

ZS 81 - 04

PASSAGE VAN BLANKVOORN (RUTILUS  
RUTILUS) EN GRASKARPER (CTENOPHARY-  
NGODON IDELLA) DOOR DUIKERS.

GERARD DRIESSEN en MAAIKE VAN DER MEER

ZS 81-04

# RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - IJmuiden - Tel. (02550) 1 91 31

Afdeling: BIOLOGISCH ONDERZOEK ZOETWATERVISSERIJ - SCHUBVIS.

Rapport:

ZS 81 - 04

PASSAGE VAN BLANKVOORN (RUTILUS  
RUTILUS) EN GRASKARPER (CTENOPHARY-  
NGODON IDELLA) DOOR DUIKERS.

Auteurs :

GERARD DRIESSEN en MAAIKE VAN DER MEER

Project:

5-7038 (deelproject). Belemmering van  
vispassage in afhankelijkheid van vorm, ligging  
afmeting, enz. van duikers.

Projectleiders:

P. LEENTVAAR(RIN), J. WILLEMSEN(RIVO), en  
W. VAN DER ZWEERDE(CABO).

Datum van verschijnen:

MEI 1981.

Inhoud:

SAMENVATTING	P.	1
INLEIDING	"	2
WERKWIJZE	"	6
RESULTATEN	"	10
DISCUSSIE	"	16
NABESCHOUWING	"	19

**DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE  
DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.**

196885

Passage van blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en graskarper (*Ctenopharyngodon idella*) door duikers.

### SAMENVATTING

In een serie laboratoriumexperimenten werd de passage bestudeerd van verschillende lengteklassen blankvoorn en graskarper door duikers van 6-7 meter lengte en met verschillende diameters bij, voor de vis, in de duikers heersende tegenstroom, stilstaand water en meestroom.

Door de grote spreiding in de proefresultaten moeten de conclusies met enige voorzichtigheid beschouwd worden.

In het algemeen is er bij blankvoorn en graskarper een positieve relatie tussen duikerdiameter en passage. Stromingsrichting heeft zowel bij blankvoorn als bij graskarper een verschillend effect op de passage van vissen uit verschillende lengteklassen. Is de passage van blankvoorn hoog, dan geschiedt deze passage ook vrij snel. Van grote graskarpers is de indruk ontstaan, dat zij de duikers in deze proefomstandigheden tot schuilplaats gebruikten.

## INLEIDING

In nederlandse wateren zijn duikers veelvuldig aanwezig. Zij vormen, vooral in poldergebieden, de onderlinge verbindingen tussen sloten en kanalen voor het doorlaten van water onder dammen of wegen door. Duikers worden in verschillende vormen en maten toegepast, maar er is eigenlijk niets bekend over de invloed van duikers op de passage van vis.

Dit onderzoek vond plaats op verzoek van de Inspectie Natuurbehoud van het ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk (CRM), het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) en het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO). Deze diensten zijn alle vertegenwoordigd in de 'Werkgroep Graskarper'.

De motivering is wat betreft de hier onderzochte vissoorten niet gelijklopend. Graskarper, een van oorsprong chinese vis wordt in Nederland uitgezet ter bestrijding van overmatige plantengroei. Dit is echter alleen toegestaan indien graskarper vanuit het uitzettingsgebied niet in omringende gebieden kan komen. Dit betekent in de regel dat alle verbindingen met ander water worden afgesloten door spijlenroosters. Ook wanneer men binnen één water slechts een gedeelte met graskarper wil bezetten, moeten dergelijke vrij kostbare en kwetsbare voorzieningen worden getroffen. Indien uit onderzoek zou blijken hoe een duiker geconstrueerd moet worden opdat hierdoor géén graskarper zal passeren, dan zou in een aantal gevallen te overwegen zijn het ontsnappen van graskarpers te voorkomen door het plaatsen van duikers of duikervormige constructies in plaats van roosters. Bij graskarper is het doel het tegenhouden, bij de overige vissoorten is het tegenovergestelde het geval: vis moet zo weinig mogelijk belemmerd worden in zijn trekdrang. Voorkomen moet worden dat vis paai-, fourageer-, en overwinteringsgebieden niet bereiken kan. Bovendien is het noodzakelijk dat vis bij peilverlagingen waarbij sloten

grotendeels droog kunnen vallen (vooral 's zomers) met het wegstromende water mee kan ontsnappen naar dieper water. Van de overige vissoorten is in dit onderzoek alleen blankvoorn bestudeerd. Blankvoorn is een van de meest algemene vissoorten in de nederlandse wateren en was bovendien gedurende de periode van de experimenten beschikbaar.

