

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

Afdeling: Hoofdafdeling Biologisch Visserijonderzoek
Afdeling Kust- en Binnenvisserij

Rapport: BV 90-01

Onderzoeksmogelijkheden naar de vis-intrek via de Haringvliet-spuisluizen; een voorstudie.

Auteur(s): Drs.W.G. Cazemier

Project: 158

Projectleider: W.G. Cazemier

Datum van verschijnen: maart 1990

Inhoud:

Voorwoord.....	2
1. Inleiding.....	3
2. Overzicht van de vragen.....	4
3. Het voorkomen van anadrome vissoorten in de omgeving van doorlaatwerken.....	4
3.1 Precisering van de vraagstelling.....	4
3.1.1 De doorlaatwerken.....	4
3.1.2 Vissoorten.....	5
3.2 Onderzoeksmogelijkheden.....	6
4. Verhouding intrek via Haringvliet en Nieuwe Waterweg.....	7
4.1 De vraagstelling.....	7
4.2 Forel in Rijn en Maas.....	8
4.3 Onderzoeksmogelijkheden.....	9
5. Het percentage vissen, dat intrekbarières kan passeren.....	10
5.1 De vraagstelling.....	10
5.2 Factoren die voor het onderzoek naar het passeren van belang zijn.....	11
5.3 Onderzoeksmogelijkheden.....	13
6. Mogelijkheden voor verbetering van de visintrek bij de spuisluizen.....	16
6.1 Opmerkingen bij de vraagstelling.....	16
6.2 Problemen voor intrekende vis.....	16
6.3 Onderzoek naar sanering van de knelpunten.....	16
7. Samenvatting en conclusies.....	19
Referenties.....	20
Illustraties.....	24

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

VOORWOORD.

Dit rapport is geschreven voor Rijkswaterstaat (DBW/RIZA), volgens DBW/RIZA opdrachtbon nr. WB 9125-25.

Het is de neerslag van een voorstudie, verricht in het kader van het programma Ecologisch Herstel Rijn (E.H.R.), dat deel uitmaakt van het Rijn Actie Programma (R.A.P.).

In de studie worden onderzoeksmogelijkheden besproken om de (relatieve) intrek van anadrome vissoorten, met name zeeforel, via de Haringvlietspuisluizen te meten. Er bestaan verschillende theorieën en zienswijzen ten aanzien van het probleem van de intrek van zeeforel via deze sluizen, het belang ervan ten opzichte van de migratie via de Nieuwe Waterweg en de spuisluizen van het IJsselmeer en hoe hieraan onderzoek te doen. De ideeën zijn tevens in ontwikkeling.

Van meerdere personen werd schriftelijk en/of mondeling waardevolle informatie ontvangen zoals:

- Omtrent stroomsnelheden bij de Haringvlietsluizen en verdeling waterafvoer via benedenrivieren, van Dir. Zuid Holland van RWS, met name Drs. J.W. van Berghem, Ing. A. van Spijk, Ir. M. van der Linden.
- Informatie over gebruik zendermerken, van Ing. Jansen (TFDL) en Dr. I.G. Priede (Universiteit van Aberdeen).
- Over het voorkomen van zeeforel aan de kust en in binnenwateren, van meerdere beroeps- en sportvissers.
- Betreffende experimenten in Nordrhein-Westfalen van Dr. L. Steinberg en in de Ardennen van Dr. J.C. Philippart.

Voor deze informatie en de hulp van verschillende personen, die over de inhoud van het rapport hebben meegedacht is de auteur zeer erkentelijk.

1. INLEIDING.

De doelstellingen van het RAP en van het EHR-programma worden vooral ingegeven door het streven naar een betere waterkwaliteit in de Rijn. Ten teken van die verbetering en om vorderingen gedurende dit proces te kunnen constateren is het hoogst belangrijk de stand aan milieukritische organismen in de Rijn zoveel mogelijk kansen te geven.

Het volgen van populaties van die organismen kan ons essentiële informatie verschaffen over ontwikkelingen welke zich met betrekking tot de kwaliteit van de Rijn voltrekken.

Vissen spelen hierin een belangrijke rol. Eén van de doelstellingen van het EHR is het herstel te bewerkstelligen van de stand aan anadrome vissoorten, zoals die voorheen in het Rijn-stroomgebied voorkwam. Hierbij ligt de nadruk op zalm.

Naast waterkwaliteit, zijn de waterbouwkundige constructies in de migratiewegen voor vis, van grote invloed op de mogelijkheden tot herstel.

In deze "voorstudie" worden aspecten belicht, welke een rol kunnen spelen bij, c.q. richtinggevend zijn voor, een onderzoek naar de mogelijkheden om stroomopwaarts gerichte migratie van anadrome vissoorten via de Haringvlietspuisluizen, te bevorderen.

De behandeling van de diverse onderzoeksaspecten sluit aan op de vraagstelling, zoals die is verwoord in de beschrijving van het deelproject "Onderzoek naar de invloed van intrekbarrières langs de Nederlandse kust, op de migratie van anadrome vissoorten", door A. bij de Vaate, 6 maart 1989.

De vragen zijn opgenomen in hoofdstuk I.

Bij de bespreking van de onderzoeksmogelijkheden is voor een belangrijk deel uitgegaan van de mogelijkheden welke de aanwezige zeeforel (Salmo trutta trutta L.) als te onderzoeken representatieve vissoort zou kunnen bieden. Deze soort is nauw verwant aan zalm, vertoont een overeenkomstige leefwijze en kan in menig opzicht daarvoor model staan.

Geen rekening is gehouden met het mogelijk nu al bestaan van (gescheiden) voortplantingspopulaties op Rijn en Maas, voor het inschatten van het relatieve belang van de intrepunten aan de kust.

De aantrekkingskracht van o.m. het Haringvliet- (HV) spuisluisen-gebied op anadrome vis, zoals zeeforel wordt geacht te worden veroorzaakt door het gespuide zoete water.

Zoet water wordt ook en meer continu, via de nabijgelegen Nieuwe Waterweg (NW) geloosd ; op jaarbasis is dit ruim 1,5 keer zoveel.

Er zijn allerlei beschouwingen mogelijk over de vraag of er dan dus (?) ook meer anadrome vis door de NW wordt aangetrokken, dan door het HV.

De vissen reageren mogelijk op zoutgradiënten, op kaarten te visualiseren als een stelsel van isohalinen. Deze blijken zowel in horizontale als verticale zin complexe en snel veranderende vormen aan te nemen, o.m. afhankelijk van het getij, windkracht en -richting, waterafvoer en -temperatuur.

De betrokken vissen trekken veelal langs de kust. Over de trekrichting zijn geen gegevens. Komen ze van zuid, dan zal het HV de meest voor de hand liggende intrekplaats zijn, mits er dan een zoutgradiënt valt waar te nemen ; vanaf het noorden komend, zullen ze meer op de NW trekken, als de zoetwater invloed dus bij eb, daartoe aanleiding geeft.

Onderzoek naar verband tussen isohalinen verloop en visintrek lijkt zeer complex, tijdrovend en weinig productief. Het is hier dan ook nog niet in de beschouwingen opgenomen.

2. OVERZICHT VAN DE VRAGEN

De voorstudie dient antwoord te geven op de vraag, welke onderzoeken kunnen leiden tot antwoorden op de volgende vragen:

- a. in welke aantallen en in welke tijden van het jaar komen anadrome vissoorten voor in de omgeving van doorlaatwerken voor het Rijn- en Maaswater,
- b. hoe verhoudt de intrek via een barrière (met name de Haringvlietssluisen) zich tot die via de Nieuwe Waterweg,
- c. welk percentage van een populatie passeert een intrekbarrière in de kustzone bij een normaal beheer van het betreffende kunstwerk,
- d. wat zijn de meest effectieve mogelijkheden voor verbetering van de visintrek bij de spuisluisen, dan wel wat is het effect van een aangepast spuibeheer op de visintrek.

In de volgende hoofdstukken worden de onderzoeksmogelijkheden in de volgorde van bovenstaande vraagstelling behandeld. Daarbij zal getracht worden de perspectieven en de relatieve omvang van de werkzaamheden in de beschouwingen te betrekken.

3. HET VOORKOMEN VAN ANADROME VISSOORTEN IN DE OMGEVING VAN DOORLAATWERKEN.

3.1 Precisering van de vraagstelling.

De volledige vraag luidt:

Welke onderzoeken kunnen leiden tot antwoorden op de vraag, welke aantallen anadrome vissoorten komen in welke tijden van het jaar voor, in de omgeving van doorlaatwerken voor het Rijn- en Maaswater.

3.1.1 De doorlaatwerken.

In een toelichting op de vragen in de projectbeschrijving, worden de volgende "doorlaatwerken" genoemd, die in deze van belang zijn:

- monding Nieuwe Waterweg (open verbinding)
- spuisluisen Haringvliet
- spuisluisen Afsluitdijk (Den Oever en Kornwerderzand)
- spuisluisen Noorzeekanaal

De nadruk moet voorlopig komen te liggen op een vergelijking van de eerste twee locaties: via deze twee wordt namelijk het meeste water geloosd en de mogelijkheden voor visintrek zijn hier het grootst.

Op kaart 1 zijn de spuilocaties aangegeven en figuur 1 geeft een overzicht van de gemiddelde jaarlijkse afvoeren naar zee via deze en enkele andere punten.

3.1.2 Vissoorten

De inheemse anadrome soorten, die voor zover bekend, aangetroffen (kunnen) worden voor riviermondingen, of doorlaatwerken van rivierwater aan de Nederlandse kust, staan in tabel 1.

Tabel 1. Overzicht van inheemse anadrome vissoorten en prikken.

Zeeprík (<u>Petromyzon marinus</u>)	: weinig algemeen
Rivierprík (<u>Lampetra fluviatilis</u>)	: vrij algemeen
Steur (<u>Acipenser sturio</u>)	: uitgestorven
Fint (<u>Alosa fallax</u>)	: aan de kust regelmatig voorkomend
Elft (<u>Alosa alosa</u>)	: zeldzaam
Houting (<u>Coregonus oxyrhynchus</u>)	: uitgestorven
Zalm (<u>Salmo salar</u>)	: zeer zeldzaam
Zeeforel (<u>Salmo trutta trutta</u>)	: vrij algemeen
Spiering (<u>Osmerus eperlanus</u>)	: algemeen
Driedoornige stekelbaars (<u>Gasterosteus aculeatus</u>)	: algemeen

Opmerkingen

Rivier- en zeeprík behoren niet tot de vissen (Pisces), doch tot de rondbekken (Cyclostomata).

Ze hebben echter een anadrome levenswijze, die veel overeenkomsten vertoont met die der genoemde vissoorten. Beide soorten worden regelmatig aan de kust en in de rivieren gevangen; de rivierprík talrijker dan de zeeprík.

