Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

Zuiveringschap West-Overijssel

Integrale Eutrofiëringsbestrijding in Noord-West Overijssel

naar de keuze van een door boten passeerbare viswering

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon (05700) 9 79 11
telefax (05700) 9 73 44

Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

ZUIVERINGSCHAP WEST-OVERIJSSEL

INTEGRALE EUTROFIERINGSBESTRIJDING IN NOORDWEST-OVERIJSSEL

Naar de keuze van een door boten passeerbare viswering

Auteurs: M.P. Grimm
M. Klinge

Juni 1992

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs

van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon (05700) 9 79 11
telefax (05700) 9 73 44

Werknummer Z1.60.1

1947583

INHOUD blz.

1. INLEIDING 1
   1.1 Doelstelling 1

2. PROBLEEMSTELLING EN GEKOZEN AANPAK 2
   2.1 Eisen waaraan de viswering dient te voldoen 2
   2.2 Bestaande methodieken van viswering 3
   2.3 Gekozen aanpak 3

3. DE VISWERINGEN 5
   3.1 Viswering op basis van rigide materialen 5
   3.2 Viswering op basis van waterdoorlatende materialen 6
      3.2.1 Categorie A 6
      3.2.2 Categorie B 6
         3.2.2.1 Varianten met een net of kettingen als visuele barrière 6
         3.2.2.2 Varianten met een luchtbellengordijn als visuele barrière 9
      3.2.3 Categorie C 9
   3.3 Additionele voorzieningen ten behoeve van de scheepvaart 9

4. ELEKTRICITEIT ALS ADDITIONELE VOORZIENING 11

5. EERSTE RAMING VAN KOSTEN VAN DE FLEXIBELE VISWERINGEN MET ELEKTRICITEIT ALS ADDITIONELE VERJAGINGSMETHODE 13
   5.1 Uitgangspunten 13
   5.2 Gemeenschappelijke voorzieningen 14
   5.3 Doorgang voor categorie A vaartuigen (kunstbiezen) 15
   5.4 Doorgang voor categorie B vaartuigen (slagboom, valnet en luchtbellen) 15
   5.5 Doorgang voor categorie C vaartuigen (slagboom, valnet en luchtbellen) 16

6. DISCUSSIE 18

Literatuur

Figuren

1. INLEIDING

Het succes dat Actief Biologisch Beheer (ABB) in kleine wateren heeft gehad, heeft de belangstelling voor de toepassing van deze ecotechniek in grotere wateren geconcretiseerd. Aanmerkelijke opschalingen vonden plaats in de Loosdrechtse Plassen en in het Wolderwijd-Nuldernauw. Ook wordt de haalbaarheid in grote wateren zoals het Zuidlaardermeer (Klinge & Grimm, 1992) en het merencomplex van Noordwest-Overijssel bestudeerd (v. Berkum et al, 1992). De haalbaarheid van ABB in dit laatste gebied zal worden onderzocht in het Duinigermeer.

Van het scala aan maatregelen dat ABB kan omvatten is de grootschalige verwijdering van de visstand één van de belangrijkste. In de grote wateren is de methode van verwijdering van de visstand gelijk aan die in kleinere wateren. De technische problemen zijn complexer, maar het is doenlijk om ook uit grote wateren 75% van de visstand te verwijderen, zoals de geoogste 425 ton geoogste vis in het Wolderwijd aantoont (Backx et. al, 1992).
De beheersing van de visstand na de uitdunning is echter van een andere orde dan in kleine afgesloten wateren. Doordat de grote wateren doorgaans deel uitmaken van een netwerk van meren, plassen, sloten en vaarten, kan de intrek van vissen vanuit aanliggende wateren de uitdunning teniet doen en daarmee verhinderen dat de beoogde keten van veranderingen in het voedselweb optreedt.

Het merengebied van Noordwest-Overijssel is zo'n complex van onderling verbonden wateren. Daarom wordt er in het haalbaarheidsonderzoek van ABB in Overijssel aandacht geschonken aan voorzieningen en technieken die aangewend kunnen worden om vissen uit gebieden te weren en die het verkeer over water niet noemenswaard hinderen.

1.1 Doelstelling

In dit rapport wordt nader ingegaan op de mogelijkheden die er op het gebied van viswering bestaan, toegesneden op de toepassing van deze werken in het kader van ABB in de ondiepe meren in Noordwest-Overijssel. Het doel daarbij is om op basis van praktische en financiële gronden te komen tot een eerste selectie van ontwerpen van door boten passeerbare visweringen, op basis waarvan deze verder ontwikkeld kunnen worden.

De opbouw van het voorliggende rapport is als volgt:

- In hoofdstuk 2 wordt de voorliggende problematiek nader uitgewerkt. Bestaande principes van viswering en de eisen waaraan de viswering moet voldoen worden opgesomd. Op basis daarvan wordt een aanpak gekozen.

- In hoofdstuk 3 worden een aantal alternatieven met betrekking tot het type ontwerp opgesomd. Er wordt een keuze gemaakt waarna een verdere uitwerking plaatsvindt.

- In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op elektriciteit als additioneel visweringsmiddel.

- In hoofdstuk 5 worden de kosten van een aantal visweringen geraamd.

- In hoofdstuk 6 is de discussie opgenomen.

2. PROBLEEMSTELLING EN GEKOZEN AANPAK

2.1 Eisen waaraan de viswering dient te voldoen

Door het Zuiveringschap West-Overijssel worden een aantal eisen genoemd waaraan de te ontwerpen en te testen viswering zou moeten voldoen (zie v. Berkum et. al, 1992). Hieronder worden een aantal van deze eisen opgesomd, aangevuld met enkele andere, eveneens belangrijke eisen. Daarna wordt op een aantal ervan nader ingegaan.

Eisen

1) Hoofduitgangspunt bij het ontwerpen van de viswering is dat vis geheel of in elk geval zodanig tegengehouden wordt dat de intrek van vis geen negatieve invloed kan hebben op het herstel van het betreffende aanliggende water waar ABB uitgevoerd wordt.
2) Doorvaart voor schepen moet mogelijk blijven. Voor de beroepsvaart geldt dat deze vrijwel zonder oponthoud moet kunnen passeren, terwijl een geringe wachttijd voor recreatieve vaart aanvaardbaar geacht wordt. Naast een vlotte afwikkeling van het scheepvaartverkeer is een veilige afwikkeling eveneens een (vanzelfsprekende) vereiste en verdient bij het ontwerp de nodige aandacht.
3) Gestreefd moet worden naar een techniek welke opschaalbaar is zodat boten tot 800 ton (60x7x2.5 m) kunnen passeren.
4) Passage van glasaal moet mogelijk zijn.
5) Het systeem moet bedrijfszeker/storingvrij zijn.
6) Het systeem moet niet beïnvloedbaar zijn door passanten.
7) De constructie dient zodanig uitgevoerd te zijn dat zeer veel vaarbewegingen niet leiden tot een verstoring van de viswerende werking.
8) Het systeem moet ongevoelig zijn voor vandalisme.
9) Het proefsysteem moet door middel van zonnepanelen in z'n electriciteitsbehoefte kunnen voorzien.
10) De visweringen moeten hergebruikt kunnen worden.