Het passeren van vis door duikers is op te vatten als het uiteindelijk resultaat van twee elkaar tegenwerkende mechanismen;

1. de doorzwenneiging van de vis, een of andere motivatie van de vis om door een duiker te zwemmen,
2. de belemmerende werking van de duiker.

Een veelheid van factoren kan deze mechanismen beïnvloeden,

- Soort en afmeting van de vis
- Dichtheid
- Druk (polders met veel duikers)
- Hongertoestand van de vis
- Gezondheidstoestand van de vis
  
- Lengte, diameter, kleur, materiaal en vorm van de duiker
- Afstand van de duikeropening tot de bodem
- Lengte van het duikergedeelte dat uitsteekt uit het talud
- Waterhoogte, stromingsrichting en stroomsnelheid in de duiker
  
- Invloed van het seizoen (temperatuur, paaitijd, winterrust enz.)
- Dag - nacht invloeden
- Milieuvloeden ( $O_2$ -gehalte, vegetatie enz.)
- Verontrusting (bijv. ten gevolge van verkeer, recreatie)

Het is duidelijk dat voor een onderzoek naar de effecten van bovengenoemde factoren, die van invloed kunnen zijn op de passage van vis door duikers, een zeer uitgebreid onderzoeksprogramma nodig is. De onderzoeksmogelijkheden in dit project waren echter dusdanig beperkt, dat slechts een drietal factoren onderzocht kon worden bij de twee genoemde vissoorten.

### Vraagstelling

Wat is het effect van duikerdiameter en stromingsrichting in de duiker op de passage door duikers van blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en graskarper (*Ctenopharyngodon idella*) van verschillende lengte.

Om een antwoord hierop te vinden werden in een serie laboratoriumexperimenten duikerdiameter, stromingsrichting en vislengte gevarieerd voor ieder van de twee vissoorten en werd in elke proef het aantal vissen dat na een bepaald tijdsbestek door de duiker gezwommen was, vastgesteld.

### Keuze en relevantie van de onderzochte variaties:

#### Duikerdiameter

Het meest gebruikte duikertype in Nederland is een buis van ongeveer 50 cm doorsnede en een sterk variërende lengte. De proefomstandigheden in het laboratorium beperkten de maximaal uit te testen duikerlengte tot ongeveer 7 meter. Deze lengte benadert in veel polders de werkelijke duikerlengte, aangezien op veel plaatsen slechts kleine dammetjes of smalle wegen 'overbrugd' behoeven te worden. De duikerdiameters die in deze proeven getest zijn, zijn allemaal kleiner dan 50 cm. Aangenomen is dat vissen die door duikers ~~zwemmen van~~ een diameter die kleiner is dan 50 cm dit ook zullen doen door duikers van een grotere diameter.

#### Stromingsrichting in de duiker

Vooraf in de zomer worden in Nederland talloze polders bemalen. Behalve dat hierdoor het waterpeil in sloten en kanalen verandert, resulteert dit in een waterstroom door de duikers, die op zich weer van invloed kan zijn op de passage van vis door die duikers. Dit is temeer relevant omdat van zeer veel vissoorten bekend is, dat zij de neiging hebben om tegen de waterstroom in te zwemmen. Aangezien bij bemalingen het waterpeil in sloten ongewenst laag kan worden, lijkt dit voor de vis een nadelige reactie.



### Vislengte

Van graskarper zijn twee verschillende lengteklassen gebruikt en van blankvoorn drie. De keuze van de kleinste klasse graskarper is eigenlijk niet relevant, omdat die vislengte niet uitgezet wordt en graskarper zich onder de nederlandse klimaatomstandigheden niet kan voortplanten. De lengte van de grote graskarpers, die in deze proeven gebruikt werden, is gelijk aan de uitzetlengte.

Het onderscheid in lengteklassen bij blankvoorn werd vooral belangrijk geacht omdat de levenswijze van juveniele en volwassen vissen in het algemeen en wellicht ook ten aanzien van duikers verschillend is. Eveneens zijn er uiteraard grote verschillen in zwemcapaciteit.

