

Visdichtheidsbepaling met behulp van sonartechnieken

Jan H. Kemper

Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB)
Postbus 433, 3430 AK Nieuwegein
telefoon (030) 6058411, telefax (030) 6039874

Referaat

Visdichtheid is een moeilijk te meten, maar belangrijk gegeven. Zo is inzage in de visdichtheid van groot belang voor visstandbeheer, als gestreefd wordt naar een bepaald viswatertype. Ook kan de visdichtheid een essentieel gegeven zijn bij het bepalen van schade aan de visstand bij energiecentrales. Tijdens het innemen van (koel-) water kunnen aanzienlijke hoeveelheden vis worden meegevoerd. Tot voor kort stonden in Nederland alleen zeer arbeidsintensieve visserijtechnieken tot de beschikking. Sinds 1993 is door de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, vanuit het buitenland de minder arbeidsintensieve sonartechniek aan toegevoegd.

Inleiding

De Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij heeft als een van haar taken het verrichten van visserijkundig onderzoek. Aspecten die daarbij worden bekeken zijn;

- soortsaamenstelling;
- conditie van de vis;
- lengteopbouw van de populatie en
- visdichtheid.

Daarbij wordt in hoofdzaak gebruik gemaakt van zegens, fuiken, kuilen en electrovisapparatuur. Het meest arbeidsintensieve onderdeel van de visstandbemonstering is het bepalen van de visdichtheid.

De meest eenvoudige wijze is om de hoeveelheid gevangen vis in het bemonsterde oppervlak van de kuil of zegen, te extrapoleren naar het oppervlak van één hectare. Het nadeel van deze methode is dat het schattingsinterval grote marges heeft. Dit wordt voor een deel veroorzaakt door de wisselende efficiëntie van het vistuig. Zo zal er 's nachts en in troebel water meer vis worden gevangen dan overdag en in helder water, als er van uitgegaan wordt dat de visdichtheid gelijk is. Ten slotte kan door de grote inspanning, die deze visserij vergt, slechts een klein deel van het totale oppervlak worden bemonsterd. Betrouwbaarheidsintervallen van meer dan 100% zijn bij deze methode dan ook eerder regel dan uitzondering.

Nauwkeuriger is de merk-terugvangstmethode. Hierbij wordt een bekende hoeveelheid vis voorzien van een tijdelijk merk (vinknip) en teruggezet. Nadat de gemerkte vissen zich over het proefgebied

hebben verdeeld, wordt na enkele dagen een tweede visserij uitgevoerd. Aan de hand van de verhouding gemerkte en ongemerkte vissen kan de visdichtheid worden berekend. Hoewel deze methode veel betrouwbaarder is, is deze alleen van toepassing in relatief kleine wateren. Boven de 500 hectare wordt het ondoenlijk de benodigde hoeveelheid vis te merken.

Sinds enkele jaren is de OVB in het bezit van sonarapparatuur, welke voor twee typen onderzoek kan worden ingezet. Enerzijds is er de sonartechniek die gericht is op het gedrag van individuele vis. Gedacht moet worden aan onderzoek naar vismigratie (Kemper, 1993; 1993a) op de scheiding van zout- en zoetwater, zoals bij de Haringvlietsluizen en de Afsluitdijk. Anderzijds wordt de apparatuur ingezet voor het bepalen van de visdichtheid. Op deze laatste toepassing van de apparatuur zal in dit artikel nader worden ingegaan.

Materiaal & Methode

De wetenschappelijke sonar die wordt gebruikt om vis in zijn natuurlijke omgeving te bestuderen, is te vergelijken met een geavanceerd echo-lood. Een echo-lood maakt gebruik van het tijdsverschil tussen het uitzenden van de geluidspuls en het ontvangen van de echo. Met dit tijdsverschil kan aan de hand van de snelheid van het geluid onder water (circa 1500 meter per seconde) de afstand tot een object, zoals een vis of de bodem worden bepaald. Maar naast de snelheid van het geluid, kunnen ook andere eigen-

schappen van het echosignaal worden bestudeerd, waarmee we meer te weten kunnen komen over ons onderzoeks-object: de vis.