Opmerkingen

ad 1) Visjes kleiner dan ± 4 cm bewegen zich voor een deel passief op de waterstroming voort. Het volledig weren van deze visjes betekent derhalve dat elke waterbeweging rond de viswering vermeden moet worden. Dit is niet mogelijk omdat er enerzijds boten moeten kunnen passeren en anderzijds omdat ook in stilstaande wateren aanmerkelijke door wind geïnduceerde waterbewegingen kunnen optreden. Een door boten passeerbare viswering welke 100% visdicht is kan dus waarschijnlijk niet gerealiseerd worden. Wèl kan getracht worden de lokatie zodanig te kiezen dat de kans op hinderlijke waterstromingen zo klein mogelijk is.

ad 3) De genoemde afmetingen betekenen dat op de vaarweg en dus ook op de doorvaart voor deze schepen de eisen van CEMT-klasse II (< 1000 ton) van toepassing zijn (CVB, 1985).

ad 4) Het tegelijkertijd weren van vis en doorlaten van (glas)aal wordt alleen goed mogelijk geacht als er voor (glas)aal aparte, beproefde voorzieningen aangebracht worden (kruipgoten e.d.). Deze voorzieningen kunnen los van de viswering gezien worden.

ad 7) Een viswering welke altijd vanuit alle richtingen en door alle typen en afmetingen boten gepasseerd kan worden, die tijdens passage van boten haar viswerende eigenschappen behoudt en waarvan de scheepvaart geen enkele hinder ondervindt wordt geprefereerd. Het wordt echter onwaarschijnlijk geacht dat een ontwerp al deze eigenschappen in zich kan verenigen. Daarom zal er uit de verschillende mogelijkheden een keuze gemaakt moeten worden op basis van de veronderstelde effectiviteit als viswering, de kosten en de mate van hinder voor scheepvaart.

ad 10) Op basis van de inzichten welke op dit moment op het gebied van ABB bestaan mag aangenomen worden dat na een periode van 3 jaar de visweringen verwijderd kunnen worden. De mogelijkheden tot hergebruik van de viswering wordt mede bepaald door de eisen die aan de dimensies van de doorvaart ter plekke worden gesteld. Door te kiezen voor standaarduitvoeringen wordt aan deze eis tegemoet gekomen.

2.2 Bestaande methodieken van viswering

Bestaande gegevens over het weren of wegleiden van vis van plekken waar hun aanwezigheid ongewenst is beperken zich vrijwel geheel tot stromend water. Het betreft:

- onderzoek naar het weren of omleiden van stroomafwaarts bewegende vis (vooral bij elektriciteitscentrales e.d., zie o.a. Haddering, 1986).
- onderzoek naar het weren of omleiden van stroomopwaarts bewegende vis (o.a. geleiding van vis naar lokaties waar zij kunstwerken kunnen passeren, zie Stewart, 1990; Johnson et. al, 1990).

Gebruikte methodieken zijn de toepassing van elektrische velden of al dan niet geëlektrificeerde schermen van netwerk, kettingen of touw, eventueel in combinatie met luchtbellen, licht (sterke lampen of lichtflitsen) of geluid (bijvoorbeeld het geluid van pneumatische boorhamers). Hierbij bleek een <u>combinatie</u> van verschillende barrières welke meerdere zintuigen tegelijk stimuleren doorgaans het meest effectief.

Het is niet bekend of deze methodieken ook in de Nederlandse stilstaande wateren en in situaties waarin (grote) boten moeten passeren opgaan. Zij kunnen echter beschouwd worden als basis voor het ontwerp van het nieuwe type viswering.

2.3 Gekozen aanpak

Op basis van bovenstaande problematiek zijn de volgende uitgangspunten voor het ontwerp van de viswering gekozen:

1) De viswering zal worden gebaseerd op het principe van de combinatie van meerdere instrumenten welke een barrièrewerking hebben. Dit principe lijkt de meeste kans te bieden om de wering tijdens passage van boten "visdicht" te houden, waarschijnlijk als gevolg van associatief gedrag van de vis.

Welke combinatie van barrières het best werkt zal in de praktijk onderzocht moeten worden. Voor de kostenberekening zal worden uitgegaan van de combinatie van visuele barrières (al dan niet waterdoorlatende deuren of schermen, luchtbellengordijnen) met elektriciteit als additionele verjagingsmethode.

2) Voor boten van verschillende afmetingen worden verschillende doorgangen gecreëerd. Hiermee wordt bewerkstelligd dat:

- de doorvaartopening en de inzwemmogelijkheid voor vis naast en onder de boot zo klein mogelijk is.
- de uitvoering van de viswering afgestemd kan worden op de eisen van de lokale scheepvaart.
- de standaardpassages makkelijker elders bruikbaar kunnen zijn.

De vaart op de meren in Noordwest-Overijssel is ruwweg in drie categorieën te spitsen:

A) Vaartuigen zonder buitenboordmotor met een diepgang tot ± 1 m zoals kano's, roeiboten, werries, zolderschepen, platbodems en surfplanken.
B) Gemotoriseerde vaartuigen met een diepgang tot ± 1.5 m en een breedte tot ± 5 meter, met name jachten.
C) Grote jachten en beroepsvaartuigen tot 800 ton met een diepgang tot 2.5 meter en een breedte tot 7 meter.

Categorie 1 en 2 vormen het overgrote deel van de vaart. Op basis van deze categorieën vaartuigen kunnen de volgende doorgangen gedimensioneerd worden:

- Een doorgang van 4 meter breed en ± 1 meter diep voor vaartuigen uit categorie 1.
- Een doorgang van 6 meter breed en ± 2 meter diep voor vaartuigen uit categorie 2.
- Een doorgang van 11 meter breed en ± 3.5 meter diep voor vaartuigen uit categorie 3 (CVB, 1985).

3. DE VISWERINGEN

Met een toepassing op grote schaal in gedachte worden er vooralsnog twee alternatieven onderscheiden:

1) Er wordt een visuele scheiding aangebracht met behulp van rigide materialen, die overeenkomt met de constructie van klapstuwen of sluisdeuren. Om vispassage bij de doorvaart, als de stuwen zijn gestreken of als de sluisdeuren zijn geopend, tegen te gaan worden er additionele verjagingstuigen aangebracht.

2) Er wordt een visuele scheiding aangebracht van waterdoorlatend en eventueel flexibel materiaal, zoals een scherm van netwerk, touwen, kunstbiezen, luchtbellen of kettingen. Dit scherm is bij gewenste doorvaart passeerbaar, hetzij doordat het scherm mechanisch uit de doorgang bewogen wordt of omdat het als zodanig een voor boten overkoombare hindernis vormt. Ook bij dit principe worden additionele verjagingstuigen aangebracht.

Onderstaand worden deze alternatieven nader uitgewerkt.

3.1 Viswering op basis van rigide materialen

Bij rigide constructies wordt gedacht aan het plaatsen van een of twee deuren in de doorvaart. Wanneer een schip deze wering wil passeren, dienen de deuren te worden verwijderd. Dat kan op verschillende manieren.
De deur(en) kunnen scharnierend zijn bevestigd aan de zijkant(en) van de doorvaart. Ook een op de bodem bevestigd scharnier is denkbaar, waarbij de deur meer als een klep (of meerdere kleinere kleppen) kan worden gezien.
Een andere mogelijkheid om de wering te openen is toepassing van een roldeur of een hefdeur. De laatste twee varianten liggen minder voor de hand, omdat een roldeur veel ruimte in zijwaartse richting vereist en een hefdeur zodanig hoog moet worden gehesen dat uitgebreide constructies nodig zullen zijn.
De uitvoering van de deuren kan relatief eenvoudig zijn. Met een vlak uitgevoerde deur van hout of staal zal het gewenste doel reeds bereikt kunnen worden. Ook bestaan er op het eerste gezicht mogelijkheden voor het toepassen van een rubber of een kunststof deur of bodemklep, die een soort tussenvorm oplevert tussen een rigide en een flexibele oplossing.

Wanneer de kosten in aanmerking worden genomen is een rigide constructie veel duurder dan een waterdoorlatende constructie. Dit om de volgende redenen:

- Een (dichte) deur, volledig uitgevoerd in staal of hout is veel duurder dan bijvoorbeeld een frame met een net erin gespannen.
- De zwaardere deurconstructie stelt veel hogere eisen aan het bewegingswerk
- De openingsprocedure vraagt meer energie.
- De transport- en verplaatsingskosten zijn veel hoger

Naast het kostenaspect hebben rigide constructies nog het nadeel dat zij als waterkering werken.
In het licht van het voorgaande zullen rigide constructies niet verder uitgewerkt worden.

3.2 Viswering op basis van waterdoorlatende materialen

De barrière bestaat uit materiaal dat waterdoorlatend is en op enig moment passeerbaar. Onderstaand wordt dit alternatief voor de in § 2.3 genoemde categorieën vaartuigen nader uitgewerkt.