Zoals reeds gezegd is vispassage door duikers op te vatten als het resultaat van enerzijds de doorzwemneiging van de vis en anderzijds de belemmerende werking van de duiker hierop. Het is dus noodzakelijk de doorzwemneiging van de vis gedurende de proeven konstant te houden om de zuivere relatie tussen diameter, stromingsrichting in de duiker, vislengte en vispassage waar te kunnen nemen. Aangezien ten dele werd gewerkt met vis van verschillende herkomst en konditie en doorzwemneiging in de vis niet gemeten kon worden, lijkt het uitgesloten van een konstante doorzwemneiging te kunnen spreken, zelfs binnen een enkele proef. Gepoogd is dit probleem te ondervangen door het voor de vis zo onaantrekkelijk mogelijk te maken in de ruimte voor de duikeropening, zodat zij in een verhoogde stresstoestand komt te geraken. Verondersteld werd dat op deze wijze individuele verschillen in doorzwemneiging zo klein mogelijk gehouden werden.

## WERKWIJZE

### De vissen

Blankvoorn was afkomstig uit het IJselmeer, het Binnen-IJ en uit de Lek. Tot het moment waarop de vissen in de proeven gebruikt werden, waren zij opgeslagen in 200 liter bakken bij een temperatuur van 20°C. Vooral de eerste zending vis bevatte veel vissen die witte stip hadden (*Ichthyophthirius multifiliis*, Fouquet). Verschillende keren werden deze vissen behandeld met Contra Ichtyo, Sera Costapur of Tetra Contralck 80. Na de behandelingen is witte stip niet meer waargenomen. De laatste zending vis bevatte een aantal vissen met open huidwonden en infecties.

Graskarper werd betrokken van de O.V.B. kwekerij te Lelystad en werd bewaard in 2500 liter bakken bij een temperatuur van 4-10°C. Minimaal 24 uur voordat de graskarpers in de proeven gebruikt werden, werden zij overgezet in een 2500 liter bak met water van 15°C.

### De proefopstelling

Door de afdeling Hydraulica van de L.H. Wageningen was voor deze proeven een goot van 11 x 2,4 x 1,1 meter ter beschikking gesteld (zie fig. 1). In deze goot werd met behulp van houten schotten een trogvormige ruimte (8) gemaakt. Door middel van tussenschotten (9) werd deze ruimte weer in drieën verdeeld, zodat er voor de vissen kleine kale troggen overbleven zonder schuilgelegenheid. In het talud (7) waren drie openingen uitgespaard, waar PVC-pijpen van verschillende diameter precies in pasten en die met een PVC klepje konden worden afgesloten. In fig. 1 zijn de duikermaten ingetekend zoals die gebruikt werden voor de proeven met blankvoorn, namelijk duikers met een diameter van 7,5, 15 en 25 cm en een lengte van 7 meter. De onderzijden van deze duikers lagen respectievelijk 15, 10 en 5 cm boven het diepste punt van de trog. De Ø25 duiker bestond uit twee aan elkaar gelaste pijpen, waarvan het achterste gedeelte van drie meter lengte wit van kleur



was. Het voorste gedeelte, dat dus uitkwam in de trog, en de overige duikers waren donkergrijs van kleur. De duikerdiameters die gebruikt werden voor de proeven met graskarper waren respectievelijk 15, 25 en 40 cm en de afstand van de onderzijde van deze duikers tot de bodem was 10 cm. De Ø40 duiker was geheel wit van kleur en bovendien maar 6 meter lang, de Ø15 en Ø25 duikers waren dezelfde als die uit de blankvoornproeven. Aan de uitzwemzijde van de duikers was een net (5) in het water gehangen, zodat na een proef in een keer alle vissen die de duiker gepasseerd waren konde worden weggevangen.

Water kon in de goot gepompt worden (1) dat via een overstort (2) en twee roosters (3 en 4) in de eigenlijke proefruimte van de goot terecht kwam. Aan de andere zijde van de goot bevond zich een overloop (10), waaronder het water dat hier uit stroomde weer opgevangen werd en teruggebracht in het circuit. Het water in dit interne circuit was van oorsprong leidingwater en had een temperatuur van ongeveer 18°C.

De proefopstelling was demontabel. Daardoor kon hij gemakkelijk in z'n geheel worden omgekeerd en was het dus mogelijk om proeven te doen met voor de vis tegenstroom, stilstaand water en meestroom in de duikers. In de tabellen zullen in het vervolg tegenstroom, stilstaand water en meestroom met de symbolen +, 0 en - aangegeven worden. Tabel I geeft een overzicht van de stroomsnelheden in centimeters per seconde, die van tijd tot tijd tussen de proeven door met behulp van een A. Ott CURRENT METER werden vastgesteld. Metingen met dezelfde CURRENT METER toonden aan, dat in de duikers een turbulente waterstroom heerste, zodat de stroomsnelheden overal in de duikers gelijk waren aan die in tabel I, behalve op plaatsen zeer dicht bij de duikerwanden.

