeren en zich weer met de stroom mee af laten zakken.



**Figuur 13** Vermoedelijke verdeling van de vis, zoals deze zich door de vispassage verplaatst. Kleine vis verplaatst zich via de hele waterkolom, terwijl de grotere exemplaren dicht bij de bodem blijven.

Figuur 9 is gepresenteerd, omdat deze indirect een beeld geeft van de wijze waarop vissen zich door de vispassage verplaatsen.

Volgens verwachting neemt het aantal waarnemingen toe naarmate de vissen op een grotere afstand van de transducer worden waargenomen. Dit is het gevolg van de wijder wordende geluidsbundel. Opvallend is echter dat ook de lengterange van de vissen met de afstand toeneemt. Dit kan worden verklaard aan de hand van het beeld, zoals dat in figuur 13 is geschetst. Grotere visexemplaren blijven buiten beeld op het moment dat zij dicht bij de transducer zijn, doordat zij zich meer langs de bodem bewegen. Kleine vis, die zich over de totale waterkolom voortbeweegt, wordt op elke afstand in relatief gelijke mate waargenomen.

#### **Dag- en nachtritmiëk.**

De ritmiëk, zoals die in figuur 7 is waar te nemen, is kenmerkend voor vis gedurende een groot deel van het jaar. Bij vergelijkbare studies bij de Afsluitdijk en de Haringvlietdam werden vergelijkbare patronen waargenomen. De activiteit speelt zich in hoofdzaak af gedurende de nacht, terwijl er op het middaguur vrijwel geen vis wordt waargenomen.

#### **Verloop in de hoeveelheid gepasseerde vis.**

Op 13 en 14 oktober zijn aanmerkelijk meer vissen waargenomen, dan in de eerste periode. Het gemiddelde waterpeilverschil (stroomsnelheid) lag toen weliswaar lager, maar het verschil is miniem. Wel is in figuur 11 te zien dat de fluctuaties in de tweede periode veel sterker zijn (Coëfficiënt of variation (V)<sup>1</sup>: 53%) dan in de eerste periode (V: 21%), waardoor de stroomsnelheid op sommige momenten erg laag is. In dat geval zou verwacht mogen worden dat de meeste stroomopwaarts zwemmende vissen bij een klein waterpeil verschil worden waargenomen, en de stroomafwaarts bewegende vis op momenten dat het verschil groot is. Dit kon echter niet worden aangetoond.

<sup>1</sup> Coëfficiënt of variation (V): Standaard deviatie uitgedrukt als percentage van het gemiddelde. (Sokal & Rohlf 1981)

Wellicht sluiten de waterstandgegevens onvoldoende aan op de actuele stroomsnelheid in de vispassage, waardoor het verband bij individuele waarnemingen verloren gaat. Het is daarom van belang om bij een definitieve opstelling gebruik te maken van een stroomsnelheidsmeter in de vispassage.

Een andere mogelijkheid is dat de verhoogde activiteit in de tweede periode het gevolg was van de daling ( $15^{\circ}$  ->  $10^{\circ}$ ) van de watertemperatuur na de eerste periode.

## 6. CONCLUSIES

- ! De mate van reverberatie (ruis), tengevolge van (micro-) luchtballen, staat een adequate identificatie van vis, middels vissporen in het echogram, absoluut niet in de weg.
- ! De reverberatie van de wanden, bodem en wateroppervlak is geen beperking voor het adequaat inzetten van de sonarapparatuur in de vispassage. In de proefopstelling stond een tijdelijke fuikopstelling, een optimale plaatsing van de transducer in de weg. Het bereik van de geluidsbundel werd hierdoor beperkt tot ca. 4,5 meter. Als de fuik, na het experiment wordt verwijderd, is het bereik minimaal zeven meter (figuur 10).
- ! In verband met reverberatie is van belang dat een deel van de vispassage vrij blijft van stortsteen. Het betreft een stuk van enkele meters, onder en achter het schuivengebouw aan de westzijde van de vispassage. Het terugplaatsen van de steenstort aan de oostzijde zal naar verwachting niet interfereren met de geluidsbundel. (Steenstort is een onderdeel van de passage om vis beter in staat te stellen zich stroomopwaarts te verplaatsen.)
- ! Om de verplaatsing van vis in verband te brengen met de stroomsnelheid van het water in de vispassage moet deze, bij een eventuele definitieve opstelling van de sonar, permanent worden gemeten met behulp van een stroomsnelheidsmeter. Naar het zich laat aanzien zijn de verschillen in de waterstand, tussen de oost-en westzijde van de passage, niet geschikt om de actuele stroomsnelheid in de passage te bepalen.

## 7. LITERATUUR

**Jansen, S.A.W. & A.J.P. Raat. 1995.** Advies dimensionering vispassage Oranjesluizen te Schellingwoude. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport **1995-17**

**Jansen, S.A.W. & A.J.P. Raat. 1995a.** Advies optimalisering lokstroom van de vispassage in de Oranjesluizen. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport **1995-22**.

**Jansen S.A.W. & J.H. Kemper, 1997.** Werkplan ten behoeve van de biologische monitoring vispassage Oranjesluizen te Schellingwoude. OVB-Onderzoeksrapport 1997-11.

**Kemper, Jan H. 1996.** Opzet voor een permanente monitoring van vismigratie bij de Oranjesluizen met sonar apparatuur. OVB-Projectomschrijving RWSNH/OVB 1996-03.