3.2.1 Categorie A

Voor vaartuigen uit deze categorie kan een permanent aanwezige constructie gebruikt worden welke geen onoverkomelijke hindernis vormt. Gedacht wordt aan een permanente stelling van flexibele borstels: een kunstmatig onderwater biezenveld.
Bij passage van een boot worden de biezen uiteen geduwd en sluiten daarbij aan op de scheepshuid, zodat het gehele profiel afgesloten blijft. Om passage te vergemakkelijken wordt een zogenaamde haalbuis aangebracht waarmee de boten met spierkracht over de biezen getrokken kunnen worden.
De stengelhoogte van de biezen bedraagt 1,5-2 meter. Eventueel wordt langs de bodem, waar de borstels de meeste tussenruimte laten, een keernet aangebracht.

3.2.2 Categorie B

Voor deze categorie vaartuigen worden twee varianten denkbaar geacht:

- varianten met een net of kettingen als visuele barrière
- varianten met een luchtbellengordijn als visuele barrière

Onderstaand worden deze varianten nader uitgewerkt.

3.2.2.1 Varianten met een net of kettingen als visuele barrière

Als visuele barrière kunnen zowel netten als een gordijn van kettingen gebruikt worden. Beide voorzieningen zullen mechanisch uit de doorvaart verwijderd moeten worden bij nadering van een boot.

Een net heeft als voordeel boven kettingen dat het naast een visuele barrière ook een fysieke barrière vormt. Indien gebruik wordt gemaakt van een net, dan zal, afhankelijk van het gebruikte netmateriaal, dit net verzwaard moeten worden om opdrijven tegen te gaan. Tevens ligt het voor de hand om het net enigszins vormvast te maken door er strips of kettingen in te weven of op vast te zetten. Een net is relatief kwetsbaar, kan in de war raken en er blijft veel zwevend vuil (plastic, waterplanten, e.d.) in hangen. Hierdoor kan regelmatig onderhoud nodig zijn.

Doorvaart van schepen kan op verschillende manieren worden gerealiseerd:

1. In de doorvaart wordt een draagbalk geplaatst, die aan beide uiteinden wordt opgehangen aan een kabel (of ketting). Aan de draagbalk worden het net of de kettingen opgehangen. Wanneer er een schip moet passeren wordt de draagbalk neergelaten tot op de bodem van de doorvaart in een sleuf tussen twee drempels. Zonodig kan de draagbalk geleid worden door sponningen te plaatsen. Aan beide zijden van de doorvaart wordt een bewegingsmechanisme (motor

o.i.d.) geplaatst. Synchronisatie van deze beide motoren is een punt dat aandacht vereist.

2. In plaats van een draagbalk wordt een stalen draad gebruikt. Deze wordt aan één zijde permanent boven water vastgemaakt. Aan de andere zijde is deze motorisch neerlaatbaar. Teneinde voldoende doorvaartbreedte te creëren (het net valt slechts aan één kant naar beneden) loopt het net naast één zijde van de doorvaart enkele meters door en wordt daar permanent boven water bevestigd. In deze ruimte naast de doorvaart loopt het neergelaten net aldus vanaf de bodem naar de bevestiging boven water. Het voordeel van deze constructie boven de eerste is dat er slechts één motor nodig is en er derhalve geen synchronisatieproblemen zijn.

3. In principe eenzelfde constructie als de eerste, behalve dat het net wordt opgehesen totdat het schip onder het net of de kettingen door kan varen. In dit geval wordt geen gebruik gemaakt van de flexibiliteit van de constructie. Grootste nadeel is dat er geen sprake meer zal zijn van onbeperkte doorvaarthoogte en dat er een hoge (en dure) bovenbouw nodig zal zijn om voldoende doorvaarthoogte te krijgen. Voordeel is dat bij deze oplossing eventueel slechts met één motor en een hooggelegen lange as kan worden gewerkt.

4. Omdat de flexibele constructie een relatief gering gewicht heeft, is een mogelijke optie om de draagbalk slechts aan 1 uiteinde te ondersteunen, ofwel een soort slagboom te creëren. Het net of de kettingen hangen aan deze slagboom die ofwel in horizontale richting ofwel in verticale richting wordt weggedraaid wanneer er een schip moet passeren. Voordeel is dat in dit geval ook slechts 1 bewegingsmechanisme benodigd is. Ten opzichte van optie 3 is een bijkomend voordeel dat de doorvaarthoogte geen restricties heeft.

5. Het net of de kettingen kunnen ook worden opgehangen aan een hooggeplaatste, niet beweegbare draagbalk. Het net of de kettingen kunnen bij opening als een gordijn in een of twee richtingen worden weggetrokken. Door de vaste draagbalk zal de doorvaarthoogte niet meer onbeperkt zijn.

6. Een niet voor de hand liggende optie is om het net of de kettingen tezamen met de draagbalk in zijwaartse richting weg te rollen (als ware het een roldeur).

Optie 2 en 4 lijken van bovengenoemde oplossingen de aantrekkelijkste. Er is slechts 1 bewegingsmechanisme dat ondersteuning/fundatie behoeft, waardoor de kosten kunnen worden beperkt. Vanwege de toepassing van 1 relatief eenvoudig bewegingsmechanisme is bovendien de kans op storing geringer. Ook zijn er bij deze opties geen doorvaartbeperkingen.

Schetsmatige tekeningen van deze twee typen doorgangen worden gegeven in figuur 1 en 2.

Openen en sluiten van de wering
Het openen en sluiten kan in hoofdlijnen op drie manieren plaatsvinden:

1. Handmatig;
   Voor de beroepsvaart is het handmatig openen alleen haalbaar als er geen oponthoud plaatsvindt wat inhoudt dat het openen door een derde, een soort brugwachter, moet worden gedaan. Voor de recreatievaart is het eventueel te overwegen dat de bemanning zelf op een knop/schakelaar moet drukken om het bewegingsmechanisme in werking te stellen. Het volledig handmatig opendraaien van de wering door opvarenden lijkt voor beide groepen scheepvaartverkeer geen reële oplossing omdat een en ander te veel oponthoud oplevert. Te veel stagnatie leidt tot concentraties van schepen en daarmee mogelijk tot onveilige situaties.

2. Volledig automatisch;
   Volledig automatisch ingeschakelde systemen kunnen gebruik maken van optische sensoren, sensoren die reageren op geluid (van de motor), lussen (elektromagnetische velden), en dergelijke, of een combinatie van deze middelen. Volautomatische systemen zijn tamelijk kwetsbaar. Daarom moet bij falen van het volautomatisch systeem ofwel het schip nog de mogelijkheid hebben om te remmen ofwel moet de constructie van de wering zodanig zijn dat het schip geen of nagenoeg geen schade zal oplopen wanneer het door de (ongeopende) wering heen vaart.

3. Door het schip;
   De derde openingsoptie gaat ervan uit dat het schip de wering zelf openvaart. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan relatief stijve rubberen of kunststoffen deuren (flappen), een frame met daarin gespannen een net, slagbomen met daaraan hangend een net of kettingen. Het grote voordeel van een dergelijke oplossing is dat er geen speciale openings-mechanismen nodig zijn en dat de schepen in principe gewoon kunnen doorvaren. Enkele punten van aandacht zijn:

   - het schip en/of de wering mogen geen schade oplopen. Ter vermindering van de krachten (bijvoorbeeld bij toepassing van een stalen frame of slagboom) zou daarom toepassing van rubber fender-strips (om de stoot op te vangen), eventueel in combinatie met teflon-strips (om de wrijving te verminderen), uitkomst kunnen bieden.
   - de wering mag niet in de schroef komen. Daarvoor moet er een zodanige stijfheid zijn dat de constructie door het schip opzij wordt gedrukt en het schip er niet overheen vaart. Ook mag de constructie niet zo snel terugkomen dat het gevaar bestaat dat de schroef geraakt wordt. Onderzocht zou moeten worden of de waterweerstand reeds voldoende vertraging veroorzaakt, of dat een veer- c.q. zuigerconstructie voor de nodige vertraging moet zorgen.