De waterdiepte in de goot was gedurende alle proeven 80 cm.

#### De proeven

Alle proeven werden uitgevoerd in de periode tussen december 1880 en maart 1891. Direkt voor een proef werden in

Blankvoorn proeven	Ø25	Ø15	Ø7,5 cm
+	11±2	10±2	12±2
-	15±2	18±2	14±2

Graskarper proeven	Ø40	Ø25	Ø15
+	5±2	9±2	8±2
-	5±2	9±2	8±2

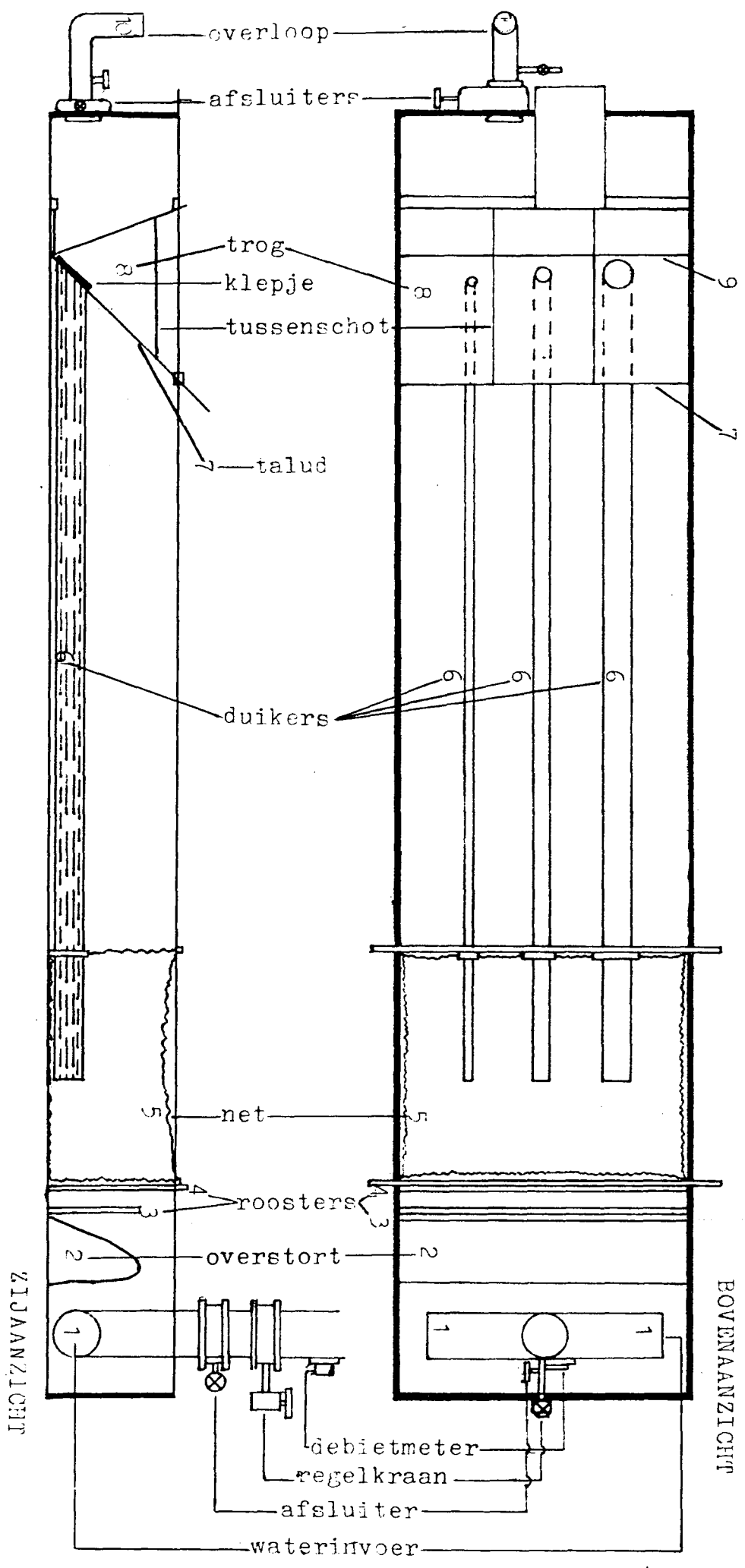
Tabel I. Stroomsnelheden door de duikers in cm/s tijdens blankvoorn- en graskarperproeven.

ieder van de drie troggen 10 vissen overgebracht, waarbij de duikeringen door klepjes waren afgesloten. Blankvoorns hadden gedurende een periode van 48 uur voorafgaande aan een proef niet gegeten. Na 30 minuten werden de klepjes voor de duikeropeningen opgehaald. Een waarnemer, naast of boven de goot gezeten, noteerde de exacte passages tijden. Daar echter de helderheid van het water in het circuit nogal onderhevig was aan sterke veranderingen, was dit helaas niet altijd mogelijk. In zulke gevallen werd na het verlopen van de proefduur het aantal passages teruggerekend uit het aantal vissen dat nog in de trog werd teruggevangen en het aantal vissen dat uit de duiker gejaagd werd.