Steur en houting zijn sinds decennia niet meer aangetroffen in onze binnenwateren. Heel zelden wordt er op zee nog een steur gevangen. Vangsten van houting langs de kust komen zover bekend niet meer voor. (Nijssen en de Groot, 1987).

Van elft zijn auteur dezes slechts 2 recente vangsten bekend: 18 sept. 1984 uit de Rijn bij Spijk en 17 november 1988 uit de Neder Rijn bij Heteren.

Langs de Nederlandse kust is de elft zeldzaam (Nijssen en de Groot, 1987).

De fint wordt weinig gevangen in de binnenwateren, maar komt aan de kust regelmatig in grotere aantallen voor.

Zalm is in de binnenwateren tegenwoordig zeer zeldzaam. Er zijn de auteur vijf vangsten (na de jaren vijftig) bekend waarvan er drie in Scandinavië waren gemerkt. (Cazemier, 1987) en één op 19 oktober 1988 in een fuik werd aangetroffen in de Oosterschelde (zout !)

(gemeld door Meyer, Bureau Waardenburg). Zie ook paragraaf 4.2 (zalmsmolts).

Langs de kust komt zalm nog sporadisch voor (Nijssen en de Groot, 1987). De soorten rivierprík, zeeprík, fint, zeeforel, spiering en driedoornige stekelbaars komen regelmatig in meer of minder grote aantallen bij spuipunten voor.

Zie ook literatuur de Groot 1988 en 1989.

3.2 Onderzoeksmogelijkheden.

Om te onderzoeken welke aantallen zich in welke perioden van het jaar bij de lozingspunten van rivierwater aan de kust concentreren, moeten bepaalde facetten van de onderzoeksvraag enigszins gerelativeerd worden.

Het bepalen van aantallen bij spui punten kan in de praktijk niet tot de mogelijkheden worden gerekend.

Ten eerste zijn de juiste grenzen van de gebieden bij de bewuste punten niet precies aan te geven, doch dit heeft tevens weinig betekenis, aangezien de omstandigheden bij deze punten erg verschillen, door grootte van het gebied, kustvormen, stroomgeulen en afvoeren.

Het aantal vissen in de omgeving van een spui punt, hangt bovendien af van afvoer, temperatuur, trekdrang, zoals door beroepsvissers wordt bevestigd.

Dit neemt niet weg, dat er wel een redelijk beeld kan worden verkregen van de tijden waarin er concentraties van anadrome vissoorten voor de spui werken aanwezig zullen zijn en om welke soorten het gaat.

De informatie omtrent deze concentraties kan uit 3 bronnen worden verkregen:

- a. beroepsvisserij
 - b. sportvisserij
 - c. gerichte bestandsopnamen
- ad.a - Bij alle 5 spui punten vissen beroepsvissers; deze weten over 't algemeen veel omtrent de gedragingen van de vis in hun gebied, zodat interviews met zoveel mogelijk van hen, al een redelijk beeld op kan leveren.
- Het verzamelen van vastgelegde gegevens omtrent de vangsten in de betrokken gebieden bij beroepsvissers en eventueel vishandelaren of visafslagen.
 - Beroepsvissers hun lopende vangsten laten registreren gedurende een aantal jaren.
- ad.b - Gegevens uit de sportvisserij-wereld zijn in principe op vergelijkbare wijze te verkrijgen als uit de beroepsvisserij, doch het kost waarschijnlijk meer tijd.
- ad.c - Het NIOZ registreert, bijvoorbeeld al decennia lang fuikvangsten aan de zuidpunt van Texel. De gegevens kunnen bewerkt worden; ze zijn niet direct gerelateerd aan visconcentraties bij spui punten, doch zullen waardevolle informatie kunnen verschaffen ter completering van het beeld van de migratie van anadrome soorten in het kustgebied.
- Bij spui punten is met actieve en/of passieve vistuigen en eventueel acoustische apparatuur, een beeld te krijgen van de kwantiteit en kwaliteit van de visstand. Om een indruk te krijgen van de variaties daarin zal er zeker minimaal 3 jaar intensief moeten worden bemonsterd. De methode vergt dan ook een omvangrijke inzet van onderzoekspersoneel en materiëel.

Geen der methoden kan uiteraard een precies antwoord geven op de vraag: hoeveel vissen bevinden zich in bepaalde perioden voor de spui punten.

Frekwent gehouden gerichte bemonsteringen (zie ad. c), zullen vermoedelijk de meest volledige informatie kunnen verschaffen omtrent de fluctuaties in aantallen.

Door de grote onderzoeksinspanning, die dergelijke periodieke, uitgebreide bestandsopnamen vergen, lijkt het alleszins de moeite waard om eerst zoveel

mogelijk de gegevens van de beroepsvisserij en sportvisserij te verzamelen en te analyseren. Daarna kan beoordeeld worden of gerichte bestandsopnamen noodzakelijk zijn. De noodzaak hangt af van de mate waarin uit de visserij gegevens, gerichte trek op de spuisluisen en de Nieuwe Waterweg blijkt. Is deze migratie duidelijk en kan worden aangetoond, dat de cijfers kwantitatief voldoende betrouwbaar zijn, dan zou van gerichte bestandsopnamen kunnen worden afgezien.

Zijn bestandsopnamen wel noodzakelijk dan moet gedacht worden aan een tweewekelijkse kuil (bodem- en pelagische-) bevissingen, gedurende één dag, buiten de HV-sluizen. Dit zou neerkomen op 26 dagen per jaar proefvissen met een onderzoekschip, bemanning (3 personen) en twee opstappers.

4. VERHOUDING INTREK VIA HARINGVLIET EN NIEUWE WATERWEG.

4.1 De vraagstelling.

De volledige vraag luidt: Welke zijn de onderzoeksmethoden, die antwoord kunnen geven op de vraag, wat de verhouding is tussen de vis-intrek via de Haringvlietspuisluisen bij normaal spuibeheer en die via de monding van de Nieuwe Waterweg.

Deze vraag zou in principe voor 6 vissoorten te beantwoorden kunnen zijn (zie paragraaf 3.1.2): Hier moeten echter de nodige kanttekeningen bij worden geplaatst.

De prikken behoren niet tot de vissen, vertonen wel een vergelijkbare anadrome levenswijze, maar staan te ver af van de doelstellingen van het RAP.

De fint komt wel bij spuispunten voor, hoewel de mate waarin, nog nader vastgesteld moet worden (de Groot, 1989 ; MO 89-204).

In het binnenwater wordt hij echter zo sporadisch gevangen, dat er hoogstwaarschijnlijk niet van een duidelijke intrek gesproken kan worden, ook niet via de Nieuwe Waterweg.

Er is verder geen enkele aanwijzing dat de fint ergens in de benedenrivieren nóg of weer paait. De autochtone rivierpopulatie is verdwenen met het onbereikbaar en ongeschikt worden van de paaiplaatsen (de Groot, 1989 ; MO 89-204). De fint is voor dit onderzoek aan onze kust dan ook geen geschikte soort.

Anadrome spiering is na het sluiten van het Haringvliet ook nagenoeg uit het benedenrivierengebied verdwenen (Wiegerinck en Heesen, 1988 ; de Groot, 1989 : MO 89-209 ; Heesen, 1989). Er worden nog kleine aantallen spiering gevangen, dit is zogenaamde binnenspiering, de zoetwatervorm van deze soort. Aanwijzingen, dat anadrome spiering nóg, of opnieuw, in het benedenrivierengebied zou paaien, zijn er niet. Het is derhalve voor het beoogde onderzoek geen geschikte soort.

De driedoornige stekelbaars is geen riviervis en staat ook overigens te ver van de doelgroep " de hogere anadrome soorten" af, om de intrekverschillen aan te gaan meten.

Zeeforel komt (periodiek) bij spuispunten en op de rivieren vrij talrijk voor.

(Cazemier, 1984 en 1988 ; de Groot, 1989 ; MO 88-206/89.1). De soort is nauw verwant aan zalm (belangrijke soort in kader van R.A.P.) en vertoont een sterk overeenkomstige levenswijze. Het lijkt momenteel de enige soort waarmee het onderzoek betreffende "intrekproblemen" kan worden gestart.

4.2 Forel in Rijn en Maas.

Zeeforel komt al sinds mensenheugenis in ons kustgebied en in de rivieren voor. Uit visserijstatistieken blijkt, dat de soort de laatste 100 jaar vrijwel voortdurend in de kustzone gevangen werd, zij het in wisselende aantallen. Ook in het IJsselmeer wordt ieder jaar forel gevangen en sinds de oorlog is de soort kennelijk niet uit het IJsselmeer weggeweest.

Met de grote rivieren is dit anders.

Beroepsvissers hebben verzekerd, dat in 't begin van de jaren zestig, toen de zalm al jaren niet meer gezien werd, de (zee)forelvangsten ook praktisch nihil werden. Ruim 10 jaar was de soort zo goed als verdwenen. Rond het midden van de zeventiger jaren trad een herstel van de forelstand op. Dit werd door beroepsvissers op Waal en Maas opgemerkt, die er toen weer op zijn gaan vissen. Het zouden nakomelingen kunnen zijn van in beken uitgezette forellen.

De opleving van de forelvangsten loopt ongeveer parallel met de zuurstofgehaltenes in de Rijn.

Sedert het eind van de zeventiger jaren wordt er in mei-juni aanzienlijke trek van juveniele (zee)forel stroomafwaarts Rijn en Maas waargenomen en een stroomopwaartse trek van volwassen dieren in juli-augustus (piek-periode) en in november-december ("najaarspiek"). De waarnemingen zijn van beroepsvissers en deels geverifieerd door het RIVO (Cazemier, 1984 ; Cazemier, 1989, Cazemier et al., 1988, Heesen, 1989).

Bovendien worden er in Duitsland (Sieg-, Dhünn- en Lahn-monding) van oktober tot december rijpe forellen aangetroffen (Borchard et al, 1986 ; Klein, 1989 ; Steinberg, mond. med).

Door het visserij-instituut van de deelstaat Nordrhein Westfalen te Albaum, zijn forellen opgekweekt (1984 - heden) uit eieren en hom van in de Sieg en Dhünn gevangen rijpe forellen. In het begin van het smolt-stadium worden ze gemerkt en uitgezet in het Sieg-stroomgebied en in de Dhünn. Van deze groep is, ondanks de vrij kleine kans dat er exemplaren in Nederland gevangen worden, toch een achttal vangsten uit onze wateren gemeld, evenals een drietal zalmsmolts, uit Noorse eieren opgekweekt en eveneens uitgezet in de Sieg.