   Omdat de vaarwegbeheerders schadeclaims zoveel mogelijk trachten te vermijden en/of omdat de schippers, ondanks beschermende maatregelen, toch bang zullen zijn voor beschadigingen, wordt de optie om de wering door het schip te laten openen niet haalbaar geacht, ook al betreft het een dergelijke tijdelijke constructie.

Voorzover er gebruik gemaakt wordt van niet-permanente additionele visverjagingstuigen, zal deze voorziening ook in werking moeten worden gesteld ten tijde van de geopende doorvaart. Bij automatische opening verdient het aanbeveling om deze voorziening via hetzelfde mechanisme (sensor, schakelaar, etc.) in en uit te schakelen als ook wordt gebruikt voor de openingscyclus.
Bij handmatig opendraaien of bij opendrukken door het schip, zal een aparte schakelaar moeten worden geïnstalleerd.

3.2.2.2 Varianten met een luchtbellengordijn als visuele barrière

Hierbij wordt in de doorvaart op de bodem een roestvrij stalen geperforeerde buis aangebracht waarin middels een compressor lucht wordt geblazen. Op deze manier ontstaat een scherm van luchtbellen dat als zodanig een visuele barrière voor vissen vormt. Dit scherm is, mits niet te krachtig, probleemloos door boten te passeren.

Luchtbellenschermen zijn reeds eerder op effectiviteit onderzocht in stromende wateren (zie Hadderingh, 1986). Het blijkt dat een luchtbellenscherm in stromend water slechts matig werkt. In stilstaand water en in combinatie met andere verjagingsmiddelen zoals elektriciteit kan de effectiviteit veel beter zijn.

3.2.3 Categorie C

Het concept voor deze wering is gelijk aan dat voor boten uit categorie B.

3.3 Additionele voorzieningen ten behoeve van de scheepvaart

De benodigde additionele voorzieningen zijn te verdelen in algemene voorzieningen welke voor alle typen visweringen nodig zijn en voorzieningen welke specifiek voor de grotere, gemotoriseerde plezier- en beroepsvaart nodig zijn. Onderstaand worden deze voorzieningen opgesomd:

Algemene voorzieningen
- Verlichting.
- Radarreflectoren, zodat ook bij nacht en/of mist de wering goed kan worden gesignaleerd.
- Verkeersborden (snelheidsregeling, splitsing vaart in categorieën).
- Detectiesysteem, zodat elektrisch scherm uitgeschakeld kan worden en de bewegende delen van de viswering in werking kunnen treden.

Voorzieningen voor gemotoriseerde plezier- en beroepsvaart
De benodigde voorzieningen zijn enigszins afhankelijk van de keuze van het type viswering. De beroepsvaart zal in veel gevallen met slechts een zekere snelheidsvermindering direct moeten kunnen doorvaren. Wachten op een tegemoetkomend schip kan echter niet worden uitgesloten.

Zowel voor de beroeps- als de gemotoriseerde pleziervaart zijn daarom de volgende faciliteiten benodigd:

- Een remmingwerk, waaraan het wachtende schip kan afmeren.
- Een geleidewerk, dat schipper (optisch) en zonodig het schip (mechanisch) naar en door de beschikbare opening geleidt. Zo mogelijk kan één constructie beide functies (remming- en geleidewerk) vervullen.
- Een signaleringssysteem dat aangeeft of er vrije doorvaart mogelijk is of dat er gestopt moet worden (verkeers-reguleringslichten).

4. ELEKTRICITEIT ALS ADDITIONELE VOORZIENING

Het gebruik van elektriciteit in water met als doel om vissen te weren, te verhinderen om weg te trekken of om vissen te geleiden naar plaatsen waar zij ingevangen kunnen worden, kan helaas niet bogen op een eenduidig succes.
De doorgaande belangstelling voor deze vorm van viswering kan verklaard worden uit:

1) de gebleken effectiviteit van de toepassing van elektriciteit als middel om vissen te vangen. Elektriciteit werkt dus.
2) de noodzaak om visgeleidende werken in rivieren te installeren waar de plaatsing van dammen en turbines grote schade aan vaak kostbare vispopulaties aanricht.
3) de noodzaak om vissen van de inlaten van elektriciteit centrales weg te houden, waar zij hinderlijk zijn in de koelsystemen.

Opvallend is dat vooral positieve berichten komen over de werking van elektrische schermen uit (voormalige) communistische landen. Opmerkelijk is ook dat de door deze landen ontwikkelde en op papier gepresenteerde technische installaties vaak niet na te bouwen blijken.
Uit de westerse wereld zijn de berichten over de efficiëntie van deze schermen aanmerkelijk genuanceerder: zij blijken te werken in kleine rivieren en beken in combinatie met obstakels als dammen, stuwen en sluizen. De werking is voldoende voor opstrooms migrerende vissen die gemotiveerd zijn om het obstakel te passeren (bijvoorbeeld salmoniden). Voorstelbaar is dat de vissen op verschillende sensorische niveaus (visueel, zijlijn-orgaan, proprioreceptoren in de huidmusculatuur) worden geïnformeerd. Afstrooms zwemmende vissen laten zich veel minder geleiden. Een mogelijke oorzaak kan zijn dat de waarneming via de zijlijn bij afstroomse migratie een mindere rol speelt.

Toepassing van elektriciteit in Nederland
In Nederland is de toepassing van elektriciteit in combinatie met water via regelgeving van overheidswege sterk beknot. Behoudens de toepassing beneden 25 Volt is wisselspanning verboden. De toepassing van gelijkspanning al dan niet in gepulseerde vorm is toegestaan tot een spanning van 60 Volt (zie NEN 1010). Voor hogere (gelijk)spanningen, die bij elektrovisserij worden gebruikt dient een vergunning en ontheffing te worden aangevraagd.

Toepassing in de te ontwerpen viswering
Het veiligheidsaspect speelt bij de te ontwerpen viswering een grote rol. Daarom kan geen gebruik gemaakt worden van spanningen welke boven de wettelijke normen komen. In bestaande visweringen welke alleen gebaseerd zijn op de aanwezigheid van een elektrisch veld wordt gebruik gemaakt van hogere spanningen. Daarom wordt er in het kader van het ontwerp van de door boten passeerbare viswering van uitgegaan dat de toepassing van elektriciteit alleen als additionele voorziening zinvol is.

<u>Wisselspanning</u>
Met een wisselspanning van 25 V is sinds 1984 ervaring opgedaan. Het werd gekozen na een werkbezoek aan het toenmalige Oost-Duitsland. Daar werd dit type spanning toegepast in een gordijnachtig opdrijfnet, met behulp waarvan vissen in natuurlijke meren die als kweekvijvers fungeerden werden geconcentreerd om vervolgens te worden gevangen met zegens.
Het opdrijfnet was ca. 200 m lang en 4 m diep. Elektriciteitsdraden die

beschermd waren met een waterdoorlatend perlon kousje waren op ca. een meter afstand door het net gevlochten. De onderste op ongeveer 0,2 m van de onderlijn van het net, de bovenste op 0,7 m van de bovenreep. Wat de elektriciteitsvoorziening betreft was het net verdeeld in segmenten van ± 20 m. Deze segmenten werden via een drijvende trafo van stroom voorzien. Op de segmenten stond de eerder vermeldde wisselstroom. Als stroombron fungeerde een 5-6 KW wisselstroom generator. Mogelijk werden de segmenten één voor één aangestuurd, maar daar kon geen duidelijkheid over worden verkregen. De vangstefficiëntie was hoog, maar ook daar zijn geen gegevens van bekend.
Het geleidingsvermogen van het water bedroeg naar schatting 300-500 µS.