Alle proeven duurden twee uur en voor iedere proef werd altijd verse, dus nog niet aan de proefomstandigheden blootgestelde, vis gebruikt.

Terugzwemmen in een duiker nadat passage had plaatsgevonden werd zelden waargenomen. Het ruimvallende net aan het uiteinde van de duikers bood in allerlei hoekjes en plooiën veel schuilgelegenheid voor de vissen. Meestal echter hielden de gepasseerde vissen zich gedurende de reterende proeftijd onder de duikers op. Dit ondersteunt het idee dat de troggen inderdaad onaantrekkelijk waren voor de vis.

Figuur 1.  
 Boven en zij aanzicht van de proefgoot.  
 Schaal 1 : 20  
 Zie tekst voor de verklaring van cijfers.



## RESULTATEN

### 1. Duikerpassage van blankvoorn in twee uur.

Tabel II geeft de resultaten van alle proeven met blankvoorn. De proeven met tegenstroom en met stilstaand water in de duikers zijn vijf maal herhaald, de proeven met meestroom drie maal. Van de proeven waarvan maar drie herhalingen beschikbaar zijn, zijn de lineaire extrapolaties naar vijf herhalingen tussen haakjes weergegeven. Wat direkt opvalt is de soms grote variatie in de herhalingen. De gesommeerde waarden van de herhalingen, die in de meest rechte kolom van tabel II weergegeven zijn, kunnen al een eerste indruk geven van de effecten van vislengte, stromingsrichting en duikerdiameter op de passage van blankvoorn.

Passage van blankvoorn door duikers vindt in 20 van de 27 typen proeven plaats. De zeven situaties waarin in het geheel geen passage plaats vindt, betreffen proeven met meestroom, de kleinste duikerdiameter ( $\emptyset 7,5$  cm) en/of de kleinste vislengteklasse (4-6 cm).

#### a. De vislengteklasse 4-6 cm.

De vis uit deze klasse passeert over het algemeen weinig de duikers. In totaal zijn van deze klasse 17 (=4%) vissen de duikers gepasseerd, tegen 137 (=35%) vissen van de klasse 10-20 cm en 95 (=24%) vissen uit de 20-30 cm klasse. Passages vinden bij tegen- en meestroom het meeste plaats door de  $\emptyset 25$  cm duiker, terwijl in stilstaand water er nauwelijks sprake is van passage. In percentages uitgedrukt bedragen de passages door duikers van 7,5 - 15 en 25 cm in diameter respectievelijk 1,3 - 2,0 - 12,0%. Voor de stroomrichtingen tegen-, geen-, en meestroom bedragen deze respectievelijk 4,7 - 0,7 - 10,0%.

#### b. De vislengteklasse 10-20 cm.

Vissen uit deze klasse passeren meer dan die uit de andere lengteklassen (zie 1a). Er lijkt voor alle stromingsrichtingen een positief verband te bestaan tussen duikerdiameter

Tabel II. Aantallen passages door duikers in twee uur van 117 proeven met blankvoorn van drie lengteklassen, met tegen-, geen-, en meestroom door drie verschillende duikerdiameters. De proeven met tegen-, en geen stroom zijn vijf maal herhaald, die met meestroom drie maal. In de meest rechtse kolom staan de totalen van de herhalingen. De waarden van de lineaire extrapolaties naar vijf herhalingen van de proeven met meestroom staan tussen haakjes weergegeven.

