Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Rijksinstituut voor Visserijonderzoek

Optimalisatie ROV

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR
VISSERIJONDERZOEK

Reductie van de sleepweerstand van umbilicals door toepassing van gevlochten nylon franje

D. de Haan

rivo-dlo



RAPPORT 94.015
december 1994

Optimalisatie ROV

Reductie van de sleepweerstand van umbilicals door toepassing van gevlochten nylon franje

D. de Haan

RAPPORT 94.015
december 1994

RIVO Rapport 94.015

Optimalisatie ROV

Reductie van de sleepweerstand van umbilicals door toepassing van gevlochten nylon franje

D. de Haan

december 1994

DLO-Rijksinstituut voor Visserijonderzoek
Haringkade 1
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Telefoon: 02550 64646
Telefax: 02550-64644

Inhoudsopgave:

Samenvatting 4

1. Inleiding 4

2. Materiaal en methode 6

2.1 Umbilicals en franjes 6

2.2 Beschrijving apparatuur 8

2.2.1 Sensoren 8

2.2.2 Datalogger 10

2.2.3 Video registraties 10

2.3 Methode 10

3. Metingen 11

3.1 Resultaten DE REGT umbilical 11

3.2 Resultaten ROV umbilical 13

4. Conclusie en aanbevelingen 17

4.1 DE REGT umbilical 17

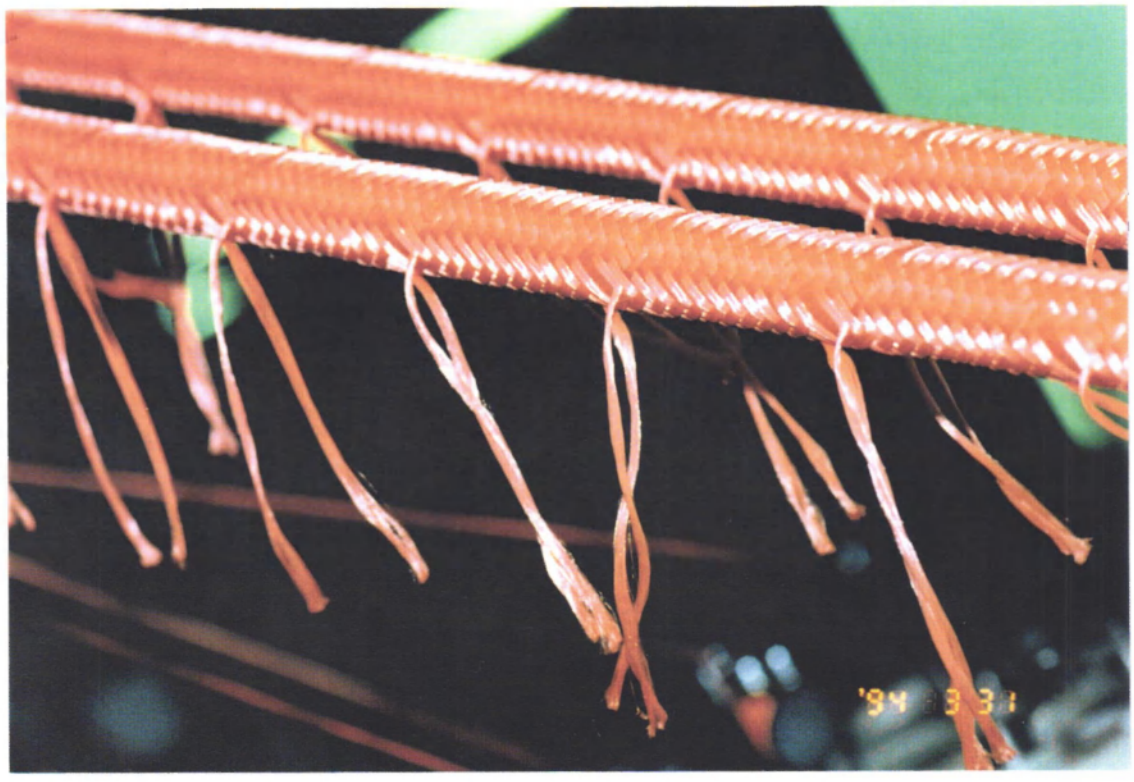
4.2 ROV Umbilical 17

5. Aanbevelingen 17

6. Referenties 17

7. Bijlagen 18

1. Constructie umbilical ROV
2. Constructie umbilical De Regt
3. Fotoreportage



Prototype generatie 2 franje type 3 (foto DE REGT)