De sonar-apparatuur

In het kort zijn er drie onderdelen te onderscheiden.

- De geluidsbron (transducer), die het geluidssignaal onder water uitzendt en weer opvangt. Transducers zijn er in vele maten en soorten. Zo zijn er transducers die met name in de commerciële zeevisserij worden gebruikt om scholen vis op te sporen. Deze opereren op een zeer lage frequentie, zodat het geluid lange afstanden af kan leggen (kilometers). Om naar individuele vis te kijken wordt gebruik gemaakt van hogere frequenties (100-1000 kHz). Het bereik beperkt zich dan tot circa 100 meter. Daarnaast beschikken deze transducers over twee of meer keramische platen. Eén om het signaal uit te zenden en te ontvangen, terwijl de andere platen het geluid uitsluitend kunnen ontvangen. Het doel van de zogenoemde *dual beam* transducer is dat naast de dichtheid van een school met vis, ook de afmeting van een individuele vis kan worden bepaald. De split beam transducer (4 bundels) is ontwikkeld om de exacte plaats van de vis in de drie dimensionale ruimte te bepalen. Dit type wordt in hoofdzaak ingezet bij onderzoek naar vismigratie.
- De echosounder. Deze geeft het tempo, de duur en de sterkte van het geluidssignaal door aan de transducer. Het echosignaal dat door de transducer wordt opgevangen, gaat als elektrisch signaal terug naar de sounder. Hier vindt de eerste verwerking plaats.
- De computer. Dit onderdeel is uitgerust met een speciale *Echo Signal Processor* (ESP), die de verdere analyse uitvoert met de *Echo Signal Processor* software. Een aantal eigenschappen van het echosignaal worden door de computer bepaald en digitaal vastgelegd. In figuur 1 is schematisch weergegeven hoe de informatiestroom verloopt.

Analyse van de echo

Afstand

Het meest eenvoudige gegeven is de afstand tot alle objecten die zich binnen de geluidsbundel bevinden. Afhankelijk van de instelling van de puls-frequentie, worden deze gegevens 0,1 tot 20 maal per seconde vastgelegd. Uit een serie echo's van opeenvolgende pulsen kan vervolgens worden nagegaan of een vis naar de transducer toe zwemt of daar vanaf. Een belangrijk gegeven als de apparatuur wordt aangewend voor de bestudering van vismigratie.

Visdichtheid

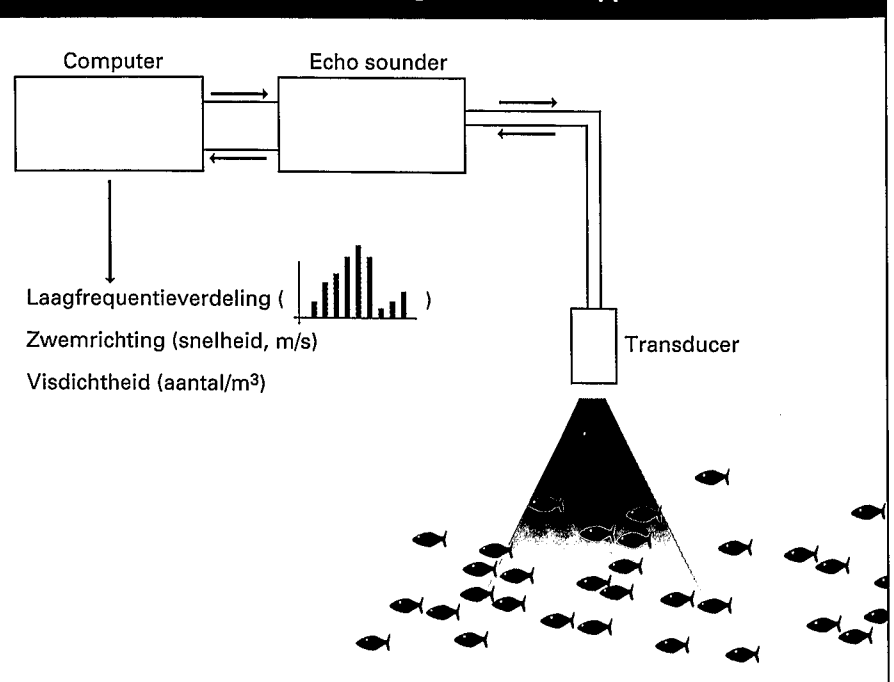
De geluidssterkte van de echo is een fractie van dat van het uitgezonden signaal. Dit is het gevolg van de spreiding van het geluid en het eventuele verlies dat optreedt door absorptie van geluid in zout of brak water. Beide fysische verschijnselen zijn goed beschreven, zodat hier rekenkundig voor kan worden gecompenseerd. Al snel na de ontdekking van het eecho-lod kwam men er achter dat de sterkte van het echosignaal recht evenredig is met de hoeveelheid vis die in de geluidsbundel rondzwemt. Dit was echter wel een relatieve maat voor de visdichtheid. Om tot een absolute schatting te komen, moet de gemiddelde echosterkte van een enkele vis uit de school worden bepaald. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de