vis- lengte (cm)	stro- mings- rich- ting	duiker- dia- meter (cm)	aantallen vissen in twee uur gepasseerd (p)					totaal
4-6	+	7,5	0	0	0	0	0	0
		15	0	0	0	0	0	0
		25	0	4	0	1	2	7
	0	7,5	0	0	0	0	0	0
		15	0	0	0	0	0	0
		25	0	0	1	0	0	1
	-	7,5	0	1	0			1(2)
		15	2	0	0			2(3)
		25	6	0	0			6(10)
10-20	+	7,5	0	1	0	4	0	5
		15	0	7	5	0	9	21
		25	7	10	10	1	10	38
	0	7,5	0	0	0	0	0	0
		15	10	10	0	3	0	23
		25	10	10	7	3	9	39
	-	7,5	0	0	1			1(2)
		15	0	0	0			0(0)
		25	0	1	9			10(17)
20-30	+	7,5	2	6	0	1	0	9
		15	6	8	5	7	2	28
		25	0	9	3	0	4	16
	0	7,5	0	1	0	2	0	3
		15	2	0	0	3	0	5
		25	5	7	0	3	3	18
	-	7,5	0	0	0			0(0)
		15	0	2	0			2(3)
		25	9	4	1			14(23)

N.B. Na transformatie van de passagegetallen (p) tot  $\arcsin\sqrt{(p/10)}$  is een drie weg variantie analyse toegepast. De analyse toonde aan dat geen van de factoren; duikerdiameter, stromingsrichting en vislengte significant verschillende passage veroorzaakten ( $\alpha=0,05$ ). Wel werd interactie gevonden tussen vislengte en duikerdiameter ( $F_{90}^4=3,86$ ,  $\alpha=0,05$ ).

en passage. De passage bij tegenstroom en stilstaand water is nagenoeg hetzelfde (respektievelijk 64(=42,7%) en 62(=41,3%) vissen). Ook de aantallen vissen die de verschillende duikerdiameters passeren liggen in dezelfde grootte orde (respektievelijk 5(=10,0%), 21(=42,0%), 38(=76,0%) vissen tegen 0(=0,0%), 23(=46,0%), 39(=78,0%) vissen). Bij meestroom ligt de passage beduidend lager, maar van de 11(=12,2%) vissen trekken ook hier de meeste (10) door de  $\varnothing$ 25 cm duiker.

c. De vislengteklasse 20-30 cm.

Van deze klasse zijn in totaal 95 vissen de duikers gepasseerd. Het positieve verband tussen duikerdiameter en passage gaat alleen nog op voor de proeven met stilstaand water en meestroom. De passage bij stilstaand water en bij meestroom is nagenoeg hetzelfde, ook per duikerdiameter beschouwd (respektievelijk 3(=6,0%), 5(=10,0%), 18(=36,0%) en 0(=0,0%), 2(=6,6%), 14(=46,6%) vissen). De passage bij tegenstroom in deze klasse is veruit het hoogst: 53(=35,3%) vissen tegen 26(=17,3%) en 16(=17,7%) vissen bij stilstaand water en meestroom.

Bovenstaande conclusies zijn alle min of meer 'op het oog' getrokken uit tabel II. Een drie weg variantie analyse toonde aan, dat geen van de factoren duikerdiameter, stromingsrichting en vislengte significant verschillende passages veroorzaakten. Hierop wordt in de discussie nog nader ingegaan.

2. Passagetijden van blankvoorn.

Zoals reeds gezegd is het lang niet altijd mogelijk geweest de exacte passagetijd, dat wil zeggen de tijd die verliep tussen het begin van een proef en het moment waarop een vis door de duiker gezwommen was, vast te stellen, als gevolg van de troebelheid van het water in de proefgoot. De passagetijden van de vissen in een serie proeven waar dat wel vastgesteld kon worden, zijn samengevat in tabel III.

Tabel III. De aantallen blankvoorn (10-20 cm) die in een reeks proeven met stilstaand water en een duiker van  $\varnothing 25$  cm in het eerste, tweede, derde en vierde half uur van een proef de duiker passeerden en het aantal vissen dat de duiker in die proef niet passeerde.

	Aantal vissen gepasseerd in het				Aantal vissen niet gepasseerd
	1 <sup>e</sup> half uur	2 <sup>e</sup> half uur	3 <sup>e</sup> half uur	4 <sup>e</sup> half uur	
proefnummer 1	0	0	2	1	7
2	7	0	0	0	3
3	7	0	0	0	3
4	0	3	0	1	6
5	10	0	0	0	0
6	8	1	0	0	1
7	10	0	0	0	0

Wanneer het merendeel van de vissen de duiker niet passeert, vinden de passages vrij laat plaats (proefnummers 1 en 4, tabel III). Is de totale passage hoog, dan vinden vrijwel alle passages in het eerste half uur van de proef plaats (proefnummers 2, 3, 5, 6 en 7, tabel III). Dit beeld is niet alleen karakteristiek voor dit type proef (10-20 cm, geen stroom,  $\varnothing 25$  cm), maar werd algemeen waargenomen. De overige proeven met blankvoorn, waarbij nauwkeurige passagetijden konden worden vastgesteld zijn echter te schaars om op bovenstaande wijze te bewerken.