Vangstplaatsen waren Ketelmeer, IJsselmeer, Nieuwe Waterweg bij Hoek van Holland en bij de zuidpunt van Texel.

Kaart 2 geeft vangstplaatsen.

Het is nog niet duidelijk of het hier om zeeforel gaat, dus forel die in rivieren en beken paait, waarvan de jongen als smolt naar zee trekken en daar opgroeien en nadat ze paairijp zijn geworden, hun geboorterivier opzoeken om zich daar voort te planten.

Er zijn in Duitsland nog geen paaiplaatsen bekend. Het zou kunnen zijn, dat molts, die bij ons in Rijn en Maas worden gevangen, afkomstig zijn van forel standpopulaties (de Groot, 1989: MO 88-206/89.1) of dat de volwassen (zee)forel

die de rivieren optrekt niet in de bovenlopen ervan geboren is, doch uit andere rivieren afkomstig is.

4.3 Onderzoeksmogelijkheden.

Uit onderzoek zal gerichte intrek van zeeforel via de HV sluizen en via de NW moeten blijken.

Het ligt dan voor de hand om te werken met individueel gemerkte zeeforel. Door middel van voornamelijk actieve bevissing (pelagische kuil) wordt zeeforel gevangen in het mondingsgebied van beide wateren, gemerkt en teruggezet.

In HV en NW zijn geen betrouwbare vergelijkende bevissingen op deze gemerkte uit te voeren, daarom zullen terugmeldingen uit het bovenstroomse rivierengebied antwoord moeten geven op de vraag welke de verhouding is tussen de intrek via beide wateren.

Er zijn een paar factoren, die de interpretatie van de resultaten bemoeilijken.

Van zeeforellen welke in Maas of Waal worden teruggevangen en uitgezet waren buiten de H.V. sluizen, zal niet zonder meer bekend zijn, of ze via deze sluizen zijn binnengetrokken, of om de punt van Voorne (Maasvlakte) heen zijn gezwommen, om vervolgens via de NW in de rivieren terecht te komen. Een dergelijke trek vanuit het Europoort gebied naar de Haringvlietmonding ligt minder voor de hand, maar kan niet worden uitgesloten. Analyse van de terugmeldingsgegevens zal hier wellicht meer duidelijkheid verschaffen.

Door de vrij complexe afvoersituatie van de Nederlandse rivieren in het benedenrivierengebied, zijn de kansen, dat beide groepen in gelijke mate de Maas, de Waal of de Lek zullen optrekken welhaast zeker ongelijk. Met de huidige beroepsmatige bevissing zijn de terugvangstkansen ook ongelijk. Deze is in de Maas het hoogst (fuiken en anker kuil beneden stuw Lith).

In de Lek wordt weinig beroepsmatig gevestigd; tussen Schoonhoven en Hagestein is zelfs in 't geheel geen beroepsvisserij. Dit maakt dat gemerkte zeeforellen in deze rivier een veel kleinere kans lopen teruggevangen te worden, dan in de Maas.

De vangstkansen in de Waal zijn ook betrekkelijk gering, gezien de geringe "invloedsfeer" van de staande vistuigen in deze brede rivier.

Er kan zich nog een belangrijke complicatie voordoen, als een aanzienlijk deel van de gemerkte dieren niet onze binnenwateren intrekt, doch mogelijk afkomstig uit buitenlandse rivieren, noord- of zuidwaarts langs de kust gaat migreren. Terugmeldingen uit het kustgebied en buitenlandse rivieren zouden hier uitsluitsel over moeten geven.

Gezien de onzekerheden en de verschillen in vangstkansen, welke hiervoor al gesignaleerd zijn, moet met ruime schattingsgrenzen rekening gehouden worden. Voor de terugvangst wordt hierbij uitgegaan van de huidige beroepsmatige visserij. N.B. Het aandeel van de sportvisserij kan voor zover bekend in het landinwaarts gelegen deel van de rivieren verwaarloosd worden.

Daar de huidige beroepsbevissing te weinig perspectieven biedt, moet gedacht worden aan gerichte extra inzet van beroepsvistuigen.

Onder de stuwen van Lek en Maas zijn de optrekkende vissen het meest effectief te vangen. Bij Lith bestaat een dergelijke visserij, bij Hagestein kan deze wellicht worden gerealiseerd. Beide zullen bij voorkeur van eenzelfde visserijtechniek moeten gebruikmaken, dit vergroot de waarde van de informatie verkregen over de migratie van respectievelijk HV en NW naar deze beide rivieren.

De verhouding, waarin gemerkte vissen worden gevangen, zullen inzicht moeten geven in de verhouding waarmee de beide groepen kans hebben gezien deze rivieren te bereiken.

De visserij in de Waal kan eveneens speciaal voor dit doel wellicht worden uitgebreid.

De verhouding waarin exemplaren van beide uitzetgroepen in de Waal worden gevangen kan een derde schatting van de intrekverhouding opleveren.

De perspectieven van dit onderzoek zijn niet bij benadering in te schatten. Verschillende factoren, die voor het slagen van belang zijn, kunnen zowel positief als negatief uitvallen:

- De vangst aan zeeforellen om te merken dient voldoende te zijn, minimaal ca. 300 per mondingsgebied.
Niet elk voorjaar zal de aanwezige concentratie zich daartoe lenen, bijvoorbeeld door jaarklassterkte verschillen.
- Het mogelijke (totaal-) terugvangstpercentage is niet op voorhand in te schatten, aangezien een dergelijke merkactie met zeeforel onder deze specifiek Nederlandse omstandigheden, niet eerder is uitgevoerd.
- Migratie van zeeforel vanuit de mondingsgebieden van de rivier naar andere richtingen dan stroomopwaarts de rivier kan weinig aan het oplossen van de vraagstelling bijdragen.
Van groot belang zouden terugvangsten in de Duitse Bondsrepubliek zijn, met name uit de mondingen van enkele zijrivieren van de Rijn in Nordrhein Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen en Baden-Württemberg.
Hiermee zou worden aangetoond, dat deze dieren deze zijrivieren (potentiële paaiplaatsen) weer kunnen bereiken en zouden er zeer sterke aanwijzingen voor het bestaan van een Rijn-zeeforelpopulatie zijn verkregen. Voor een mogelijke terugkeer van zalm zou dit van bijzondere betekenis zijn !

5. HET PERCENTAGE VISSSEN, DAT INTREKBARIERES KAN PASSEREN.

5.1 De vraagstelling

De complete vraag luidt:

Welke onderzoeksmethoden kunnen worden toegepast, om antwoord te krijgen op de vraag, welk percentage van een populatie anadrome vissen in staat is, een intrekkbarrière in de kustzône te passeren bij een normaal beheer van het betreffende kunstwerk.

Zoals is aangegeven in hoofdstuk 4, zal de vraag betrekking moeten hebben op zeeforel. De behandeling van de vraag wordt toegespitst op de HV spuisluizen. Onder een populatie moet hier worden verstaan, een groep vissen welke zich op enig moment buiten en in de nabijheid van de Haringvlietsluizen bevindt.

De vraag impliceert, dat op een bepaald moment bekend zou moeten zijn, hoeveel zeeforellen zich buiten de HV sluisen ophouden en tevens hoeveel er daarvan de sluisen zouden "willen" passeren.

Deze feiten zijn niet nauwkeurig te kwantificeren, zoals in paragraaf 3.2 is uitgelegd. Bovendien zijn de groepen zeeforellen die in het voorjaar aan de kust voorkomen,

opgebouwd uit meerdere leeftijdsklassen, waarvan een onbekend deel intensieve pogingen zal doen om via de spuispunten naar binnen te trekken. Uit gesprekken met beroepsvissers en met Salmoniden biologen uit Scandinavië en Ierland komt dit ook naar voren.

Volgens Fahy (Ierland, pers. comm., en F.F.L.P., 1988) zouden niet-paarijpe zeeforellen dikwijls een eindweegs de rivieren optrekken, waaronder veelal exemplaren die niet in het stroomgebied van dezelfde rivier geboren zijn. Als deze dieren echter op paaitrek gaan, zouden ze wel hun geboorterivier opzoeken, zodat er in naast elkaar gelegen rivieren, wel degelijk van genetische gescheiden zeeforel populaties sprake is of kan zijn. Zelfs binnen het stroomgebied van een grotere rivier. Uit Richard (1986) zijn werk komt dit ook duidelijk tot uiting.

5.2 Factoren die voor het onderzoek naar het passeren van belang zijn

Evenals Richard (1986) dat vermeldt voor de rivieren Orne en Touques in Normandië zijn er in onze rivieren twee pieken te onderscheiden in de trek. De eerste treedt op in juni-juli ; volgens Richard (1986) zou dit samenhangen met het bereiken van een temperatuur van 15°C van het rivierwater. Daarna daalt de intrekactiviteit, totdat een hogere waterafvoer na september de trek weer stimuleert (Richard, 1986).

Aan de voorjaar-zomertrek nemen dieren deel van uitéénlopende leeftijden in zeejaren en derhalve van uiteenlopende afmetingen.

Tijdens de herfsttrek, zo vond Richard, migreren relatief veel grotere, rijpe mannetjes. Tegen eind oktober zouden alle mannetjes paairijp zijn en in de loop van november tevens de vrouwtjes, waarvan een groot deel al eerder binnentrekt. Deze waarnemingen stemmen goed overeen met RIVO-waarnemingen aan zeeforel in de Maas (zie ook paragraaf 4.2)

Beroepsvissers bij de Haringvlietsluizen vangen zeeforel ook vooral in genoemde twee perioden. Overigens zou het aantal optrekkende vissen in de voorzomer veel groter zijn, dan in de herfst, hetgeen ook vermeldt wordt door Piggins (1976), die een meer geleidelijke afname van juli tot december waarnam in enkele Ierse rivieren.

Voor zover dus thans bekend, is er in twee perioden per jaar sprake van optrek van zeeforel. Deze dieren krijgen bij de HVsluizen uiteraard slechts de gelegenheid om door te trekken, als er gespuid wordt, afgezien van de stroomsnelheden en andere problemen. Gespuid wordt er bij Boven Rijn afvoeren bij Lobith, gelijk of groter dan 1100 m³/s.

(Rijkswaterstaat, 1984).

Het totaal oppervlak waardoor water gespuid wordt is een functie van de noodzakelijke afvoer. Er zou tweemaal per etmaal maximaal 8,5 uur worden gespuid en de sluisen staan minimaal twee keer 4 uur per etmaal dicht. Een "spui-etmaal" duurt i.v.m. de getijdengolf 25 uur. Zie figuur 2.

Hoelang de sluisen per etmaal openstaan gedurende de voorjaars- en herfsttrek, gemiddeld over een reeks van jaren, zal uit berekeningen van RWS moeten blijken. Tevens zal hieruit moeten blijken tijdens hoeveel etmalen er gemiddeld in die perioden wordt gespuid en met welk doorlaat-oppervlak.