dual beam techniek. Met deze relatief nieuwe techniek kan namelijk worden nagegaan waar een vis zich ten opzichte van de centrale as van de geluidsbundel bevindt. Aangezien de geluidsterkte op de as sterker is dan op enige afstand daarvan is deze plaatsbepaling van belang voor de berekening van de echosterkte. In principe kan de absolute visdichtheid (vissen/kubieke meter) nu eenvoudig worden bepaald door de resultaten van de single beam te delen door die van de dual beam.

Lengtefrequentieverdeling

De dual beam techniek is in de eerste plaats ontwikkeld voor de bepaling van de absolute visdichtheid. Maar het zal duidelijk zijn dat we met de echosterkte van een individuele vis, ook een relatieve maat hebben voor de lengte van de waargenomen vissen. Voor de omrekening van echosterkte naar de fysieke lengte van een vis zijn empirisch formules vastgesteld. Maar er is nog een punt waar rekening mee moet worden gehouden. Namelijk dat het echosignaal voor de bepaling van de lengte van een vis, inderdaad van één vis is. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de lengte van de puls. De pulsen zijn maar zeer kort (0,2 tot 1,6 milliseconde). Met een snelheid van 1500 meter per seconde komt dit voor een pulsbreedte van 0,4 ms neer op een lengte van ca 30 cm. Zwemmen twee vissen dicht bij elkaar dan

Figuur 1. Schematische voorstelling van de sonarapparatuur.



zullen de echo's versmelten. Hierbij zouden onrechte kunnen worden geconcludeerd dat het om één grote vis gaat, in plaats van om twee kleine exemplaren. Het is mogelijk om van elk echosignaal de lengte op te meten, zodat de sterkte van echo's langer dan 0,4 ms (30 cm) niet worden gebruikt voor de bepaling van de vislengte. Een lengtefrequentieverdeling wordt tenslotte samengesteld door de lengte van enkele honderden vissen in te delen in lengteklassen (figuur 1). Dit geeft een inzichtelijk beeld van de opbouw van de populatie.

Visdichtheidsgegevens; verzamelen en verwerken

Hiervoor is een beeld gegeven van de wijze waarop de gegevens vanuit het oogpunt van de sonarapparatuur worden gegenereerd. Daarnaast is er de wijze van verzamelen in het veld en de verwerking, die aan bepaalde eisen moeten voldoen.

Verzamelen

De gegevens worden varend door het proefgebied verzameld ('mobile survey'). Het geschiktste moment is 's nachts als de vis homogeen over de waterkolom is verdeeld. Het spreekt voor zich dat dit de betrouwbaarheid van de schatting ten goede komt. Uit statistisch oogpunt is ook de route door het proefgebied van groot belang. Een volledig random patroon, dat in statistisch opzicht de voorkeur verdient, vereist veel vaartijd om van het ene naar het andere transect te varen. Er zijn vele alternatieve mogelijkheden bedacht die ieder zijn eigen statistische (betrouwbaarheid) en economische (beperkte vaartijd) voordelen hebben. Door de OVB wordt de methode van semi random parallel transecten gevolgd (Jolly & Hampton, 1990).