Samenvatting

ROV-observaties aan grote pelagische vistuigen en 12 m boomkor vistuigen aan boord van RV "TRIDENS" worden hoofdzakelijk beperkt door het hoge schroefvermogen en in mindere mate door de sleepweerstand van ROV en umbilical.
De sleepweerstand van de flexibele umbilical wordt voor een deel bepaald door oscillaties in de umbilical, het zgn. effect "cable strumming". Het voorkomen van oscillaties heeft een tweeledig doel. Het actiebereik kan vergroot worden, maar ook worden dynamische belastingen (vermoeiïng) op de koperverbindingen gedempt, waardoor de levensduur verhoogd wordt. Oscillaties kunnen bestreden worden door over de umbilical een franje, een zgn."haired fairing", te vlechten.
Ten einde een inzicht te verkrijgen in het rendement werden er weerstandsmetingen uitgevoerd aan twee verschillende types umbilical in combinatie met een aantal typen franjes. De resultaten van de metingen geven aan, dat de sleepweerstand enorm kan toenemen. Het dieptebereik van franje type 1 over de umbilical DE REGT nam alleen bij snelheden tussen 3 en 4 mijl iets toe. Vanaf 5 mijl nam de sleepweerstand bij dit type met ca. 65 % toe. De andere franjes over deze umbilical zijn niet efficient. Het dieptebereik neemt af en de sleepweerstand stijgt kwadratisch, in het slechtste geval (type 10-2 rij) met ca. 150 %.
De experimentele ANZALON franje over de meer flexibele ROV-umbilical is het meest effectief. Het dieptebereik neemt dan toe met ca. met 10 %. In alle gevallen is de gevlochten kous voor een groot deel verantwoordelijk voor de weerstandstoename (ca. 30 %). Er zou aanzienlijk op het materiaal van de franje bespaard kunnen worden. Video opnames laten zien, dat oscillaties in beide umbilicals in alle gevallen gedempt worden. Het verdient de aanbeveling het gedrag van het prototype (franje type 3) te meten, zodat bepaald kan worden of er nog verdere aanpassingen nodig zijn.

1. Inleiding

Tijdens observaties aan boord van RV "TRIDENS" met de "Mermaid explorer" aan 12 m boomkorvistuigen en een groot pelagisch vistuig bleek het dieptebereik een beperkende faktor. Het ROV werd tijdens observaties aan het pelagisch vistuig met een uitgevierde lengte van 700 m en een sleepsnelheid van 5 mijl gesleept. Observaties bleven slechts beperkt tot de bovenzijde van het vistuig. Na een verzwaring van het ROV met 20 % van het totale gewicht bleek de winst slechts ca. 3 m te bedragen.
Het dieptebereik wordt bepaald door de volgende faktoren:

1. De sleepweerstand van het ROV
2. De magnusrotor prestaties
3. Het schroefvermogen.
4. De ROV-umbilical.
    a. Constructie afhankelijke component
    b. Dynamische component (oscillaties, "cable strumming").

1. *De sleepweerstand van het ROV*

Het optimaliseren van de sleepweerstand was in het ontwerp van het nieuwe "Double Dutch" ROV een belangrijk uitgangspunt. De sleepweerstand wordt bepaald door de aangestroomde oppervlakte. Bepalend zijn de ophanging en afmetingen van de magnus-rotoren en het frame. Ondanks de uitbreiding van de mogelijkheden (hover mode), de verhoging van het hydraulisch vermogen (60 %) en de uitvoering van het frame in roestvrij staal, steeg de sleepweerstand bij 5 mijl slechts met circa 8 % (De Haan, 1994).

2. *De magnusrotor karakteristieken*

De magnusrotor karakteristiek is in het ontwerp en uitvoering van het ROV "Double Dutch" aanzienlijk verbeterd. Het rotortoerental (Mermaid Explorer) werd van 600 omw/min opgevoerd naar 1200 omw/min. Berekeningen tonen aan, dat de magnus-duikkracht bij 7 mijl daardoor vergroot werd van 219 kgf naar 623 kgf (Tietjens, 1934). De invloed op het dieptebereik bij een hoog schroefvermogen zal pas bekend worden na een performance test met het ROV "Double Dutch" in combinatie met een pelagisch vistuig van 5600 mazen (TRIDENS 93-04).

3. *Het schroefvermogen*

Het schroefvermogen bedraagt tijdens het slepen van een groot pelagisch vistuig (5600 mazen) en de 12 m boomkorvistuigen ca. 3000 HP. Dit vermogen bepaalt in feite het dieptebereik van het ROV. In dit schroefwater is de liftkracht op lichte flexibele umbilicals, zoals de ROV umbilical, relatief hoog. Deze instelling kent nauwelijks speel-ruimte; het is het logisch gevolg van het type visserij en de wens naar selectiviteitsonder-zoek aan deze vistuigen.

4. *De ROV umbilical*

a. Constructie afhankelijke, stationaire component

De ROV umbilical (bijlage 1) behoort door het kevlar trekelement en de constructie tot de categorie van lichte en flexibele umbilicals.
Het berekende gewicht bedraagt volgens de offerte in lucht 628 kg/km en in zeewater 220 kg/km. In feite is de constructie te licht voor observaties aan vistuigen, die met een vermogen van 3000 PK gesleept worden. Een umbilical met een dubbele contra-geslagen stalen mantel leidt zeker tot het gewenste effect, maar zo'n constructie leidt bij stationaire inspecties en bij observaties onder lagere snelheden, c.q. schroefvermogen tot operationele problemen (umbilical bodem contact).

b. Dynamische component

Na de verbetering van het magnusrotor-vermogen richt het beschreven onderzoek zich op de verbetering van de hydro-dynamische weerstand van de umbilical.
Tijdens het slepen van de umbilical ontstaan er afhankelijk van trekkracht, snelheid, schroefas vermogen en flexibiliteit van de umbilical bij bepaalde Reynolds-getallen, oscil-laties in de umbilical. De fabrikant van de umbilical geeft aan, dat de weerstandscoëfficiënt van een umbilical van 28 mm, onderhevig aan oscillaties, met een faktor 2 kan toenemen.