Naast het geopend zijn van de sluisen, is belangrijk, dat de dieren zich op de spui-openingen weten te oriënteren en dat de stroomsnelheid hun fysieke vermogen niet te boven gaat.

Onlangs (1989) verrichte metingen van RWS (v. Berghem, pers. comm.), wijzen erop, dat de waterbewegingen buiten de spuisluizen uiterst complex zijn. De oriëntatie van vis op de spui-openingen zal naar verwachting dan ook bijzonder moeilijk zijn.

De stroomsnelheidsmetingen laten een navenant wisselend beeld zien in de buurt van de woelkom. De snelheid van het uitstromende water bij allerlei debieten en peilverschillen, in de spui-openingen en in de sluiskolken moet nog gemeten worden (v. Berghem, pers. comm.)

Als de vis zich ondanks de complexe waterbewegingen toch naar de spuiopeningen weet te begeven en zich niet laat afschrikken door het onnatuurlijke obstakel op zijn weg en zich vervolgens onder een klep door in een spuiholk wil gaan begeven, dan gaat zijn fysieke kracht vooral een rol spelen. De zwemsnelheid ten opzichte van het water die een vis op een bepaald moment kan ontwikkelen en gedurende een zekere tijd kan volhouden, hangt van meerdere factoren af. Deze zijn o.a. de soort, de afmeting van de vis, de graad van vermoeidheid, de temperatuur, het zuurstofgehalte, de trekdrang. De afstand, die de vis ten opzichte van de bodem kan afleggen, voordat hij uitgeput is, bepaalt of hij een sluiskolk van 60 m lengte bij de gegeven stroomsnelheid, waterbeweging en temperatuur weet door te komen. Het is zeker dat hij aanzienlijk sneller zal moeten zwemmen dan de snelheid waarmee het water hem tegemoet stroomt.

In publicaties van meerdere auteurs zijn opgaven en meningen over zwemsnelheden te vinden:

Arrignon (1976): De stroomsnelheid in een vispassage mag maximaal een derde van de maximale zwemsnelheid zijn; voor salmoniden zou de stroomsnelheid 1.5-2 m/s mogen bedragen.

Beamish (1978): citeert vele auteurs: Hij onderscheidt: sustained-(>200 min), prolonged -(15 sec.-200 min) en burst-swimming (paar sec. - max 15 sec.)
Zeeforel: sustained:? prolonged tot 2,7 l/s; burst: tot 10,5 l/s. Zalm: sustained: tot 0,4 l/s; prolonged: tot 4 l/s; burst: tot 8,4 l/s; l= totale lengte van de vis.

Harden Jones (1968): Snelle zwemmers houden hun maximale zwemsnelheid slechts enkele minuten vol. Deze snelheid in cm/s zou numeriek ongeveer overeenkomen met 10 x de lichaamslengte in cm.

Jens (1982): Citeert verscheidene auteurs. Zalm zou 2 m/s kunnen halen, doch ook 7,0-9,3 m/s. Forel zou 2 m/s kunnen halen, doch ook 9,8 m/s.

Kipper & Mileiko (1962): Zalm kan bij kruissnelheid een stroomsnelheid van 1,5-2,5 m/s overwinnen. Bij de vernauwingen in vistrappen zou de stroomsnelheid maximaal 2-3 m/s mogen zijn voor de zalm.

Lonnebjerg (1980): Citeert Gray (1957): How fishes swim. Scientific American 2: 48-54: Forel van 21 cm haalt maximaal een zwemsnelheid van 1,8 m/s en één van 31 cm maximaal 3,3 m/s.

Orsborn (1986): Zwemsnelheid van beekforel is 1,9 m/s voor meer dan 15 seconden en 3,9 m/s korter dan 15 seconden; van zalm 3,7 m/s langer dan 15 seconden en 7,1 m/s korter dan 15 seconden.

De opgaven lopen nogal uiteen, maar waarschijnlijk kan worden aangenomen, dat de maximale zwemsnelheid van salmoniden in cm/s ligt bij ca. 10 x de lichaamslengte in cm en dit gedurende 15 seconden en dat de kruissnelheid nominaal ongeveer 0,5-3 x de lichaamslengte zal bedragen. Verder moet in verband met het ontbreken van gegevens daaromtrent aangenomen worden, dat het bovenstaande geldt onder gunstige omstandigheden.

Er kunnen beschouwingen worden opgezet over de mogelijkheden, die zeeforellen en zalmen zouden kunnen hebben om door het wegschietende water onder een sluisklep in een sluiskolk te komen en vervolgens de hier heersende stroming te overwinnen, om daarna in het rustige rivierwater van het Haringvliet te geraken. Nu hangt de stroomsnelheid, zowel onder een sluisklep als in een sluiskolk sterk af van het peilverschil. Bij een gegeven peil van het Haringvliet wordt het peilverschil tussen het zoete en zoute water bepaald door het getij, de windrichting en windkracht. Er zijn tijdens de getijdebewegingen korte perioden, waarin de peilverschillen klein tot nihil zijn (figuur 2); het openen en sluiten van de sluiskleppen valt in deze perioden.

De perioden, met een stroomsnelheid van < 2 m duren maar 10 tot 20 minuten volgens voorlopige berekeningen van RWS (zie figuur 5). Wellicht zien zeeforellen kans om in die korte perioden binnen te komen. Ze zullen echter bij het openen van de sluizen nog nauwelijks in die korte periode voldoende zijn aangelokt en bij het sluiten hoogstwaarschijnlijk erg vermoeid zijn van de pogingen om tegen de te (?) sterke stroming op te zwemmen.

Het is dan ook vooralsnog raadzaam om de stroomsnelheden op de cruciale punten onder allerlei omstandigheden te meten. Verder moet empirisch worden nagegaan of zeeforel erin slaagt de sluizen te passeren en zo ja onder welke omstandigheden.

5.3 Onderzoeksmogelijkheden

Zoals in paragraaf 5.2 is benadrukt dienen er allerlei hydrologische metingen in en bij de sluizen te worden gedaan, om althans een deel van de intrekproblemen van vis te kunnen verklaren.

Daarnaast zullen waarnemingen aan vis, zeeforel, moeten worden uitgevoerd. Om passage op zich van de spuisluzen te constateren lijkt het raadzaam, deze waarnemingen in eerste instantie in de spuikolken te doen of althans zo dicht mogelijk bij deze kolken.

Vis, die zich in een spuikolk bevindt kan zowel van buiten als van binnen, van de rivierzijde, erin gezwommen zijn. Er moeten methoden worden toegepast, die twijfel hieromtrent uitsluiten.

Visuele waarnemingen; video-camera's zouden hiervoor mogelijk geschikt kunnen zijn.

De intrek, dus het passeren van de vis via de opening onder de zeewaarts gelegen klep, zou waargenomen moeten kunnen worden evenals de verdere bewegingen van de vis door de sluiskolk.

De mogelijkheden om de doortrek van met zenders gemerkte vis te registreren zouden ook nader onderzocht kunnen worden. Hiertoe zouden grote zeeforellen aan de zeezijde met een acoustische zender moeten worden uitgerust.

Voor het direct volgen van de migratie van vis worden radio- en acoustische zenders gebruikt, in combinatie met de adequate ontvangstapparatuur.

De zenders gevoed door batterijtjes worden bij een vis geïmplanteerd of op het lichaam bevestigd.

Radiozenders worden en kunnen alleen worden gebruikt in zoet water (Priede, 1985). Ze zijn boven water met richtinggevoelige antennes te volgen. Toepassingen worden beschreven in Baril et al., 1986 (zalm), Hawkens et al., 1986 (zalm) en Schramm et al., 1984 (graskarper).

RIVO-proeven in samenwerking met de Technische en Fysische Dienst van de Landbouw (TFDL) toonden aan, dat radio-zenders in het Noordzeekanaal een bereik van slechts een paar meter hebben. TFDL (Ing. Jansen) heeft naderhand vastgesteld, dat zelfs de Rijn bij Wageningen teveel ionen bevat voor een acceptabel bereik van radio-signalen.

Deze was ook daar slechts enkele meters.

Onderzoek met zenders in het kustgebied en in de Rijntakken dient dan ook met een acoustisch systeem te gebeuren, dus gebruik makend van geluidstrillingen. Korte pulstreinen (ongeveer 60 per minuut) met een frekwentie van ca. 70-80 kHz worden opgevangen met een richtinggevoelige onderwatermicrofoon (hydrofoon), aangesloten op een ontvanger met versterker.

In F.F.L.P. (1988) wordt het gebruik van acoustische merken beschreven voor het volgen van jonge zalm die via een smalle rivier trekt. Priede, 1982 en 1985 beschrijft het gebruik voor het volgen van grote zalm in een estuarium. Zijn merken hadden in homogene watermassa's een bereik van ca. 1000 m. Bij zout-zoet gelaagdheid kan reflectie van acoustische signalen optreden, die het bereik sterk reduceert, evenals dit het geval is in erg woelig water of bij veel achtergrond geruis.

Gezenderde zalm werd 7 tot 10 etmalen continu gevolgd met 2 kleine bootjes, uitgerust met apparatuur en bemand met 2 of 3 personen, die om de 12 uur werden afgelost.

Een dergelijk onderzoek vergde daar de inzet van 20 personen, aangezien er regelmatig voor aflossing werd gezorgd, waarvoor een derde boot nodig was en er zelfs een vierde boot met bemanning werd gereed gehouden om veiligheidsredenen.

Solomon en Potter, 1988 en Potter, 1988, rapporteren over methoden om gezenderde zalm in een estuarium te volgen met hydrofoons, opgehangen aan verspreid liggende boeien, waarin zich apparatuur bevindt, die acoustische-signalen omzet in radio-signalen, welke naar een radio-ontvanger aan de wal worden geseind en daar geregistreerd.

Zo'n automatisch luister systeem vergt in een breed estuarium vele boeien met hydrofoons.

Deze laatste zijn rondom gevoelig, dus niet slechts vanuit een bepaalde richting. Het bereik van deze hydrofoons is iets minder dan 200 m.

Op het terrein van acoustische waarnemingsapparatuur voor vis, zijn naast de wat oudere middelen (echo-lood, fish-finder, sonar) nieuwe ontwikkelingen gaande, die op hun mogelijkheden beoordeeld kunnen worden.

Er is met name thans apparatuur in gebruik, waarmee vis, ook in ondiep water "in beeld" gebracht kan worden en onder bepaalde voorwaarden automatisch wordt gekwantificeerd, eventueel naar soort gescheiden.