De eerste toepassing vond plaats in vijvers die door een fijn net in twee delen waren gedeeld. De vissen groeven zich onder de plank door waaraan de onderkant van het net was bevestigd en die ca. 10 cm in de bodem was gedrukt. Door op ongeveer 0,5 m boven de bodem een dunne koperdraad aan te brengen en daar 20-25 V wisselstroom op te zetten, werd de vis voldoende afgeschrikt en kwam niet meer bij het net maar bleef op een afstand van 0,5-1 m.
In totaal werden zo 4 vijvers behandeld over een totale breedte van 110 m. Als geleidend materiaal werd uit kostenoverwegingen gekozen voor goedkoop opbinddraad. Het geleidingsvermogen van het vijverwater was 500 µS.

Gelijkspanning
Gelijkspanning wordt meestal gebruikt als een visvriendelijke vangstmethode. De vissen blijken dwangmatig naar de anode toe te zwemmen, de kathode stoot de vissen af. Door een arrangement van kathodes aan te brengen zijn Engelse onderzoekers er in geslaagd een efficiënte wering van zalmen en zeeforellen voor doorlaatwerken te realiseren (Johnson et. al., 1990). Daarbij werd een voltage van 120 V en een amperage van 4-6 gebruikt. Er werden aanwijzingen verkregen dat een reductie van het voltage tot 40-60 Volt mogelijk ook de gewenste wering zou realiseren.

5. EERSTE RAMING VAN KOSTEN VAN DE FLEXIBELE VISWERINGEN MET ELEKTRICITEIT ALS ADDITIONELE VERJAGINGSMETHODE

In dit hoofdstuk wordt voor een aantal visweringen welke in hoofdstuk 3 beschreven zijn een eerste raming van kosten gegeven. Deze ramingen zijn tot stand gekomen in samenwerking met deskundigen van de afdelingen Waterbouw en Elektronica van Witteveen+Bos.

De kosten worden geraamd voor de volgende visweringen:

soort passage	doorvaartbreedte (m)
de kunstbiezenpassage	4
de slagboompassage	6 en 11
de valnetpassage	6 en 11
de luchtbellenpassage	6 en 11

Een schetsmatige tekening van een opstelling van de drie categorieën doorgangen (4, 6 en 11 meter breed) wordt gegeven in figuur 3.

5.1 Uitgangspunten

Bij de kostenraming zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er is uitgegaan van de opstelling zoals in figuur 3 gegeven.
- Alle weringen worden enkelvoudig uitgevoerd. In hoeverre het zinvol is om twee weringen achter elkaar te plaatsen met een soort schutgang ertussen zal eventueel onderzocht moeten worden. De kosten van een dubbele wering met schutgang zullen ongeveer het dubbele van een enkele wering bedragen.
- Alle weringen worden gecombineerd met elektriciteit als additioneel verjagingsinstrument. Tijdens passage wordt het elektrisch scherm automatisch uitgeschakeld.
- De detectie van boten en de bediening van de wering verloopt geheel automatisch middels zogenaamde scheepvaartdetectie-apparatuur.
- Als materiaal voor de wering is uitgegaan van niet-tropisch hout.
- De visweringen zijn 24 uur per dag operationeel.
- Alle prijzen zijn exclusief O.B.
- Gepresenteerd worden zogenaamde bouwkosten; dit zijn de kosten waarvoor een aannemer de werken inclusief aanschaf materialen e.d. kan realiseren. Wat niet in de gepresenteerde prijzen opgenomen is zijn de kosten voor ontwerp en besteksgereed maken, directievoering, toezicht bij de bouw, advieskosten, vergunningen, verzekeringen en onvoorzien. Hiervoor dient in totaal een bedrag ter grootte van 40-50% van de bouwkosten gereserveerd te worden.
- Exploitatiekosten worden niet meegenomen in de berekening.

Het moge duidelijk zijn dat de keuze van deze uitgangspunten grote consequenties voor de kostenberekening kunnen hebben.

5.2 Gemeenschappelijke voorzieningen

De visweringen hebben een aantal voorzieningen gemeenschappelijk. Deze worden onderstaand beschreven en begroot:

- Verkeersborden en radarreflectoren. De kosten hiervoor bedragen naar schatting ± kƒ 5,-

- Verlichting. De gehele wering zal moeten worden verlicht. Hiervoor worden 2 lichtmasten van 12 m met elk een 150 W natriumarmatuur gebruikt. De kosten bedragen inclusief de nodige voedingskabel kƒ 10,-

- Ruimte tussen de verschillende visweringen. Hiervoor wordt uitgegaan van damwand. De kosten bedragen ± ƒ 250,- per meter. Conform figuur 3 is hiervoor ± 26 meter nodig (kƒ 6.5).

- Stroomvoorziening. Er wordt van uitgegaan dat er ter plaatse geen elektriciteit voorhanden is. Derhalve dient deze middels een generator opgewekt te worden welke wordt geplaatst in een container. Het benodigde vermogen van de generator is afhankelijk van het type viswering. De benodigde vermogens bedragen ± 2 KW voor het elektrisch scherm, ± 3 KW voor het bewegen van de slagbomen en ± 3KW voor detectie, signalering en verlichting. Indien gebruik wordt gemaakt van een bellenscherm is daarvoor afhankelijk van de bellendichtheid maximaal ± 15 KW nodig. Het benodigde vermogen varieert derhalve van ± 10 tot 25 KW. Inclusief container bedragen de kosten kƒ 12-30,-

- Elektrisch scherm. Voor de aanleg van het elektrisch scherm wordt uitgegaan van r.v.s. elektroden van 2 mm en een onderlinge afstand van 50 cm. Bij de toepassing van gelijkspanning worden voorzieningen aangebracht om verschillende secties van geschakelde elektroden als een soort looplicht met wisselende frequentie te schakelen, dit om het energieverbruik te beperken en omdat verwacht wordt dat de afwerende invloed op de vissen hierdoor verbeterd wordt.
  Uitgaande van 4+6+11=21 meter scherm moeten 42 elektrodes worden geplaatst met een lengte van 4 meter. Bij een geleidingsvermogen van het water van 600 µS en een factor 0.5 voor het looplichteffect bij toepassing van gelijkspanning mag erop gerekend worden dat een stroom nodig is van 34-68 Ampère. De kosten voor het scherm bedragen inclusief voedingskabel naar schatting ± ƒ 500,- per strekkende meter (totaal ± kƒ 10.5).

- Voeding voor het elektrisch scherm. Bij toepassing van gelijkspanning is een regelbare voeding van 0-60 V van 2 kW nodig. Deze kost compleet met looplichtschakeling en beveiliging kƒ 15,-. Bij toepassing van 25 V wisselspanning bedragen de kosten voor de voeding ± kƒ 10,-

- Centrale schakel- en verdeelkast met de nodige meet- en registratieapparatuur. De kosten hiervoor bedragen naar schatting ± kƒ 20,-

De totale kosten voor de gemeenschappelijke voorzieningen bedragen derhalve kƒ 74-97,-.

Uiteraard kan dit bedrag veranderen als de aan het begin van dit hoofdstuk genoemde uitgangspunten gewijzigd worden. Zo kan bijvoorbeeld het besluit om de doorvaart 's avonds en 's nachts te sluiten, iets dat op vele plaatsen gebruikelijk is, sterk kostenbesparend werken.

5.3 Doorgang voor categorie A vaartuigen (kunstbiezen)

Aanvullende uitgangspunten:
Doorvaartbreedte 4 meter. De kunstbiezen worden ingestort in een betonnen balk welke afgezonken wordt. De passage wordt voorzien van eenvoudige geleidewerken en een zogenaamde haalbuis (zie § 3.2.1). De passage wordt gedetecteerd. Een scheepvaartseininstallatie wordt niet noodzakelijk geacht.