Door het aanbrengen van een gevlochten franje over de umbilical, worden deze oscillaties in de ROV-umbilical gedempt en kan het dieptebereik toenemen. Een belangrijk tweede voordeel is, dat de dynamische belasting op de koper en glasvezel verbindingen ten gevolge van oscillaties gedempt wordt, waarmee de levensduur van de umbilical vergroot wordt.
Tegenwoordig kunnen er verschillende typen franjes over bestaande umbilicals gevlochten worden. Omdat iedere umbilical qua constructie uniek is, dient de weerstandscoëfficiënt per geval bepaald te worden. Omdat er weinig bekend omtrent de efficiëntie van de franje-constructies onderling is onderzoek gewenst.
Weerstandsmetingen kunnen als referentie dienen voor de gevormde theorieën. Het doel van een meting is tweeledig. De fabrikant krijgt inzicht omtrent de weerstandscoëfficiënt van verschillende typen franjes. Indien de toepassing van franjes voordelen biedt, kan het RIVO het meest geschikte type toepassen op de bestaande ROV umbilical.
De kabelfabrikant heeft inmiddels het meest optimale type (franje type 3) voor de aanvang van het EG-project 346 in april 1994 over de ROV umbilical gelegd.
Een vervolgmeting naar de efficiëntie van dit type werd opgenomen in de ISIS-reis 94-05. Deze meting heeft echter nooit plaatsgevonden. Na het uitzetten van de dummy en umbilical ging het complete systeem verloren door een ondeugdelijke verbinding op het trekoog aan de scheepszijde. De efficiëntie van dit type blijft dus onbekend.

2. Materiaal en methode

De metingen werden uitgevoerd aan boord van het visserij onderzoekschip ISIS in de periode tussen 07-03-1994 en 18-03-1994 (D. de haan, Reisverslag ISIS 94-03).
In verband met de weersomstandigheden werden de metingen uitgevoerd op de Oosterschelde, op een raai direct boven Noord Beveland.
Na bestudering van de resultaten werd een tweede generatie type franje (type 3) geslagen op het monster van de umbilical ROV. De efficiëntie van deze franje blijft door het verlies van het dummy vehicle en de umbilical onbekend.

2.1 Umbilicals en franjes

Voor de metingen werden type umbilicals ingezet:

1. De RIVO ROV umbilical type NC 16 4C4 2C1.5 C0.5 U24-4000RL
   Ref 7114 Produktiecode 016036-27-2-90.
   Een proefsample met een lengte van 160 m werd geleverd door het RIVO en kwam beschikbaar na reparatie van de door inwatering beschadigde umbilical (verlies Mermaid 93-04).
   De constructie van de kabel wordt beschreven in bijlage 1.
2. Umbilical DE REGT type 002-025
   Een proefsample met een lengte van 130 m werd geleverd door de firma DE REGT.
   De constructie van de kabel wordt beschreven in bijlage 2.

Aan beide uiteinden van de ROV umbilical werd het kevlar om een trekoog geslagen. De beide uiteinden van de DE REGT umbilical werden voorzien van een trekontlasting type "Chinese finger". Voor het op diepte brengen van de ROV umbilical werd de eerder gebruikte "dummy ROV" (TRI 90-05) ingezet. Het drooggewicht van het dummy vehicle bedroeg 294.5 kg.

Voor het op diepte brengen van de DE REGT umbilical werd een r.v.s. frame met een totaal gewicht, incl. verzwaring, van 92 kg.

Gegevens franje umbilical ROV:

franje type 1

Fairing streng lengte	:1 rij van 14 cm (12 *1100 Dtex)
Materiaal	:polyesther
Slaglengte (spoed)	:63 mm
1 streng per spoed	
Diameter over de franje	:26.5 mm
Diameter umbilical	:24 mm

franje type 2

De franje werd in enkelvoudige lussen van ca. 8 cm lang langs de umbilical geknoopt. De afstand tussen de lussen bedroeg ca. 10 cm. Het toegepaste type nylon was van het fabrikaat Anzalon, twine nummer 210/108. Het totale gewicht van de franje bedroeg 2 kg.

franje type 3

Fairing streng lengte	:1 rij van 11 cm 23 draden van 2 maal 6 *1100 Dtex
Materiaal	:polyester
Slaglengte (spoed)	:67.3 mm
1 streng per spoed	
Diameter over de franje	:26.5 mm
Diameter umbilical	:24 mm
Ref no.	:1311-0

umbilical DE REGT

franje type 4

Fairing streng lengte	:2 rijen van 5 cm (20 *1100 Dtex)
Materiaal	:polyester
Slaglengte (spoed)	:36 mm
3 strengen per spoed	
Diameter over de franje	:22 mm
Diameter umbilical	:18 mm

franje type 5

Fairing streng lengte	:2 rijen van 10 cm (20 *1100 Dtex)
Materiaal	:polyester
Slaglengte (spoed)	:36 mm
3 strengen per spoed	
Diameter over de franje	:22 mm
Diameter umbilical	:18 mm

franje type 6

Fairing streng lengte	:1 rij van 10 cm (20 *1100 Dtex)
Materiaal	:polyester
Slaglengte (spoed)	:36 mm
3 strengen per spoed	
Diameter over de franje	:22 mm
Diameter umbilical	:18 mm

Fairing type 2 werd aan boord langs de ROV umbilical geknoopt.
Fairing type 6 werd aan boord afgeleid van type 5 (1 rij weggenomen).
Fairing type 3 werd als eerste prototype na de metingen gefabriceerd en aangebracht op het proefmonster. Dit monster ging, evenals de dummy ROV, op de ISIS-reis 94-05 verloren.
Foto's van verschillende type franjes en de meet opstelling van umbilicals en dummy's werden toegevoegd in bijlage 3.