**Raat, A.J.P., 1994.** Advies over het optimaliseren van de passage van vis bij de spuicomplexen te IJmuiden en Schellingwoude. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. Project RWSNH/OVB 94-01. OVB-Onderzoeksrapport 1994-27.

**Sokal, R.R., F.J. Rohlf, 1981.** Biometry, 2e druk, Freeman and Company, San Francisco.

<b>Rapport Status</b>	
<b>Titel:</b> Onderzoek naar de toepasbaarheid van sonarapparatuur in de vispassage te Schellingwoude.	
<b>Samenstelling:</b> Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij Postbus 433 3430 AK Nieuwegein telefoon 030-605 8411 telefax 030-603 9874	<b>Auteurs:</b> Jan H. Kemper
<b>Opdrachtgever:</b> Rijkswaterstaat directie Noord-Holland Postbus 3119 P. Mens 2001 DC HAARLEM tel 023-5301620 fax 023-301752	<b>Datum:</b> 23 september 2003
	<b>Project nr.:</b> RWSNH-OVB 1997-42
<b>Projectbegeleiding:</b> Jan H. Kemper	
<p><b>Samenvatting:</b></p> <p><i>Op verzoek van RWS Dir. Noord-Holland is er door de OVB een voorstel (projectomschrijving RWSNH/OVB 1996-03) gedaan voor een permanente vismonitoring met sonarapparatuur in de vispassage te Schellingwoude. Alvorens tot aanschaf van sonarapparatuur over te gaan, is er een voorstudie uitgevoerd om met zekerheid vast te stellen, dat sonarapparatuur in de vispassage, naar behoren functioneert. Het onderzoek heeft zich in het bijzonder gericht op de mate van ruis (achtergrondgeluid) in de vispassage als potentiële bron van verstoring voor de sonarviswaarnemingen.</i></p> <p><i>Een belangrijke bron van ruis (reverberatie) zijn kleine luchtbelletjes, die bij de ingang van de vispassage, in het water terecht komen. Een hoge belletjesdichtheid in het water, kan er toe leiden dat het echogram (figuur 4), als het ware ondersneeuwt met ongewenste echosignalen. Het identificeren van de vissporen in het echogram, kan hierdoor onmogelijk worden. Daarnaast ontstaat er reverberatie, veroorzaakt door echo's vanaf de wanden, de bodem en wateroppervlak in de vispassage. Deze bron van ruis bepaalt de range van de geluidsbundel waarbinnen vis kan worden waargenomen. Een tweede categorie ruis wordt veroorzaakt door fysische factoren, zoals regen, wind, elektrische motoren. Deze speelt echter geen rol van betekenis in dit onderzoek.</i></p> <p><i>De belangrijkste conclusies, die kunnen worden getrokken zijn:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>! De mate van reverberatie (ruis), tengevolge van (micro-) luchtbelletjes, staat een adequate identificatie van vis, middels vissporen in het echogram, niet in de weg.</i></li> <li><i>! De reverberatie van de wanden, bodem en wateroppervlak is geen beperking voor het adequaat inzetten van de sonarapparatuur in de vispassage. In de proefopstelling stond een tijdelijke fuikopstelling, een optimale plaatsing van de transducer in de weg. Het bereik van de geluidsbundel werd hierdoor beperkt tot ca. 4,5 meter. Als de fuik, na het experiment wordt verwijderd, is het bereik minimaal zeven meter (figuur 12).</i></li> <li><i>! In verband met reverberatie is van belang dat een deel van de vispassage vrij blijft van stortsteen. Het betreft een stuk van enkele meters, onder en achter het schuivengebouw aan de westzijde van de vispassage. Het terugplaatsen van de steenstort aan de oostzijde zal naar verwachting niet interfereren met de geluidsbundel. (Steenstort is een onderdeel van de passage om vis beter in staat te stellen zich stroomopwaarts te verplaatsen.)</i></li> <li><i>! Om de verplaatsing van vis in verband te brengen met de stroomsnelheid van het water in de vispassage moet deze, bij een eventuele definitieve opstelling van de sonar, permanent worden gemeten met behulp van een stroomsnelheidsmeter. Naar het zich laat aanzien zijn de verschillen in de waterstand, tussen de oost- en westzijde van de passage, niet geschikt om de actuele stroomsnelheid in de passage te bepalen.</i></li> </ul> <p><i>Ter illustratie van de werking van de monitoring met sonarapparatuur zijn resultaten gepresenteerd van;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>C de lengteopbouw van de vispopulatie, zoals deze met de sonar is waargenomen en met een fuik in de vispassage is vastgesteld,</i></li> <li><i>C de activiteit van de vissen gedurende de dag,</i></li> <li><i>C verloop van de hoeveelheid gepasseerde vis gedurende het onderzoek.</i></li> </ul>	
<b>Bibliografische referentie:</b> Jan H. Kemper, 1997. Onderzoek naar de toepasbaarheid van sonarapparatuur in de vispassage te Schellingwoude. <b>OVB-Onderzoeksrapport RWSNH/OVB 1997-23.</b>	
<b>Trefwoorden:</b> Permanente vis monitoring, sonar	<b>OVB RSN nr:</b> geen
<b>Verspreiding:</b> Opdrachtgever	<b>Aantal pag:</b> 15
<b>Verkrijgbaarheid:</b> In overleg	<b>Klasse:</b> OVB-Onderzoeksrapport