Kosten

	kƒ
- Geleidingswerken+haalbuis	5
- Doorvaartconstructie met biezenveld	8
- Scheepspassage-detectie installatie	10
- Elektrisch scherm (4 meter à ƒ 500,-)	2
	25

5.4 Doorgang voor categorie B vaartuigen (slagboom, valnet en luchtbellen)

Aanvullende uitgangspunten:
Doorvaartbreedte 6 meter. Het eerste aankomende schip zorgt voor het automatisch 'rood schakelen' van scheepvaartseinen voor het tegemoet komende verkeer. Een verkeersregelautomaat zorgt ervoor dat schepen uit beide richtingen een gelijke passagekans hebben.

slagboom: Boom ophijsbaar of wegdraaibaar. De afsluitboom wordt automatisch geopend vóór en gesloten ná scheepvaartpassage.

valnet: Valnet enkele meters breder dan doorvaartbreedte (zie § 3.2.-2.1). Net of kettingen aan één zijde permanent boven water bevestigd, aan de andere zijde motorisch neerlaatbaar tot op bodem.

lucht: Voor de luchtbellenpassage is een luchtcompressor nodig. Uitgegaan wordt van een 15 KW olievrije compressor welke beide doorgangen (categorie B en C) belucht. De kosten voor een dergelijke compressor bedragen ± kƒ 40,-. Op de bodem van de doorvaart wordt een r.v.s. uitstroombuis aangebracht. Deze wordt continu belucht, ook tijdens doorvaart. Tevens worden extra voorzieningen aangebracht voor het elektrisch scherm.

Kosten algemeen

	kƒ
- Geleidingswerken	50
- Scheepspassage-detectie installatie	10
- Scheepvaartseininstallatie compleet met masten, seinen, voeding en verkeersregelautomaat	30
- Elektrisch scherm (6 meter à ƒ 500,-)	3
	93

Kosten per variant

Slagboom

- Doorvaartconstructie met slagboom en bewegingswerk	80
- Voeding en besturing van de slagboom	25
	105

Valnet

- Doorvaartconstructie met valnet	30
- Motor, voeding en besturing	20
	50

Luchtbellen

r.v.s. uitstroombuis	10
Compressor	p.m.
Extra voorzieningen voor elektrisch scherm (stelpost)	7
	17

5.5 Doorgang voor categorie C vaartuigen (slagboom, valnet en luchtbellen)

Aanvullende uitgangspunten
Doorvaartbreedte 11 meter. Ontwerp verder gelijk aan de doorgang voor categorie B-vaartuigen (zie § 5.4)

Kosten algemeen

	kƒ
- Geleidingswerken	200
- Scheepspassage-detectie installatie	10
- Scheepvaartseininstallatie	30
- Elektrisch scherm (11 meter à ƒ 500,-)	5.5
	245.5

Kosten per variant

Slagboom

- Doorvaartconstructie met slagboom en bewegingswerk	170
- Voeding en besturing van de slagboom	25
	195

<u>Valnet</u>	
- Doorvaartconstructie met valnet	40
- Motor, voeding en besturing	25
	65
<u>Luchtbellen</u>	
r.v.s. uitstroombuis	15
Compressor	p.m.
Extra voorzieningen voor elektrisch scherm (stelpost)	10
	25

6. DISCUSSIE

Visweringen voor stilstaande wateren welke door (grote) boten passeerbaar zijn vormen een geheel nieuw fenomeen. In dit rapport is een eerste aanzet gegeven voor de ontwikkeling van een dergelijk type viswering. De selectie van ontwerpen vond plaats op basis van bestaande methodieken van viswering, kosten en een expertiseoordeel. Het is derhalve absoluut noodzakelijk deze selectie middels proefmatig onderzoek op effectiviteit als viswering te toetsen, voordat tot praktische toepassing op grote schaal besloten wordt.

Omdat een beoordeling van de geselecteerde ontwerpen op basis van effectiviteit als viswering nog niet kan plaatsvinden, wordt onderstaand een eerste beoordeling op basis van het ontwerp en de kosten gegeven.

Eerste beoordeling per type wering

Onderstaand worden de in hoofdstuk 3 en 5 besproken visweringen voor de drie verschillende doorgangen in tabelvorm beoordeeld:

passage	doorvaart	beoordeling
kunstbiezen	4 m	relatief goedkoop; eenvoudig aan te brengen en te verwijderen; visuele barrière permanent aanwezig
slagboom	6 en 11 m	relatief kostbaar, dure mechanische werken nodig; veel voorzieningen voor scheepvaart nodig; barrière valt weg bij passage van boten
valnet	6 en 11 m	principe gelijk aan slagboom, echter een stuk goedkoper
luchtbellen	6 en 11 m	relatief goedkoop in aanschaf, echter hoge exploitatiekosten; weinig mechanische werken; visuele barrière permanent aanwezig

Op basis van deze beoordeling verdient het aanbeveling de kunstbiezenpassage, de valnetpassage en de luchtbellenpassage nader te onderzoeken.

Algemene beoordeling

De visweringen welke geschikt zijn voor de beroepsvaart zijn veruit het kostbaarst; dit type vaart en de bijbehorende reglementen stellen hoge eisen aan de constructies en er is een grote doorgang voor vereist.
Mogelijk dat er voor dit type vaart een alternatief denkbaar is. Dit wordt onderstaand uiteengezet:

De gedachte dat wateren van de hen omringende wateren moeten worden afgescheiden voor zover het vissen betreft, wortelt in het idee dat de herstelprocessen in een water (ontwikkeling van submerse waterplanten, uitstoelen van de oevervegetatie) in werking worden gezet na de verwijdering van het overgrote deel van de visstand, waarbij het herstelproces een relatief korte periode in beslag neemt. Deze gedachte vindt haar oorsprong in de succesvolle toepassing van deze techniek als onderdeel van ABB in kleine wateren (tot 5 hectare).

De ervaring die tot nu toe in grotere wateren is opgedaan, wijst uit dat optimisme over de toepasbaarheid van de techniek als zodanig gerechtvaardigd is, maar dat er in grote wateren van een meer complexe problematiek sprake kan zijn, die noopt tot een genuanceerde manipulatie van het aquatische systeem. De volgende ervaringen illustreren dit.

- In de Breukeleveense Plas (180 ha) bleef enige reactie op de verwijdering van 70% van de vispopulatie uit. Zoals modelmatige proeven in dit water aantonen is er naast de visstand een overheersende beïnvloeding van het voedselweb door wind en golven en gesuspendeerde modder. Alleen een compartimentsgewijze aanpak, waarbij binnen compartimenten de wind en golven worden geweerd èn de visstand wordt verwijderd, wordt nu in deze plas realistisch geacht. Pas als de compartimenten door waterplanten zijn gekoloniseerd kunnen deze worden vergroot door nieuwe insluitingen van de plas.

- In het Wolderwijd (2700 ha) werd een duidelijke respons van het ecosysteem op de verwijdering van 75% van de visstand waargenomen. Er vond, gelijk in kleine wateren, een explosieve toename van het zoöplankton en van de zichtdiepte plaats. Echter, in tegenstelling tot wat er in proefvijvers gebeurde die in het meer waren aangelegd, was er op het grote water geen sprake van een toename van waterplanten in de zomer na de uitdunning. De bestaande vegetatie verbeterde haar conditie en de zaadbank in het water werd vergroot, maar daar bleef het in eerste instantie bij. Mede als gevolg daarvan (zonder overheersing van waterplanten treed er geen stikstof depletie op tengevolge waarvan de algengroei wordt belemmerd) had een toename van aasgarnalen en de successievelijke onderdrukking van de watervlooien een negatief gevolg: de algenbiomassa steeg en het doorzicht nam sterk af.
  Voor het tweede groeiseizoen na de ingreep waren de prognoses positief. Stoelend op de waargenomen grote produktie aan wintereieren van Daphnia's en op de vaststelling dat de kiembank van waterplanten was vergroot, werd een herintredende helderheid van het meer voor begin mei geprognosticeerd. De ontwikkelingen in het meer in 1992 wezen anders uit. Evenals in 1991 was er pas in de derde week van mei van een significante toename van het zoöplankton sprake en zal er ook nu weer een relatief kort groeiseizoen voor zulke belangrijke plantensoorten als kranswieren en waterpest bestaan. Er is ruimte voor de veronderstelling dat een compartimentering van het meer de kans op welslagen zou hebben vergroot. Kleinere eenheden zijn immers zowel technisch als financieel beter te controleren. Daarbij valt te denken aan een snellere ontwikkeling van waterplanten in eerder opgewarmde kleine arealen; de haalbaarheid om het systeem te beïnvloeden door het uitzetten of verwijderen van organismen; de geringere kosten die met nazorg gemoeid zijn.