Verwerken

Het is goed mogelijk om de resultaten van één enkele geluidspuls als één *sample*

(waarde) te beschouwen, en op basis hiervan een schatting van de visdichtheid te maken. Het bezwaar is dat door de aard van de bemonstering ("mobile survey"), de gegevens als niet onafhankelijk worden verzameld. Voor de berekening van het gemiddelde is dit geen bezwaar. Echter wel voor de berekening van de spreiding, zodat er geen uitspraak gedaan kan worden met betrekking tot de betrouwbaarheid van de schatting. De afhankelijkheid van de gegevens wordt in dit geval autocorrelatie genoemd, en wordt sterker naarmate vis meer geconcentreerd in scholen voorkomt. Autocorrelatie kan worden voorkomen door de lengte van het sample dusdanig te vergroten, zodat er geen twee samples in één en dezelfde school kunnen worden genomen (MacLennan & Simmonds, 1992). Met andere woorden: de lengte van het sample is groter dan de gemiddelde lengte van de school. De juiste lengte van het sample kan statistisch worden bepaald en staat bekend als de *Elementary Distance Sampling Unit* (EDSU). Bij visdichtheids-bepalingen op zee, waar visconcentraties vaak omgeven worden door veel "leeg" water, varieert de EDSU van 1 tot 8 km lengte. In het Nederlandse binnenwater, waar de dichtheid hoog is en de vis meer homogeen verdeeld, zal de EDSU veel kleiner zijn (10 tot 500 m).

Conclusie

Een schatting van de visdichtheid in relatief kleine wateren is goed uit te voeren met een merk-terugvangst-methode. Voor grotere wateroppervlakken is dit qua inspanning niet meer haalbaar, zodat moet worden uitgeweken naar de veel minder betrouwbare zegen- of kuilvisserij. Niettemin zijn er situaties waarbij een inschatting van de visdichtheid, met betrouwbaarheidsintervallen van 100% of meer, acceptabel is. Stelt men hogere eisen aan de betrouwbaarheid, dan komt men voor groot water bij de sonar uit,

waar betrouwbaarheidsintervallen van 10 à 20% haalbaar zijn. Naarmate het te onderzoeken gebied groter wordt, zullen de kosten lager worden en sterk concurrerend zijn met die van een conventionele visserij. Uiteraard kent deze techniek ook zijn nadelen. Er moet bij voorkeur worden gewerkt bij rustig (windstil) weer. De apparatuur is tamelijk gevoelig voor achtergrond ruis, zoals het geluid van regen en golfslag. Ook de diepte is bepalend. In water ondieper dan twee meter, heeft de geluidbundel te weinig ruimte om voldoende volume af te speuren. Gesteld kan worden dat de sonar een oplossing biedt voor grote wateren waar een betrouwbare schatting van de visdichtheid moet worden gemaakt.

Literatuur

- Jolly, G.M. & I. Hampton, 1990. Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm int. Explor. Mer, 189, 415-20.
- Kemper, Jan H., 1993. Onderzoek naar de zoetwatermigratie van bot (*Platichthys flesus*) met sonarapparatuur bij de spuilsuizen in Den Oever. Organisatie ter verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein, OVB-Onderzoeksrapport RWSF/OVB 93-28. 15p.
- Kemper, J.H., 1993a. Onderzoek naar de migratie van pelagische vis i.h.b. zeeforel (*Salmo trutta trutta*) met sonarapparatuur bij de spuilsuizen in Den Oever. Organisatie ter verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein, OVB-Onderzoeksrapport RWSFL/OVB 93-31. 10 p.
- MacLennan, D.N. & E. John Simmonds, 1992. Fisheries acoustics. Chapman & Hall, London. ©