2.2 Beschrijving apparatuur

2.2.1 Sensoren

Sleepweerstand

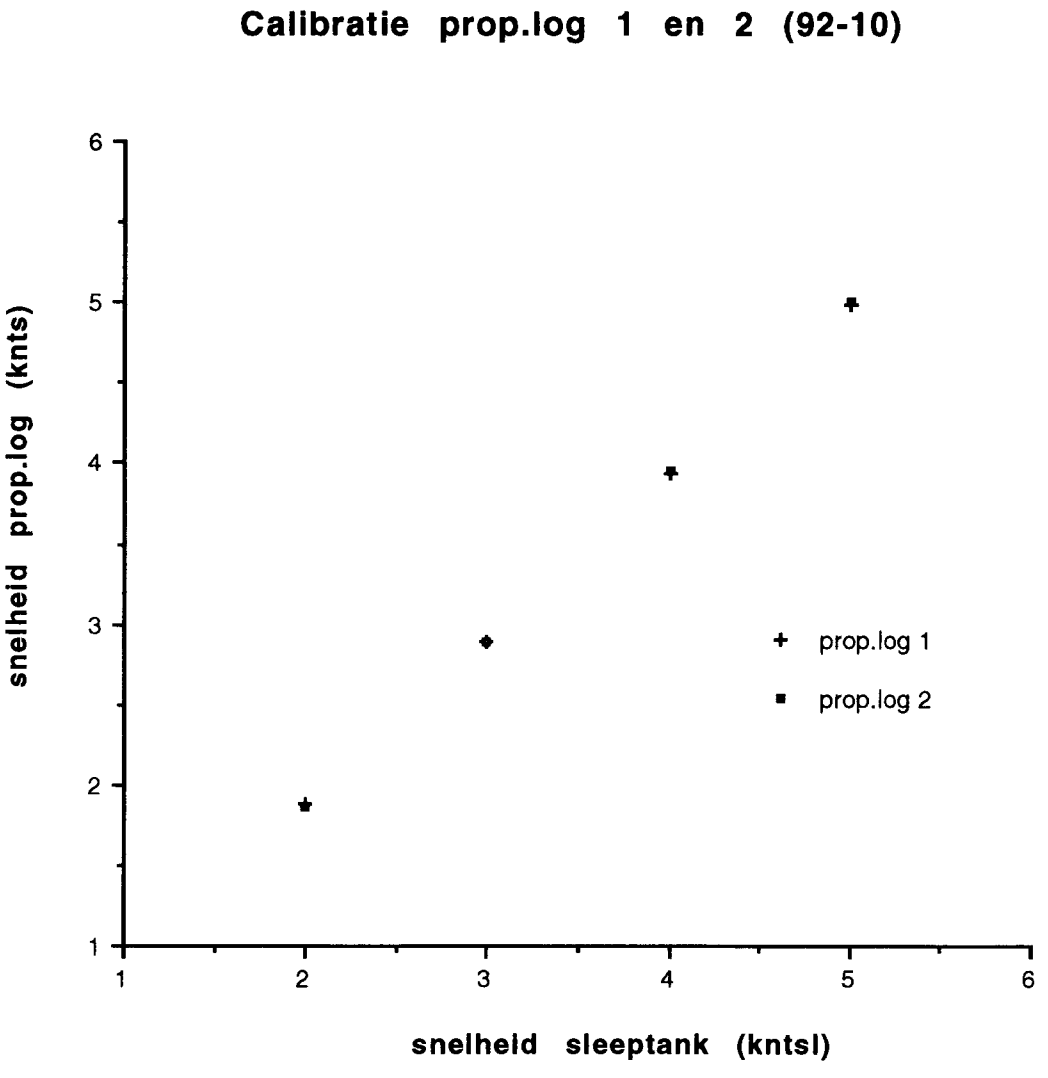
De sleepweerstand van umbilicals en dummy's werden vastgelegd met een trekkracht-opnemer, type Hottinger Baldwin U2-20 kN. Na analoge compensatie van de off-set werd de uitgangsspanning direct aangeboden aan de datalogger. De exitatie van de sensor bedroeg 5.03 V en werd verzorgd door een regelbare gestabiliseerde voeding, type Delta 030-0.3. De verliezen over de 20 m lange kabel werden gecompenseerd met 0.03 V. De uitgangsspanning van de trekkrachtopnemer bedroeg bij deze exitatie 1 mV per 200 kgf.

Diepte dummy

De diepte van beide dummy's werd gemeten met een pressure transmitter, type Schaevitz P480. Deze sensor werd tweedraads gekoppeld aan een paneelmeter, type Analogic AN 25M05EP. Deze paneelmeter regelde de exitatie van de druksensor. De omrekening van de analoge uitgangsspanning van de meter was 1 mV per 0.5 meter.