Ook van deze apparaten worden de acoustische signalen echter gestoord door lawaai, geruis, turbulentie en luchtbellens. Er worden dan ook wel goede echo's mee verkregen in water dat een waterkrachtcentrale of spuisluis binnenstroomt (rustige laminaire stroming) maar het meten aan de uitstroomzijde levert grote problemen op (informatie van fa. BioSonics, fabrikant van hydro-acoustische apparaten, o.m. van de hier bedoelde dual-beam systemen).

Daar waar het water in de spuiholken nog laminair stroomt, is de toepassing van deze acoustische apparatuur te overwegen.

Eraan voorafgaand zal een gedegen indruk van de resultaten van praktijktoepassing moeten worden verkregen, niet in de laatste plaats vanwege de aanschafkosten (in de orde van f. 200.000,-) en de intensieve inzet van geschoold personeel.

Om de passage van vis te registreren worden tevens electrische vistellers gebruikt (zogenaamde resistivity counters) waarvan de toepasbaarheid bij de Haringvlietsluizen zou moeten worden geëvalueerd (F.F.L.P. 1988, Gosset, 1986); vooral het chloride gehalte lijkt een probleem te gaan vormen.

Als directe waarnemingsmethoden, zullen tevens de mogelijkheden van het vangen van vis in de sluis moeten worden bekeken.

Onderzocht moet worden, of een stationair vistuig van netwerk en/of van metaal voor een bepaalde periode in een sluis kan worden geplaatst. Eventueel wordt zo'n speciaal vistuig over een gedeelte van de breedte van een spuisluis gezet en wordt een berekend of empirisch vastgesteld maximaal debiet aangehouden.

Ook methoden van electrisch vissen in de sluisen kunnen op hun bruikbaarheid worden beoordeeld.

Het vangen van vis in de spuisluisen of direct aan de "zoete kant", kan in combinatie met een merkmethode aan de "zoute kant" de zekerheid geven, dat vissen inderdaad van zee uit zijn binnengekomen.

Dat de passage van de spuisluisen voor vis moeilijk is lijkt zeer aannemelijk. Er zal dan ook onderzocht moeten worden welke aspecten van het gehele spuigebeuren de vissen voor problemen stellen.

Stroomrichtings- en stroomsnelheidsmetingen, zoals al eerder aangehaald, zullen hierop waarschijnlijk al grotendeels antwoord geven.

Om te verifiëren of de vis reeds tijdens het zwemmen naar de spui-openingen in moeilijkheden raakt, of pas vlak voor de spui-opening, zullen toepassingen van visuele (video)- of acoustische waarnemingsmethoden moeten worden beproefd.

Om de trek via een sluis direct te constateren en tevens te bepalen in welke mate dit gebeurt, en om welke vis het gaat, lijkt het raadzaam de vangmethoden (in combinatie met merkactie) in, of direct aan de rivierzijde van een sluis, eerst op hun bruikbaarheid te onderzoeken. Mocht één en ander praktisch niet uitvoerbaar zijn, dan komt de visuele methode als eerste in aanmerking.

De bestaande literatuur op het terrein van acoustische en electrische methoden geeft niet de meest recente resultaten. Bedoelde apparatuur is niet in Nederland in gebruik, vandaar dat met ervaren collega's elders over de toepassingsmogelijkheden moet worden overlegd. Dit geldt met name voor de vistellers op basis van electrische weerstandsverschillen en de dual-beam acoustische visopsporings- en registratie-apparatuur.

6. MOGELIJKHEDEN VOOR VERBETERING VAN DE VISINTREK BIJ DE SPUISLUIZEN

6.1 Opmerkingen bij de vraagstelling

De volledige vraag luidt:

Welke onderzoeken kunnen leiden tot antwoorden op de vraag, wat de meest effectieve mogelijkheden voor verbetering van de visintrek bij de spuisluisen zijn, dan wel, wat het effect is van een aangepast spuibeheer op de visintrek.

Er wordt bij de behandeling van de mogelijkheden geen rekening gehouden met de situatie, waarin de spuisluisen permanent geopend zouden zijn. Dit zou voor de vis overigens als de meest gunstige oplossing kunnen worden beschouwd.

Verder wordt aangenomen, dat er in verband met diverse factoren, waarvan de scheepvaart via het Hollands Diep en de verzilting via de Nieuwe Waterweg erg belangrijk zijn, weinig mogelijkheden zijn, om het huidige spuiregiem ingrijpend te wijzigen.

6.2 Problemen voor intrekende vis

De problemen voor de intrekende vis zijn niet eerder dan na onderzoek ter plaatse goed te onderkennen ! Op grond van overwegingen zoals deze in de eerdere hoofdstukken ook al grotendeels aan de orde zijn geweest wordt hier evenwel aangenomen, dat de volgende aspecten voor de vis de voornaamste problemen opleveren:

- a. Het discontinu spuien veroorzaakt door eb en vloed en door wisselende Rijn en Maas afvoer.
- b. Het zeer turbulente water aan de zeezijde van de spuisluisen tijdens het spuien, waardoor oriëntatie op de spuisluisen zal worden belemmerd.
- c. De grote stroomsnelheid (> 2 m/s) van het spuiwater onder de zeeschuif door, tijdens het overgrote deel van een spuiperiode. Deze hangt af van het peilverschil.
- d. De stroomsnelheid in een sluiscolk, die groter is, naarmate er meer water via deze sluis wordt geloosd en het peilverschil groter is.

6.3 Onderzoek naar sanering van de knelpunten

Er worden een aantal, nu te overziene onderzoeksmogelijkheden naar het oplossen van de knelpunten (zie 6.2) besproken. Het is uiteraard niet uitgesloten, dat er zich in de loop van het daadwerkelijk knelpuntenonderzoek meer mogelijkheden aandienen om de intrek te vergemakkelijken.

- ad a) Als niet gespuid wordt kunnen vissen uiteraard niet naar binnen, doch worden ze ook niet gelokt door zoet water. De zout-riolen zullen in dit opzicht weinig invloed hebben, aangezien ze immers gebruikt worden om zoutwater te lozen. Onderzocht zou kunnen worden, of er tijdens perioden dat er niet gespuid kan worden vanwege te lage afvoer, toch zoetwater wordt doorgelaten bij eb, tot een hoeveelheid die maximaal toelaatbaar is, in verband met andere belangen.

De reactie van vis dient uiteraard eveneens nagegaan te worden, als de maatregel wordt geëffectueerd.

Zie hierna voor de mogelijkheden welke een vispassage voor dit probleem zou kunnen bieden.

- ad b) Vissen kunnen zich veel beter oriënteren in een regelmatige, laminaire stroming, dan in turbulent water. De mogelijkheden om door middel van deflectoren, "spoilers", of op andere wijze, het uitstromende water over de woelkom te leiden en minder turbulent te maken, zouden aandacht verdienen. Vis zou zich veel beter op de spuispunten kunnen oriënteren en wellicht via neren rondom de spuistroom, tot vlakbij de openingen kunnen komen.
- ad c) De stroomsnelheid op het punt waar het rivierwater onder de zeeschuif doorschiet is een functie van het peilverschil volgens de formule $v = \sqrt{2gh}$ (v: stroomsnelheid; g : versnelling zwaartekracht; h: peilverschil) volgens Clay, 1961. Zie ook figuur 4.
Het peilverschil tijdens een spuiperiode wordt grotendeels door eb en vloed en rivierafvoer bepaald.

Onderzocht zou kunnen worden of er aan het begin en het eind van een spuiperiode toch misschien mogelijkheden zijn, om bij geen of gering peilverschil de schuiven eerder te openen, c.q. langer open te laten. Het binnendringen van zoutwater vormt in dat geval het grootste probleem (v. Berghem, pers. comm.) en er zal voor de afvoer daarvan een oplossing moeten worden gezocht. Het is overigens niet te verwachten dat een dergelijke aanpassing van het spuien veel ten goede zal kunnen bijdragen, in verband met de toch bescheiden tijdwinst die hieruit verkregen kan worden, voordat de kleppen dicht moeten, of de stroomsnelheid voor vis te hoog wordt.

- ad d) Bij een gegeven, noodzakelijke afvoer, behoort een daarop aangepast totaal oppervlak aan doorlaatopening (Rijkswaterstaat 1984). Dit oppervlak zal gespreid over zoveel mogelijk van de 17 sluizen, per sluis het kleinst kunnen zijn. Het debiet per sluis is dan dus ook zo klein mogelijk en de stroomsnelheid in de sluizen derhalve ook. De effecten op de stroomsnelheid zouden, voor zover niet bekend, onderzocht kunnen worden, waaraan eventueel gekoppeld een onderzoek naar de mogelijkheden die dit aan vissen biedt.
Denkbaar is verder, dat er op de bodem van sluizen constructies worden aangebracht, die vis de mogelijkheid bieden tijdelijk in een stroomluwte uit te rusten.

Verder zouden de mogelijkheden kunnen worden onderzocht, die op de bodem aangebrachte complete Denil-goten of tegenstroomlamellen, zoals in dergelijke goten worden toegepast, kunnen bijdragen aan een verlaging van de stroomsnelheid bij de bodem.

Toepassing van vispassages.

De meest gebruikte oplossing om vissen een blokkade in de migratieweg te laten overwinnen wordt praktisch altijd gezocht in de aanleg van een vispassage, een waterbouwkundige constructie via welke de vissen langs c.q. over het obstakel moeten kunnen komen.

Vispassages bestaan in velerlei vormen, zoals onder meer beschreven in Arrignon 1976, Clay 1961, Heermans 1988, Jens 1982, Kipper et al. 1962, Larinier 1983, Lonnebjerg 1980, Micha 1985, Ombredane et al. 1987, Orsborn 1986.

Ze kunnen worden ingedeeld in 4 hoofdtypen :

- | | | | |
|---|----------------|---|------------|
| - | bekken-trappen | - | vissluizen |
| - | Denilgoten | - | visliften |

Het hangt van allerlei factoren af, welke soort vispassage in een gegeven situatie de voorkeur verdient.

In iedere derde peiler van het Haringvlietsluizencomplex is overigens een vissluis ingebouwd (zie fig. 6). Ondanks deze 6 vissluizen is de intrek van anadrome vis kennelijk (nagenoeg) tot stilstand gekomen, nadat de H.V. werken in 1970 gereed waren. De oorzaken hiervan zijn niet duidelijk.

Aangenomen kan wel worden, dat de geringe waterhoeveelheid die deze vissluizen lozen tijdens spuiperioden te weinig aantrekkingskracht op vis uitoefenen. Overigens zou de functie van deze zogenaamde visriolen in de praktijk onderzocht dienen te worden. Wellicht kan met enige aanpassing een aanzienlijke verbetering worden bereikt. Het is overigens niet te verwachten dat hiermee voldoende voor de visintrek kan worden gedaan.