- De laatste inzichten op het gebied van de levensvoorwaarden voor snoek maken het aannemelijk dat de terugkeer van onderwaterplanten alleen niet voldoende is voor een duurzaam herstel met betrekking tot een evenwichtig opgebouwde visgemeenschap. Daarnaast dient de zone die door emergente waterplanten in beslag wordt genomen veelal uitgebreid te worden. Daarvoor kan het nodig zijn dat de uitstoeling van de oeverplanten wordt gestimuleerd door de creatie van luwte-gebieden.

Als we deze aspecten in beschouwing nemen, dan kan het realistisch worden geacht om, waar het grotere wateren betreft, een fase-gewijze aanpak voor te staan die enige jaren vergt. In deze aanpak is er geen behoefte meer aan inrichtingswerken, die beroepsvaartuigen doorlaten en die toch de vissen tegenhouden. Immers, gedeelten van een meer of plas kunnen door tijdelijke damwanden worden omsloten zonder dat daarbij hindernissen in de vaargeul worden aangebracht. Waar het bij een dergelijke aanpak dan vooral om gaat is om doorvaart mogelijkheden te creëren voor recreatievaart en voor plaatselijke bewoners die door de omsloten gedeelten mogen of moeten varen.

Of een dergelijke aanpak voor Noordwest-Overijssel de meest geëigende is zal het haalbaarheidsonderzoek dat in 1992 van start gaat moeten uitwijzen. In dit onderzoek gaat de aandacht dan ook met name uit naar de slibhuishouding in de meren. Daarnaast is het van belang om de kiemkracht van de waterbodem vast te stellen en de dynamiek van de voorjaarsbloei van het zoöplankton in kaart te brengen.

Literatuur

Backx, J.J.G.M., Grimm, M.P., Ligtvoet, W., 1992
Visstandbeheer in het Wolderwijd-Nuldernauw in het kader van het BOVAR-project. Deel 1: De reductie van de aanwezige visstand. Rapport Witteveen+Bos i.o.v. Rijkswaterstaat Directie Flevoland.

Berkum, J.A. van, Moonen, L.E.A., Oosterloo, W., 1992.
Plan van aanpak Actief Biologisch Beheer in Noordwest-Overijssel. Rapport Zuiveringschap West-Overijssel.

Commissie Vaarweg Beheer (CVB), 1985.
Richtlijnen voor de afmetingen en vormgeving van vaste en beweegbare bruggen over vaarwegen van de CEMT-klassen I t/m IV.

Hadderingh, R.H., Stoep, J.W. van der, 1986.
Elektriciteitscentrales en vis. Elektrotechniek 64 (11): 1069-1077.

Johnson, I.K., Beaumont, W.R.C., Welton, J.S., 1990.
The use of electric fish screens in the Hampshire Test and Itchen, England.
I.G. Cowx (ed): Developments in electric fishing. Blackwell Scientific Publications, 354 pp.

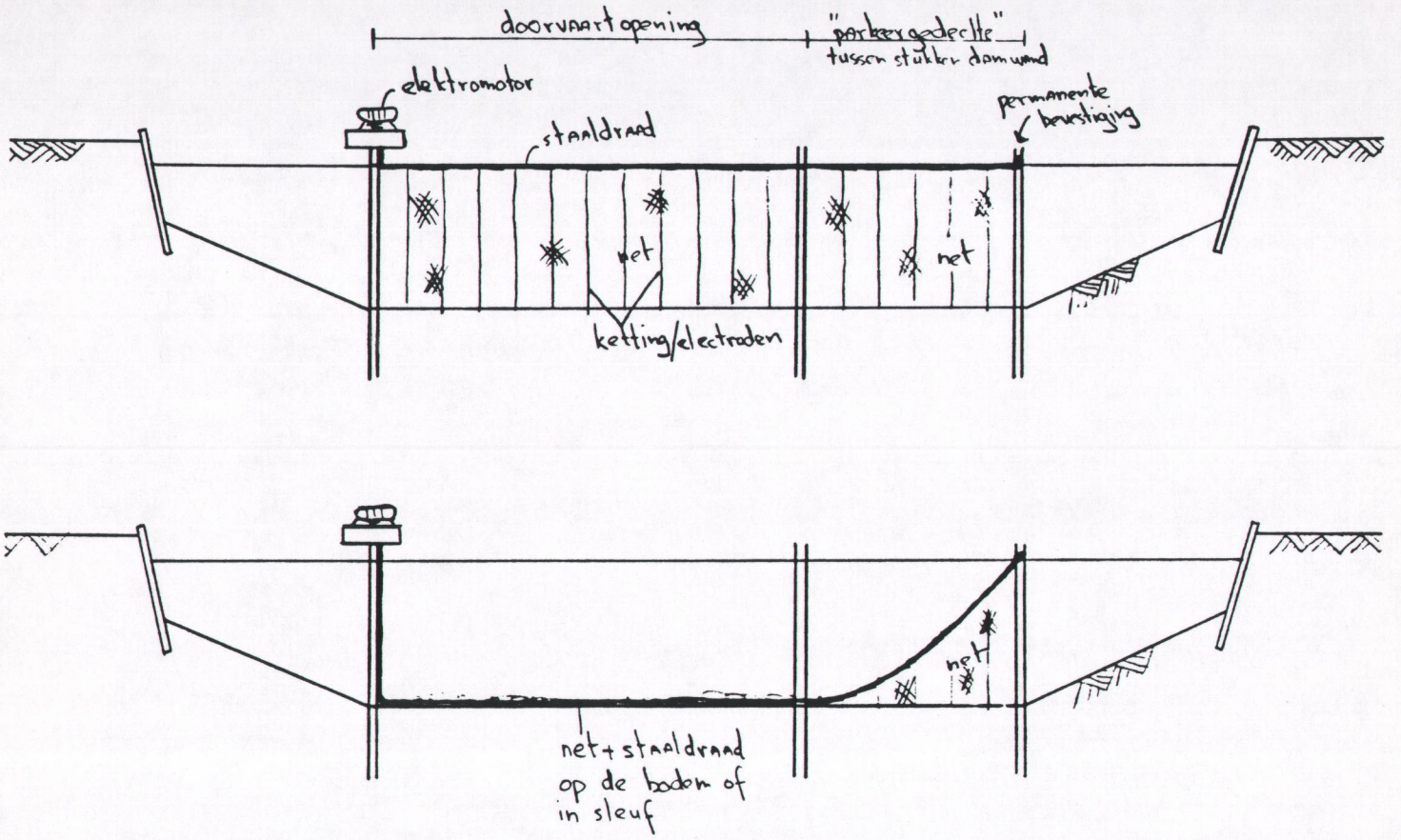
Klinge, M., Grimm. M.P., 1992.
De visstand in het Zuidlaardermeer in 1991 en een eerste inschatting van de haalbaarheid van Actief Biologisch Beheer. Rapport Witteveen+Bos i.o.v. Dienst Zuiveringsbeheer Provincie Groningen.

Stewart, P.A.M., 1990.
Electrified barriers for marine fish.
I.G. Cowx (ed): Developments in electric fishing. Blackwell Scientific Publications, 354 pp.