Snelheid

De snelheid werd gemeten met de propellerlog 1, welke werd gekoppeld aan paneelmeter, type Analogic AN 2573. De omrekening van de analoge uitgangsspanning van de meter naar de snelheid bedroeg 250 mV per knoop.
De propellerlog werd inclusief analoge uitgang voor het laatst gecalibreerd op 6 oktober 1992 in de sleeptank van de T.U. Delft. Onderstaande calibratie grafiek en tabel tonen de kwaliteit.



snelheid sleeptank (mijl)	log 1 (mijl)	log 2 (mijl)
5	4.98	5
4	3.94	3.95
3	2.9	2.89
2	1.88	1.86

2.2.2 Datalogger

De sensoruitgangen werden gekoppeld aan de Fluke 2280 B datalogger.
Het scanprogramma van de drie kanalen werd vanuit een serieel verbonden Macintosh SE 30 gecontroleerd.

2.2.3 Video registraties

In de meeste gevallen werd het effect van de franje op de umbilical (cable strumming) vastgelegd door middel van een HI-8 videocamera (DE REGT, Dhr. B. Lussenburg).

2.3 Methode

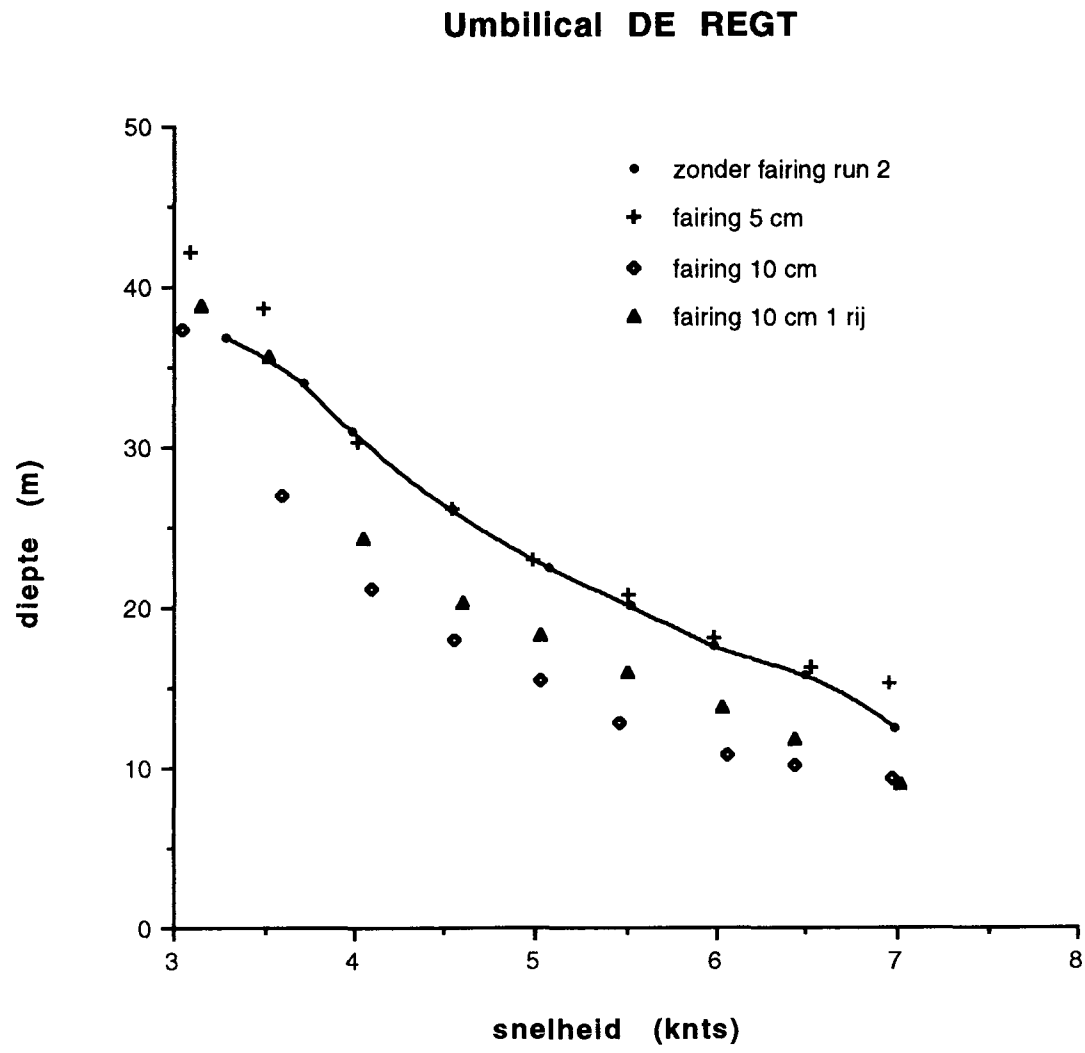
Beide umbilicals werden zonder franje bij een snelheidsreeks van 3 tot 7 mijl gesleept. Als functie van de snelheid werd de sleepweerstand en de diepte van de vis vastgelegd. Deze meting diende als referentie voor metingen, waarbij onder gelijke omstandigheden de umbilicals voorzien waren van de beschreven typen franjes.
Op deze wijze werd de weerstand en het dieptebereik per type franje aangetoond. In de reeks van 3 tot 7 mijl werden er per halve mijl meetblokken verzameld van ieder circa 2 minuten diep. Binnen dit meetblok bedroeg de snelheid van data bemonstering 4 seconden per scancyclus. Per halve mijl werd voor elke meetgrootheid het gemiddelde per meetblok berekend en als meetpunt in de grafieken uitgezet.