### 3. Duikerpassage van graskarper in twee uur.

Tabel IV geeft de resultaten van alle proeven met graskarper. Hier zijn alle proeven vijf maal herhaald. Ook hier valt de grote variatie in aantallen gepasseerde vissen in de herhalingen op. De gesommeerde waarden van de herhalingen zijn weer in de meest rechtse kolom van tabel IV weergegeven. Passage van kleine graskarper (8-12 cm) vindt in 7 van de 9 typen proeven plaats. Passage van grote graskarpers (30-40 cm) vindt in alle typen proeven plaats.



Tabel IV. Aantal passages door duikers in twee uur van 90 proeven met graskarper van twee lengteklassen, met tegenstroom, stilstaand water en meestroom en door vier verschillende duikerdiameters. Alle proeven zijn vijf maal herhaald. In de meest rechtse kolom staan de totalen van de herhalingen.

vis- lengte (cm)	stro- mings- rich- ting	duiker- dia- meter (cm)	aantal vissen in twee uur gepasseerd (p)					totaal
8-12	+	7,5	0	0	0	0	0	0
		15	0	0	7	0	4	11
		25	1	3	10	8	8	30
	0	7,5	1	0	0	0	0	1
		15	3	0	0	0	0	3
		25	8	3	10	0	0	21
	-	7,5	0	0	1	0	0	1
		15	0	0	0	0	0	0
		25	2	2	10	1	1	16
30-40	+	15	0	0	1	0	0	1
		25	2	1	2	0	0	5
		40	3	8	9	4	2	26
	0	15	2	8	1	0	3	14
		25	8	10	5	2	5	30
		40	8	10	9	10	10	47
	-	15	3	5	8	4	8	28
		25	3	4	9	7	10	33
		40	3	4	10	2	7	26

N.B. Na transformatie van de passageaantallen tot  $\arcsin\sqrt{(p/10)}$  is voor beide vislengteklassen een twee weg variantie analyse toegepast. De analyse toonde aan, dat de factoren duikerdiameter en stromingsrichting geen significant verschillende passage veroorzaakten ( $\alpha=0,05$ ).

a. De vislengteklasse 8-12 cm.

In totaal zijn van deze klasse 83(=18%) vissen de duikers gepasseerd. Over het algemeen is er een positieve relatie tussen duikerdiameter en passage,  $\emptyset 7,5$  cm: 2 vissen,  $\emptyset 15$  cm: 14 vissen en  $\emptyset 25$  cm 67 vissen. Eveneens bestaat er een relatie tussen stromingsrichting en passage, bij tegenstroom passeren totaal meer vissen (41) dan bij geen stroom (25 vissen), bij meestroom weer minder (17 vissen).

b. De vislengteklasse 30-40 cm.

Deze grote graskarpers passeren duidelijk veel meer de duikers (207 vissen, 46,0%) dan de vislengteklasse 8-12 cm. Alleen bij tegenstroom en geen stroom is er een positieve relatie tussen duikerdiameter en passage. Bij meestroom passeren door alle duikers ongeveer evenveel vissen. Bij meestroom en geen stroom passeren in totaal ongeveer evenveel vissen (respektievelijk 90(=60,0%) en 87(=58,0%) vissen), bij tegenstroom ligt dit aantal beduidend lager (32(=23,3%) vissen).

4. Passagetijden van graskarper.

Het is van de meeste graskarperproeven niet mogelijk geweest de exakte passagetijden vast te stellen. Opvallend was dat graskarper zich zeer lang in de duiker ophield.

Op de resultaten van de graskarperproeven is voor iedere vislengteklasse een twee weg variantie analyse toegepast. De analyse toonde aan dat geen van de factoren duikerdiameter en stromingsrichting significant verschillende passages veroorzaakten.

## DISCUSSIE

In het algemeen is er bij blankvoorn sprake van een positieve relatie tussen duikerdiameter en passage. Deze positieve relatie kan ten dele verklaard worden door het feit dat de wijdere duikers ook in relatieve zin, dat wil zeggen de diameter ten opzichte van de afmeting van de trog, groter zijn. De grotere duikers kunnen dus eerder door de vis gevonden worden en het inzwemmen kan dus ook eerder gebeuren.