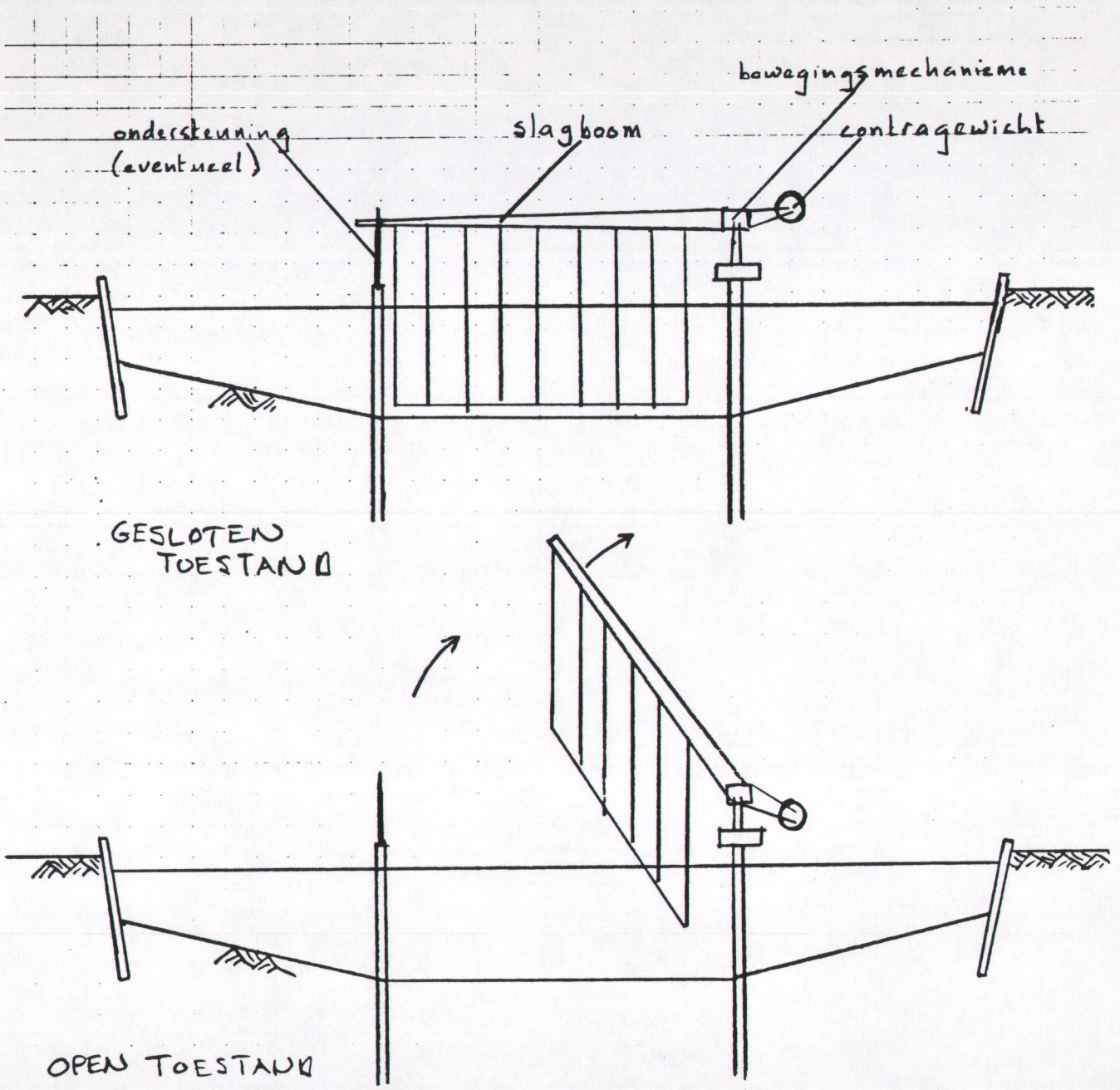
Figuur 1. Schets van een viswering met valnetconstructie. Het net wordt slechts aan één uiteinde bewogen.

Figuur 2. Schets van een viswering met een verticaal bewegende slagboom waaraan een net of kettingen bevestigd zijn. Het is eveneens mogelijk de slagboom horizontaal te laten bewegen.

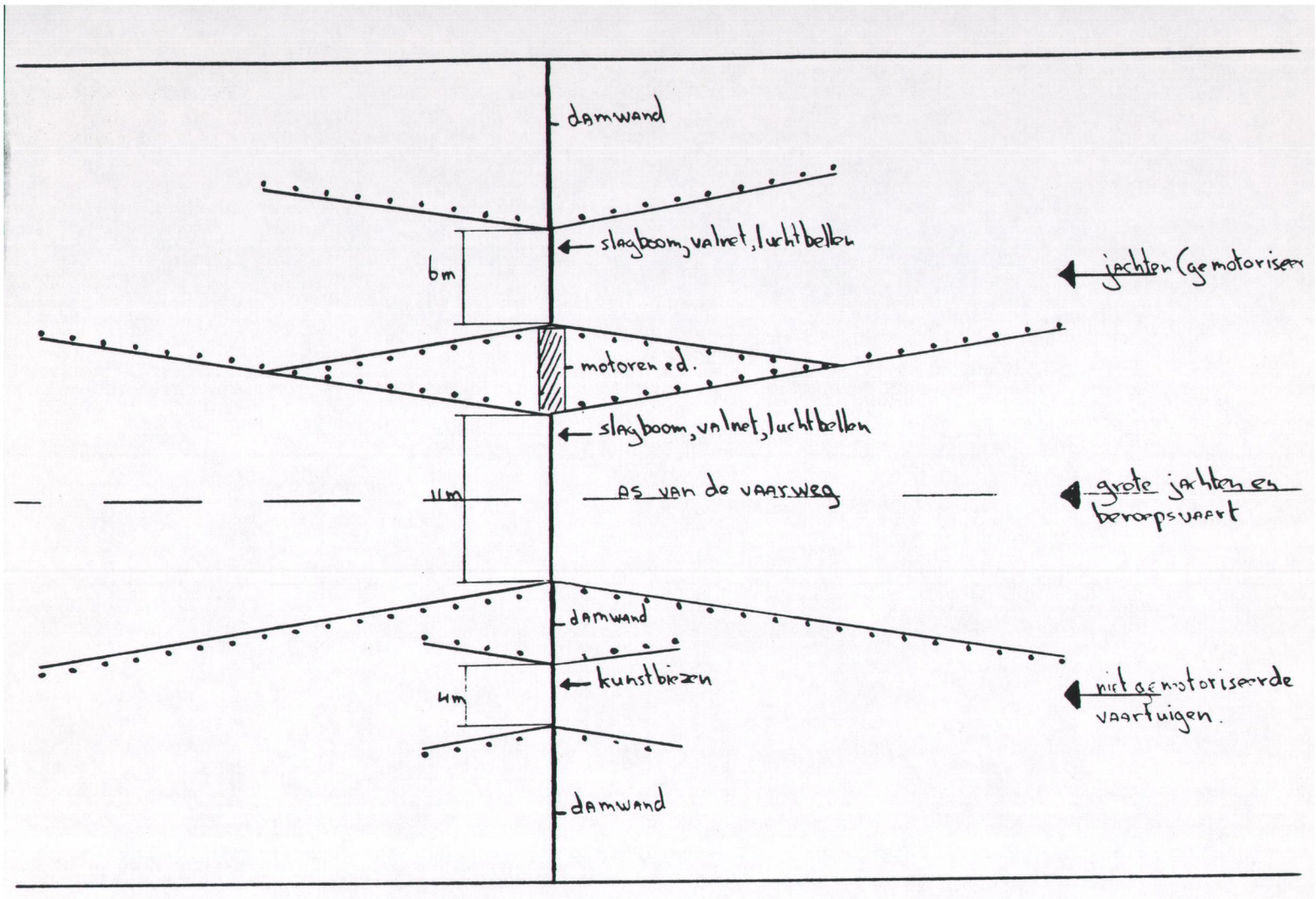
Figuur 3. Schets met een bovenaanzicht van een opstelling van de doorgangen voor de drie categorieën vaartuigen.



Figuur 1. Schets van een viswering met valnetconstructie. Het net wordt slechts aan één uiteinde bewogen.



Figuur 2. Schets van een viswering met een verticaal bewegende slagboom waaraan een net of kettingen bevestigd zijn. Het is eveneens mogelijk de slagboom horizontaal te laten bewegen.



Figuur 3. Schets met een bovenaanzicht van een opstelling van de doorgangen voor de drie categorieën vaartuigen.