Ten einde een inzicht te krijgen in de demping ten gevolge van franje werd in een geval met de maximaal haalbare snelheid gemeten (circa 1 seconde per scangroep). Hiertoe werd de datalogger ontkoppeld van de Macintosh en in "local mode" geprogrammeerd.

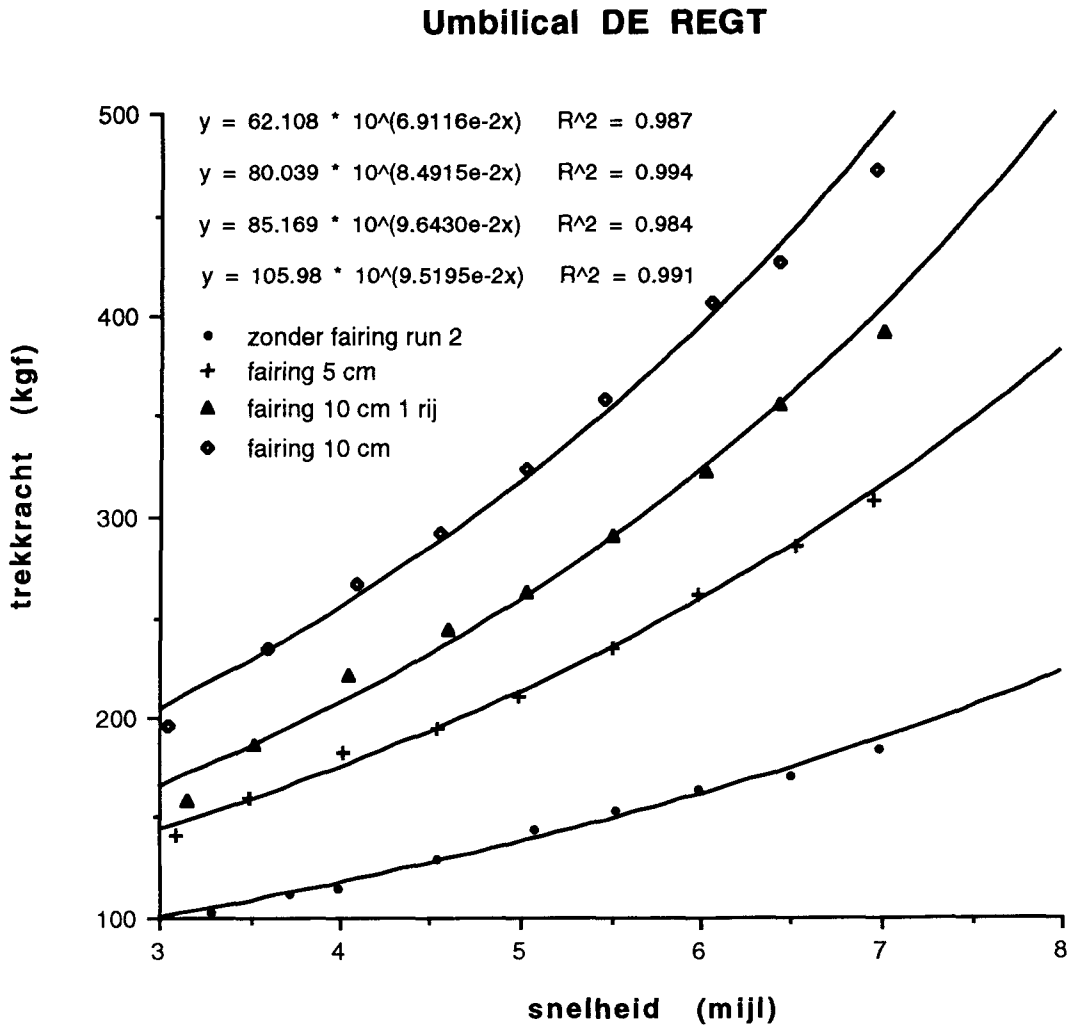
3. Metingen

3.1 Resultaten DE REGT umbilical

Grafiek 1 Dieptebereik