Stromingsrichting heeft een verschillend effect op de passage van blankvoorn van verschillende lengte. Vis uit de 4-6 cm klasse passeert het meest bij meestroom en vissen uit de grotere klassen passeren het meest bij tegenstroom. Dit laatste is in overeenstemming met het verschijnsel dat vis in het algemeen de neiging heeft om tegen de stromingsrichting van het water in te zwemmen. Dat dit niet terug te vinden is in de passageaantallen van de blankvoorns uit de kleinste klasse kan wellicht verklaard worden door de lagere zwemcapaciteit ten opzichte van grotere vissen. Het was niet mogelijk om tijdens de proeven te zien wat er in de duikers gebeurde, maar het is mogelijk dat de kleinste visjes al tegen de stroom inzwemmend de duikers bij meestroom zijn gepasseerd, louter doordat zij het niet volhielden om lange tijd tegen de stroom in te zwemmen. Dat de kleinste blankvoorns bij tegenstroom wel, zij het in mindere mate door de Ø25 cm duiker konden zwemmen, kan wellicht verklaard worden door de iets lagere stroomsnelheid in die duiker (zie tabel I) bij de tegenstroomproeven, zodat ondanks de tegenstroom het traject van 7 meter door de duiker nog net te 'overbruggen' was.

Het feit dat de kleinste klasse blankvoorn over het geheel genomen de duikers weinig passeert, kan samenhangen met de mogelijkheid die zij hebben om, dankzij hun kleine afmeting, gebruik te maken van kieren en spleten in de trog

als schuilgelegenheid. Hierdoor kan de neiging om in de duiker te zwemmen afnemen. Dit gedrag is dan ook herhaaldelijk waargenomen.

Evenals bij blankvoorn is bij graskarper de vindkans van de duikeropening een mogelijke verklaring voor de grotere passageaantallen door de grotere duikers. Het feit dat de grote graskarpers bij meestroom de verschillende duikers ongeveer evenveel passeren blijft hiermee nog onverklaard.

Zoals ook eerder gezegd, heeft vis in het algemeen de neiging om tegen de stroom in te zwemmen, wat ook bij alle graskarperproeven waargenomen is. De grotere passageaantallen van kleine graskarper bij tegenstroom bevestigen dit. De passageaantallen van grote graskarper bij de verschillende stroomrichtingen zijn hiermee echter niet te verklaren. Uit het feit dat grote graskarpers zich zeer lang in de duikers ophouden is de indruk ontstaan dat grote graskarpers de duikers als schuilgelegenheid gebruiken. Dit betekent dat het aantal grote graskarpers dat de duikers uiteindelijk passeert niet meer te interpreteren is als het resultaat van een belemmerende werking van de duikers op de passage.

Alle blankvoorn en graskarperproeven zijn ingezet met tien vissen. De troggen waren echter allemaal even groot. Dit had als resultaat dat de relatieve hoeveelheid ruimte die voor de vissen beschikbaar was, veel groter was voor de kleinste visklassen dan voor de grotere. Wanneer passage door duikers van de relatieve hoeveelheid ruimte per vis afhankelijk is, en het lijkt niet onredelijk dit te veronderstellen, dan is dit eveneens een verklaring voor het feit dat de kleinste klassen in veel mindere mate de duikers passeren.

Alle in dit rapport veronderstelde effecten van duikerdiameter, stromingsrichting en vislengteklasse zijn niet

significant (zie ook noten bij tabel II en tabel IV). Dit komt voort uit de grote variatie in de replicaties van de proeven. Deze variatie werd mogelijk ten dele veroorzaakt door de volgende factoren, die tijdens de proefperiode niet konstant gehouden konden worden;

1. Waterkwaliteit. De helderheid van het water in de proefgoot was nogal aan sterke schommelingen onderhevig.
2. De conditie van de vis. De voedings- en gezondheidstoestand van de vissen was mogelijk niet gelijk door het verschil in herkomst.
3. Verstoring tijdens de proeven. De gehele proefopstelling bevond zich in een hal waar het ten gevolge van werkzaamheden nogal lawaaiërig kon zijn.

### NABESCHOUWING

Gezien de stressomstandigheden waaronder en de dichtheid waarmee gewerkt is, zijn de passageaantallen in vergelijking tot natuurlijke omstandigheden wellicht een overschatting.

Toch kunnen de resultaten van dit laboratoriumonderzoek geen garantie bieden dat zelfs duikers met een diameter van 15 cm een voorziening zouden kunnen vormen om gras-karper binnen het uitzetgebied te houden.

Wordt bij de aanleg van duikers overwogen dat vis zo weinig mogelijk gehinderd wordt door zo'n voorziening, dan lijkt het gezien de resultaten van dit onderzoek wenselijk, dat duikers met een grote diameter worden toegepast. Voor blankvoorn betekent dit een diameter van 25 cm of groter.