De extra mogelijkheden van één of meer brede bekken-trappen (in bestaande sluiskolken ?) kunnen daarvoor nader worden gezien. Deze vistrappen zouden in principe tijdens iedere periode, dat het zeewater onder H.V.-peil staat, kunnen functioneren. Ook in droge perioden, bij Boven Rijn afvoeren $< 1100 \text{ m}^3/\text{s}$, zou er dan enig water, in de orde van $10\text{-}20 \text{ m}^3/\text{s}$, beschikbaar moeten zijn.

Tevens zullen de mogelijkheden van een aantal parallel en onder een hoek geplaatste Denil vispassages in de beschouwingen dienen te worden opgenomen.

Tot slot kan gesteld worden dat er nog niet aangegeven kan worden welke van de genoemde mogelijkheden verbeteringen de meeste prioriteit zouden moeten krijgen; eerst moet onderzoek ter plaatse de belangrijkste knelpunten aan het licht brengen.

Dit knelpuntenonderzoek zal minstens moeten bestaan uit:

- 1) Metingen van de huidige vistrek via de H.V.spuisluizen (zie hoofdstukken 4 en 5). Een eerste merkactie om zeeforel-migratie vanuit de mondingen van Haringvliet en Nieuwe Waterweg te bepalen, is gepland in het voorjaar van 1990. Tevens zullen in 1990 de technische mogelijkheden moeten worden gezien voor het meten van de daadwerkelijke trek van vis via spuikolken, door middel van visuele- en vangmethoden, dit in nauwe samenwerking met Rijkswaterstaat.
- 2) Hydrologische metingen om stroomsnelheden en turbulentie-zones vast te stellen, ook in de spuisluisen; aanvulling op de metingen van RWS in 1989, zo mogelijk uit te voeren in 1990, in verband met technische mogelijkheden van vistuigen in de sluiskokers.
- 3) Nagaan van de bewegingen van vissen, welke de spui-openingen vanuit zee naderen, teneinde de mogelijke oriëntatieproblemen te onderkennen. Zo mogelijk uit te voeren tijdens de najaarstrek van 1991.

7. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In het rapport worden mogelijkheden voor onderzoek behandeld, welke kunnen leiden tot inzicht in een aantal vraagstukken, die betrekking hebben op de intrekproblemen van anadrome vissoorten bij de spuisluisen aan de kust, in het bijzonder bij de Haringvliet-(HV) spuisluisen.

Bij de spuipunten aan de kust komen periodiek, als niet zeldzaam aangemerkte anadrome soorten voor: zeeprik, rivierprik, fint, zeeforel, spiering en driedoornige stekelbaars.

Het blijkt dat zeeforel zich thans vrijwel als enige leent voor dit soort onderzoek. Volwassen forellen vertonen namelijk stroomopwaartse trek op de rivieren en jonge dieren migreren in het voorjaar stroomafwaarts. In hoeverre de juveniele dieren afstammen van de optrekkende adulte en volwassen forellen in het binnenwater uit zee komen is nog onduidelijk.

Zeeforel is nauw verwant aan zalm, vertoont een zelfde levenswijze en kan daarom in deze goddeels model staan voor zalm.

In welke aantallen anadrome soorten in de omgeving van doorlaatwerken voorkomen is in de praktijk niet te bepalen bovendien blijken deze aantallen sterk te wisselen. Wel zal kunnen worden nagegaan in welke tijden van het jaar zich concentraties bij spuisluisen voordoen.

De juiste verhouding tussen de mate van intrek van zeeforel via de HV-sluizen en via de NW, is praktisch gesproken niet met de huidige technieken te bepalen.

Het merken van zoveel mogelijk exemplaren bij de mondingen van HV en NW zal, zo moet uit terugmeldingen blijken, het migratie-patroon van zeeforel kunnen verduidelijken. Indien van beide groepen (in een bepaalde verhouding) gemerkte exemplaren in de rivieren worden teruggevangen geeft dit overigens geen zekerheid omtrent de passage via de HV sluisen.

Welk percentage van een groep zeeforellen, die zich buiten de HV-sluizen bevindt, via deze sluisen binnen trekt is niet, of slechts met zeer ruime marges vast te stellen. De omvang van het cohort is namelijk niet te meten, bovendien zal slechts een deel "willen" intrekken, zodat de vraag slechts betrekkelijk relevant is.

Indien echter kan worden aangetoond, dat de intrek verwaarloosbaar klein is of nihil, dan is het antwoord uiteraard duidelijk.

Om deze intrek als zodanig te constateren, c.q. te kwantificeren worden een aantal mogelijke onderzoekstechnieken aangegeven.

Hiertoe behoren: het vangen van vis in de spuisluisen, directe observatie d.m.v. video camera's, acoustische en elektrische waarnemingsapparatuur en het werken met acoustische zenders. Indien één of meer van deze technieken goed toepasbaar is (zijn), zullen hiermee belangrijke metingen kunnen worden gedaan, die o.m. de effecten van aangepast spui-beheer en andere maatregelen kunnen aantonen.

Welke methoden zouden moeten worden onderzocht om de intrekproblemen te verlichten, is uiteraard afhankelijk van die problemen. Deze zijn in feite nog onbekend. Er zijn op dat punt een aantal aannames gedaan, namelijk: discontinue afvoer van zoet water, turbulente spui-stroom, hoge snelheid van de spui-stroom. Deze snelheden zullen overigens nog onder diverse omstandigheden moeten worden gemeten.

Op basis van de aannames worden een aantal mogelijkheden voor verbeteringen aangegeven. Deze zijn in het kort:

- er voor zorgen, dat er tijdens elke periode met lager buitenpeil voldoende zoet water gespuid wordt om als lokstroom te kunnen dienen.
- trachten het turbulente karakter van de spuitstroom zoveel mogelijk te veranderen in laminaire stromingen.
- door middel van aangepast spuien de periode met weinig peilverschil beter te benutten, zodat over langere periode relatief lage stroomsnelheden optreden.
- zoveel mogelijk spuisluisen evenver te openen tijdens spuien, zodat het debiet per spuisluis geminimaliseerd wordt.
- het aanbrengen van zware voorwerpen of constructies van voldoende omvang in bepaalde (alle ?) sluizen, om de vis in stroomluwtes te kunnen laten rusten.
- het installeren van liggende Denil goten of het aanbrengen van stroomvertragende lamellen aan de bodem van (aanvankelijk enkele) spuikokers.

Daarnaast verdient het aanbeveling, de mogelijkheden voor de aanleg van extra vispassages in de vorm van bekkentrappen of Denil-goten te onderzoeken en te trachten de werking van de aanwezige visluizen te optimaliseren.

Aan het slot van paragraaf 6.3 is een overzicht gegeven van het eerst noodzakelijke knelpuntenonderzoek.

Door RWS zou moeten worden nagegaan, o.a. in overleg met het RIVO, in hoeverre technische aanpassingen mogelijk zijn, zoals deze zijn verwoord in bovenstaande "mogelijkheden voor verbetering". Afhankelijk van de uitkomsten van het knelpunten onderzoek kunnen vervolgens mogelijke technische aanpassingen geëffectueerd worden.

REFERENTIES

Arrignon, J. 1976, Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. Gauthier-Villars, Paris, 320 pp.

Backx, J.J.G.M., 1987. Verlies van zoetwatervis uit het Haringvliet door het spuien via de Haringvlietsluizen naar zee.
RIVO rapport, BV 87-04, 46 pp.

Baril, D., P. Gueneau, 1986. Radio-pistage de saumons adultes (Salmo salar) en Loire.
Bull. Fr. Pêche Piscic. 302 : 86 - 105.

Beamish, F.W.H., 1987. Swimming capacity. In: Hoar, W.S. & D.J. Randall (ed's). Fish physiology.
Volume VII : 101-187. Academic Press, Inc., New York and London, 576 pp.

Borchard, B., T. Brenner, L. Steinberg, 1986. Fische in Nordrhein-Westfalen, Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 127 pp.

Cazemier, W.G., 1984. Zeldzame vissen, kreeften en krabben in de binnenwateren. Visserij 37 (3): 117-132.

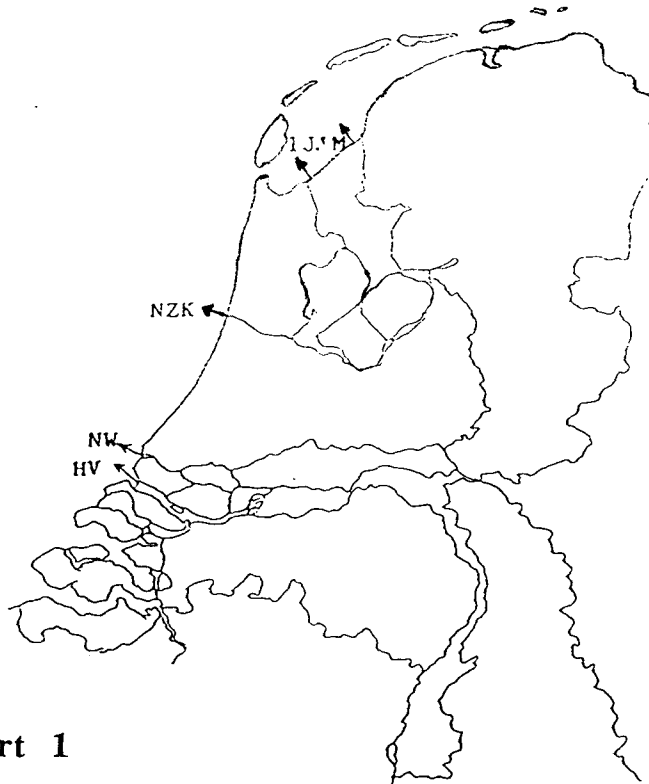
Cazemier, W.G., 1987. Salmoniden in Nederland. In: Jörisen, J (ed.)
De zalm terug in de Maas ? p3-8. Symposium Combinatie Juliana, 1986.

- Cazemier, W.G., 1988. Fish and their environment in large european river ecosystems. The Dutch part of the river Rhine. *Sciences de l'Eau* 7(1): 95-114.
- Cazemier, W.G., 1989. Salmoniden in Nederland. *Biovisie Magazine*, vol. 1989(1): 32-35.
- Cazemier, W.G. en W. Heermans, 1988. Monitoring van de visstand in het Nederlandse deel van de stroomgebieden van Rijn en Maas in 1987. RIVO rapport BV 88-01 : 31 pp.
- Clay, C.H., 1961. Design of fishways and other fish facilities. The Department of Fisheries of Canada, Ottawa, 301 pp.
- Freshwater Fisheries Laboratory Pitlochry (F.F.L.P.), 1988. Annual Review 1987 - 1988, 35 pp.
- Gosset, C. 1986. Présentation et essai d'un compteur à résistivité pour poissons. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 303 : 141 - 151.
- Groot, A.T. de en W.J.M. Muyres, 1980. Visserijkundige waarnemingen vispassages 1975 tot en met 1979. *Visserij* 33 (7/8) : 446-461.
- Groot, S.J. de, 1988. Literatuurstudie naar rekolonisatiemogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn, door riviertrekvisen en echte riviervisen. Deelrapport Houtingachtigen. RIVO rapport MO 88-202 ; 13 + 10 p.
- Groot, S.J. de, 1988. idem. Deelrapport Spiering. RIVO rapport 88-209; 11 + 4 p.
- Groot, S.J. de, 1989. Idem. Deelrapport Elft. RIVO rapport MO 89-203 ; 12 + 3 p.
- Groot, S.J. de, 1989. Idem. Deelrapport Fint. RIVO rapport MO 89-204 ; 10+4 p.
- Groot, S.J. de, 1989. Idem. Deelrapport Forel. RIVO rapport MO 88-205/89. 1; 10 + 2 p.
- Groot, S.J. de, 1989. Idem. Deelrapport Zalm. RIVO rapport MO 88-205/89. 2; 57 + 30 p.
- Harden Jones, F.R., 1968. Fish migration. Edward Arnold Ltd., London, 325 pp.
- Hawkins, A.D., Smith, G.W., 1986. Radio-tracking observations on Atlantic salmon ascending the Aberdeenshire Dee. *Scott. Fish. Res. Rep.* 36, 24 pp.
- Heermans, W. 1988. Overzicht van een aantal barrières en vispassages voor migrerende vis in Nederland, naar de toestand van 1988. RIVO rapport BV 88-03, 12 pp.
- Heesen, M.J., 1989. Monitoring van de visstand in het Nederlandse deel van de stroomgebieden van Rijn en Maas in 1988. RIVO rapport BV 89-01, 37 pp.
- Jens, G., 1982. Der Bau von Fischwegen : Fischtrepfen, Aalleitern und Fischsehleusen. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 93 pp.
- Kipper, Z.M., I.V. Mileiko, 1962. Fishways in Hydro Developments of the USSR. *Isr.Pr.f. Scient. Transl.*, Jerusalem (1967), 57 pp.

- Klein, W., 1989. Die Lahn. ein "reiz"volles Fließgewässer. *Fischökologie-Aktuell* 1 (1): 17-23.
- Larinier, M., 1983. Guide pour la conception des dispositifs de franchissement des barrages pour les poissons migrateurs. *Bull. Fr. Piscis.*, spec. nr. 290 : 39 pp.
- Lonnebjerg, N. 1980. Fishways of the Denil type. Danmarks Fiskeri-og Havundersøgelser, Silkeborg, rapport nr. 1, 107 pp. (in Danish, with Eng. summary)
- Micha, J.C., 1985. Obstacles physiques à la remontée du saumon Atlantique dans le bassin mosan en Belgique. Service de la Pêche de la Région Wallonne : Compte rendu du colloque "Reintroduction du saumon Atlantique dans le bassin de la Meuse" Namur, 69-101.
- Nijssen, H., S.J. de Groot, 1987. De vissen van Nederland. Stichting Uitgeverij van de K.N.N.V., Utrecht, 223 pp.
- Ombredane, D., G. Fontenelle, H. Ohresser, S. Rochepeau, 1987. Le franchissement d'obstacles par les salmonidés migrateurs adultes. Analyse du comportement de saut pour un meilleur aménagement. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 305 ; 67-80.
- Orsborn, J.F., 1986. New concepts in fish ladder design. Part 1 ; Summary. Bonneville Power Administration, Portland, 61 pp.
- Philippart, J.C., A. Gillet, J.C. Micha, 1988. Fish and their environment in large european river ecosystems. The river meuse. *Sciences de l'Eau* 7(1) : 115 -154.
- Piggens, D.J., 1976. Stock production, survival rates and life-history of the sea trout of the Burrishoole River system. *Salm. Res. Trust Ireland Inc.*, Ann. Rep. 20 : 45-57.
- Potter, E.C.E., 1988. Movements of Atlantic salmon, Salmo salar L., in an estuary in South-West England. *J. Fish Biol.* 33 (suppl. A) 153-159.
- Priede, I.G., 1982. An ultrasonic salinity telemetry transmitter for use on fish in estuaries. *Biotelemetry Patient Monitg.* 9 : 1-9.
- Priede, I.G., 1985. Investigations of movements of salmon in an estuary using acoustic oxygen sensing transmitters. In: Cresswell, R. and Bailey, S. (ed.'s): Proceedings of the 16th annual study course, Institute of Fisheries Mangement, University of York; 50-59.
- Richard, A., 1986. Recherches sur la truite de mer Salmo trutta L. en Basse-Normandie. Université de Rennes, 54 + 11 p.
- Rijkswaterstaat , Directie Benedenrivieren, 1984. Lozingsprogramma Haringvlietsluizen 1984. Dordrecht, Rijkswaterstaat; 12 + 14 p.
- Schramm, H.L.Jr., Black, D.J., 1984. Anesthesia and surgical procedures for implanting radio-transmitters into grasscarp. *Prog. Fish-Cult.* 46 (3): 185-190.

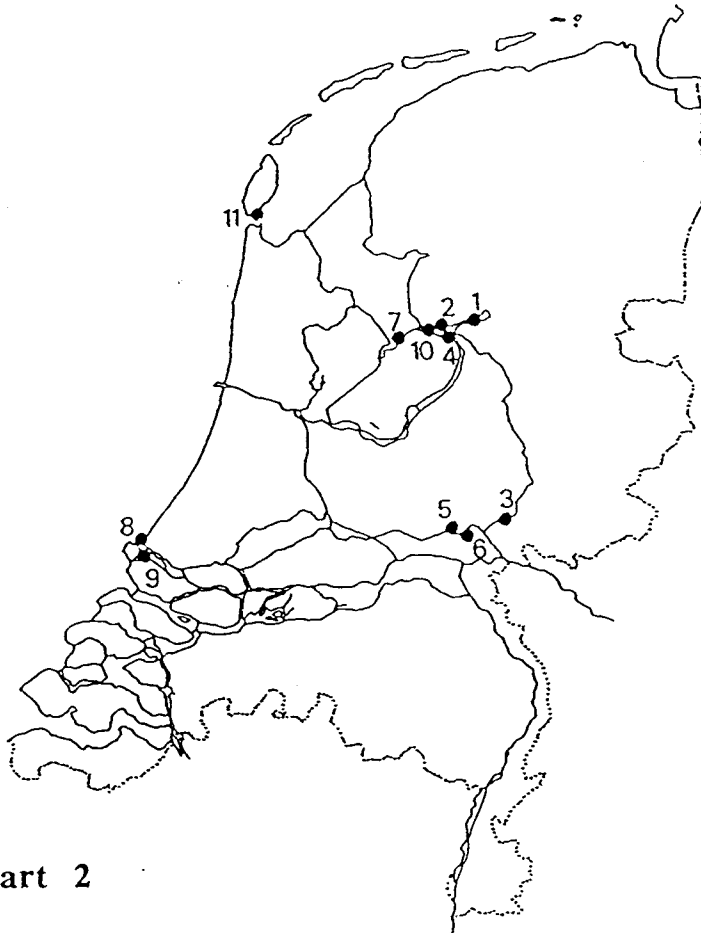
- Smith, G.W., Hawkins, A.D., Urquhart, G.,G., Shearer, W.M., 1981. Orientation and energetic efficiency in the offshore movements of returning Atlantic salmon Salmo salar L. Scott. Fish. Res. Rep. 21, 22 pp.
- Solomon, D.J. and E.C.E. Potter, 1988. First results with a new estuarine fish tracking system. J. Fish Biol. 33 (Suppl.A): 127-132.
- Steinmetz, B., 1975. Resultaten van het visserijkundig onderzoek in het Haringvliet en het Hollands Diep in 1974 en 1975. Visserij 28(7): 474-486.
- Wiegerinck, J.A.M. en M.J. Heesen, 1988. Visserijkundige waarnemingen in het Haringvliet en Hollands Diep in de jaren 1976 t/m 1986. Documentatierapport 31. Ministerie van Landbouw en Visserij, Dir. Visserijen, Den Haag, 42 pp + bijlagen.

ILLUSTRATIES



Kaart 1

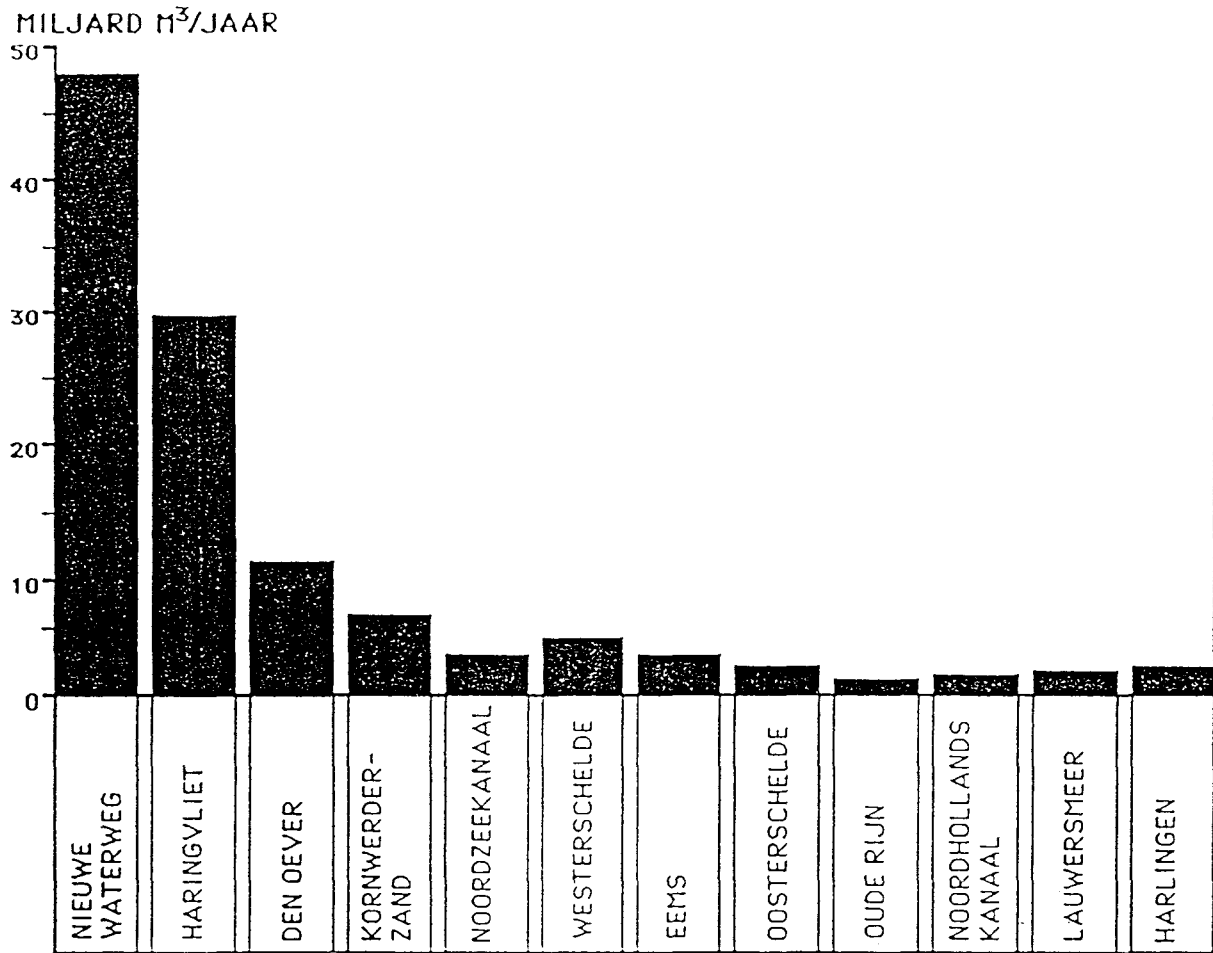
De belangrijkste spui­punten aan de Nederlandse kust



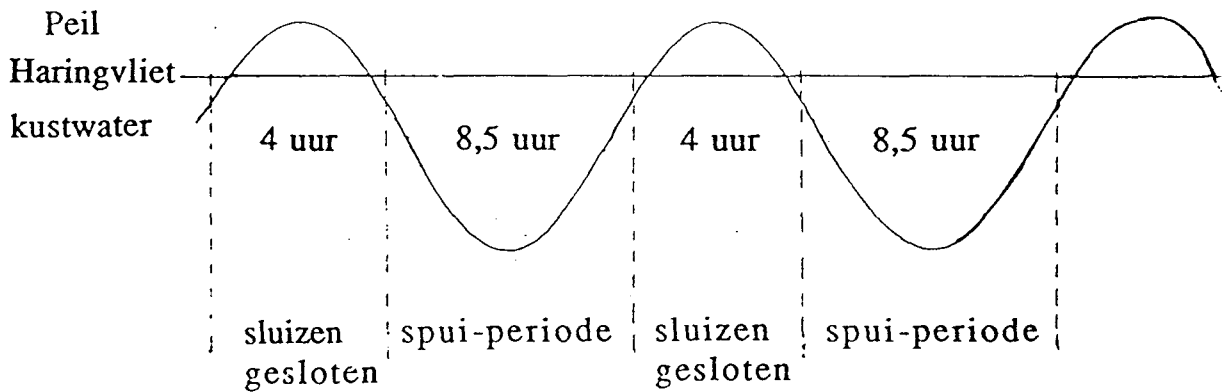
Kaart 2

Plaatsen waar in Duitsland gemerkte en uitgezette jonge zalmen (3,5,6) en forellen (1,2,4,7 t/m 11) zijn teruggevangen.

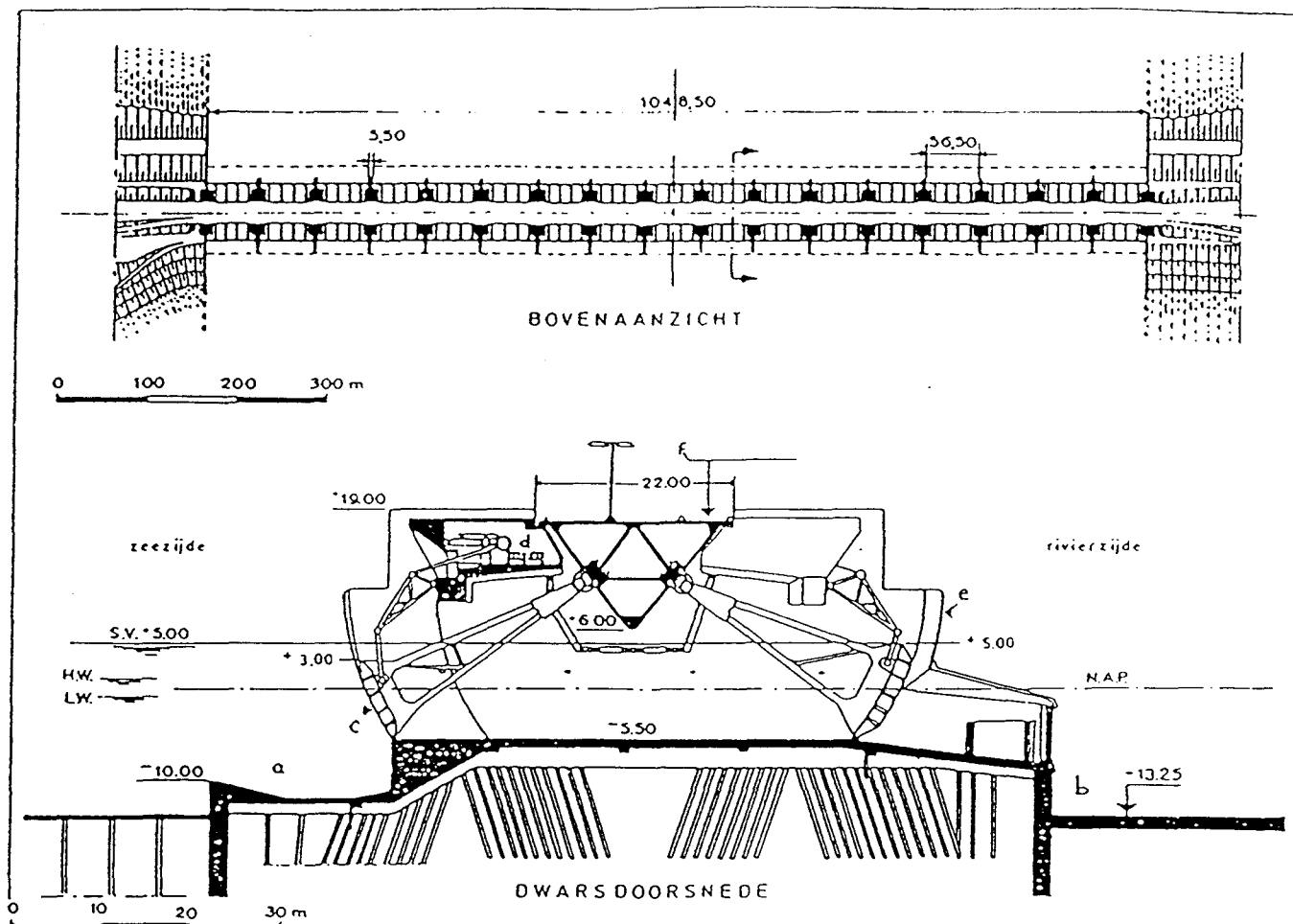
WATERAFVOER NAAR ZEE



Figuur 1
Gemiddelde jaarlijkse waterafvoer naar zee, via de belangrijkste spui-openingen

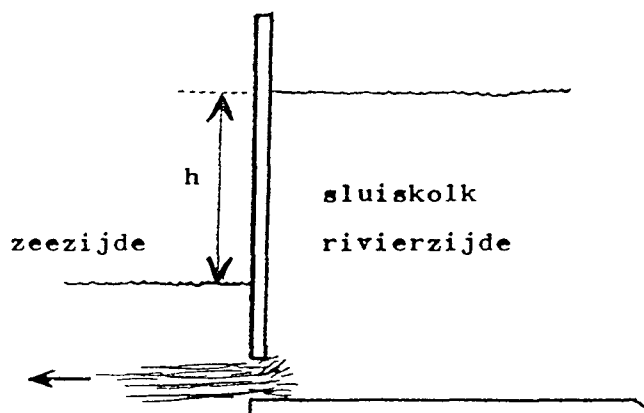


Figuur 2
Peilschommelingen en spuiverloop tijdens de getj-cyclus.-schematisch-



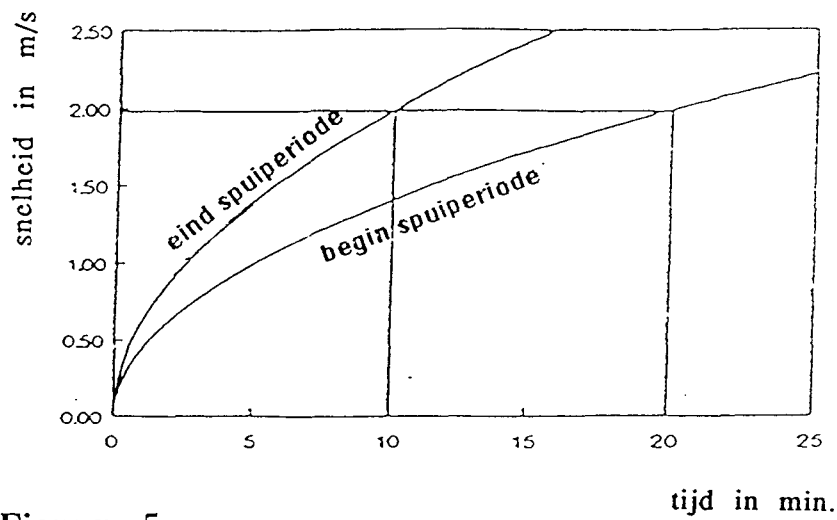
Figuur 3

Bovenaanzicht en dwarsdoorsnede spuisluis,
 naar OTAR 57 (1972) in Backx 1987



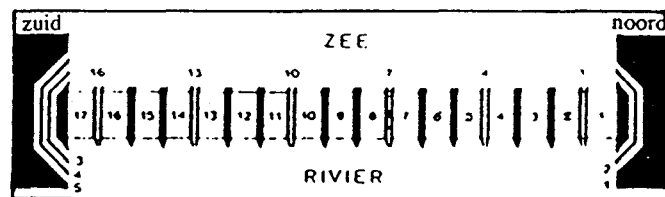
Figuur 4

Lozing rivierwater naar zee via de variabele ruimte
 tussen zeeschuif en sluisbodem; schematisch.



Figuur 5

Stroomsnelheid als functie van tijd na openen sluisdeur (Haringvliet sluisen).



Figuur 6

Bovenaanzicht sluiscomplex met de 17 spuisluizen, vissluizen in de peilers 1,4,7,10,13,16 en de 5 zoutriolen; schematisch. Naar OTAR 57 (1972) in Backx 1987.