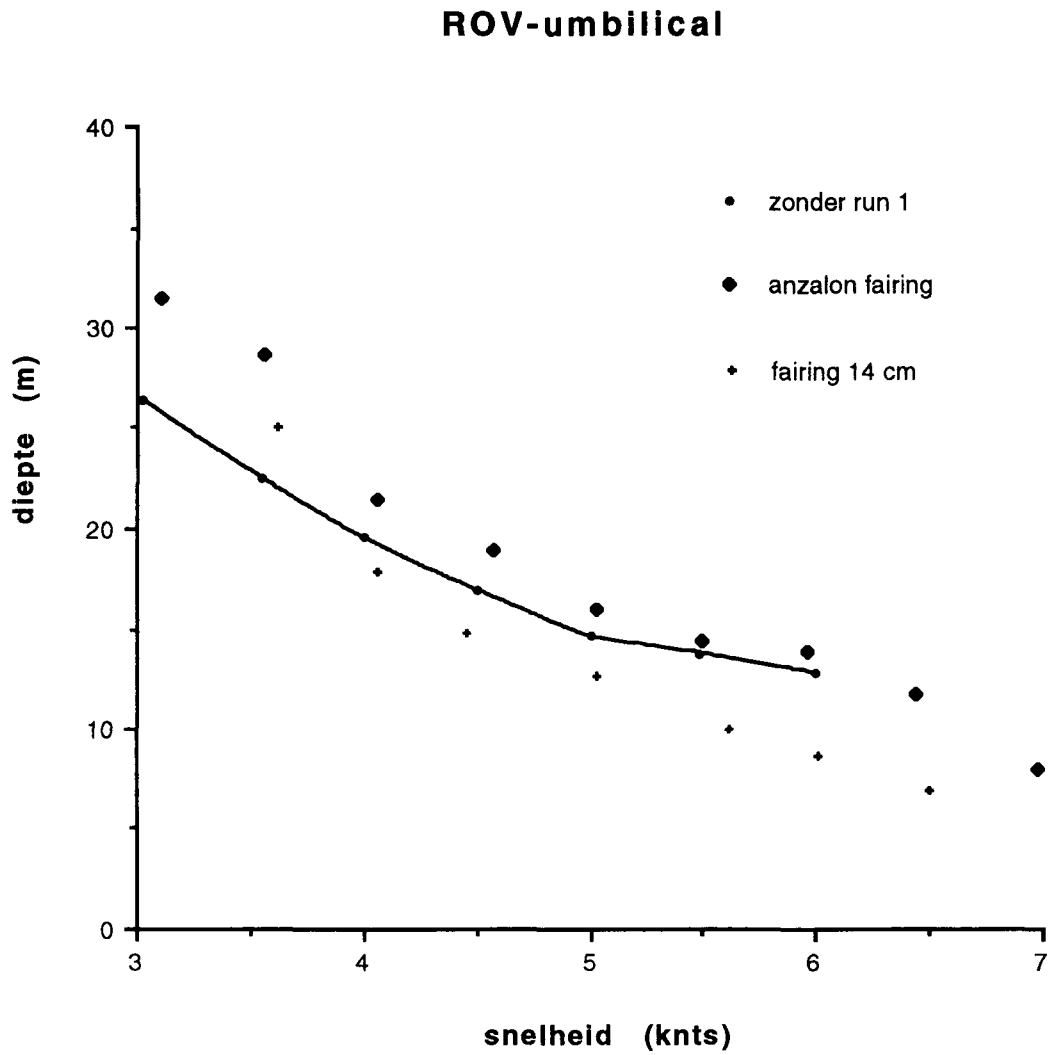


Grafiek 2 Sleepweerstand

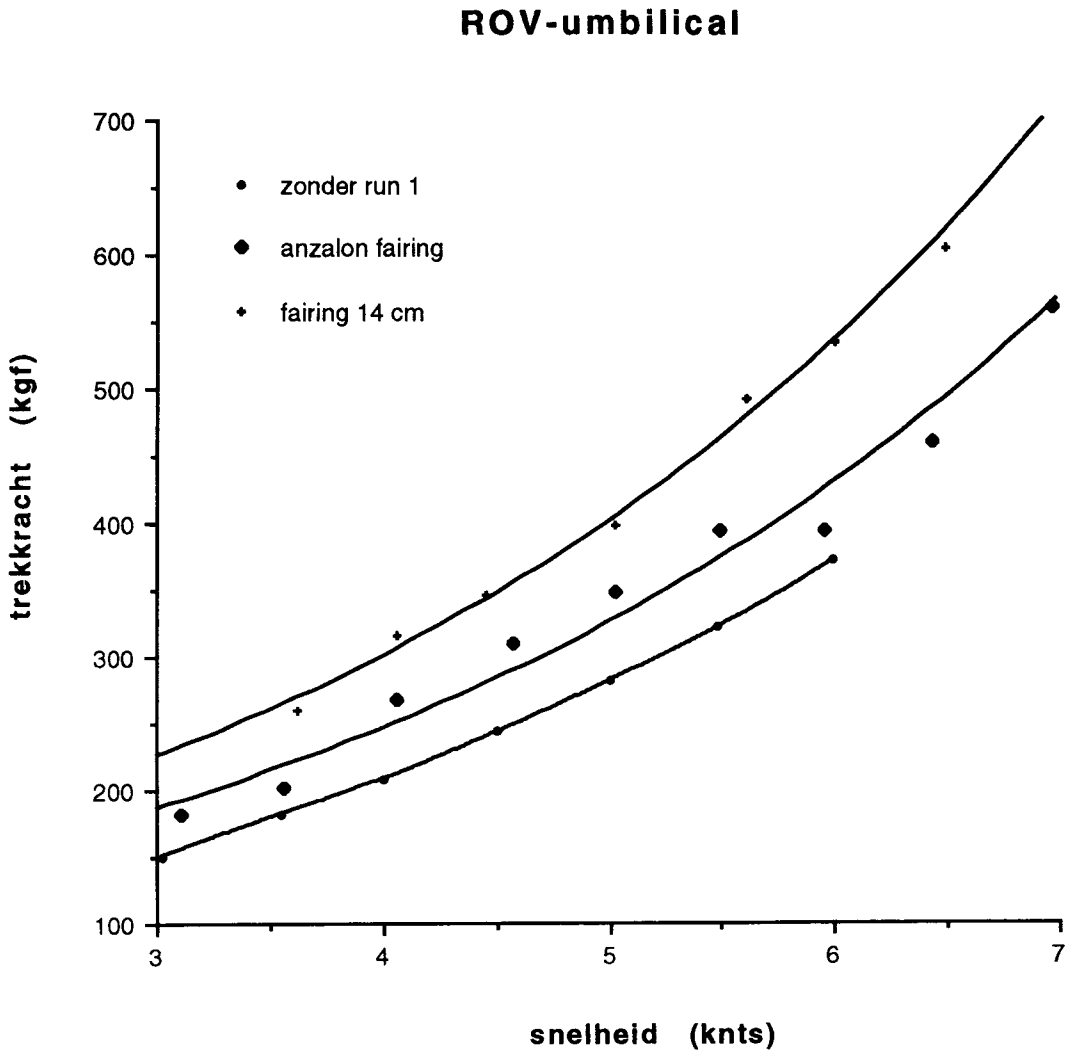


3.2 Resultaten ROV umbilical

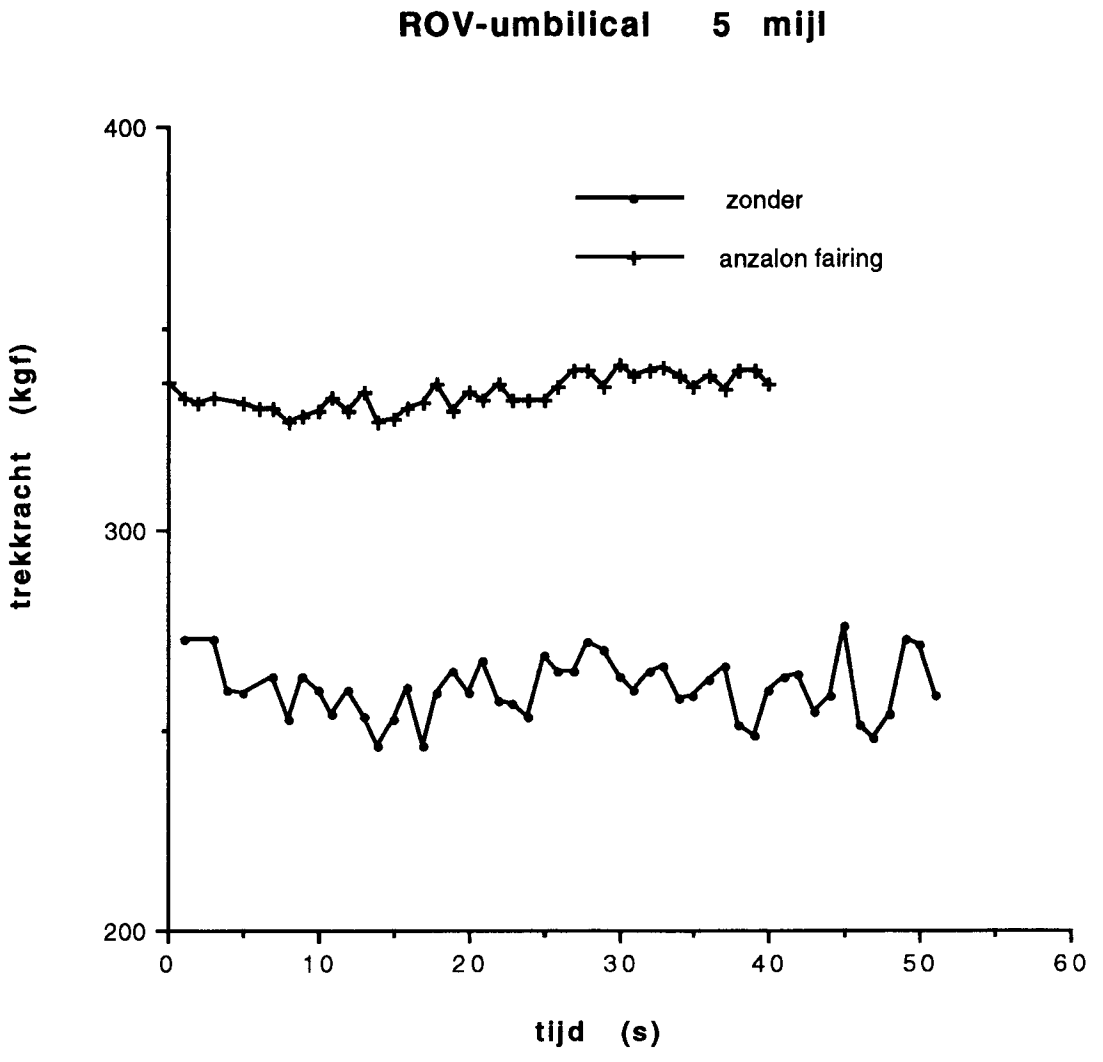
Grafiek 3 Dieptebereik



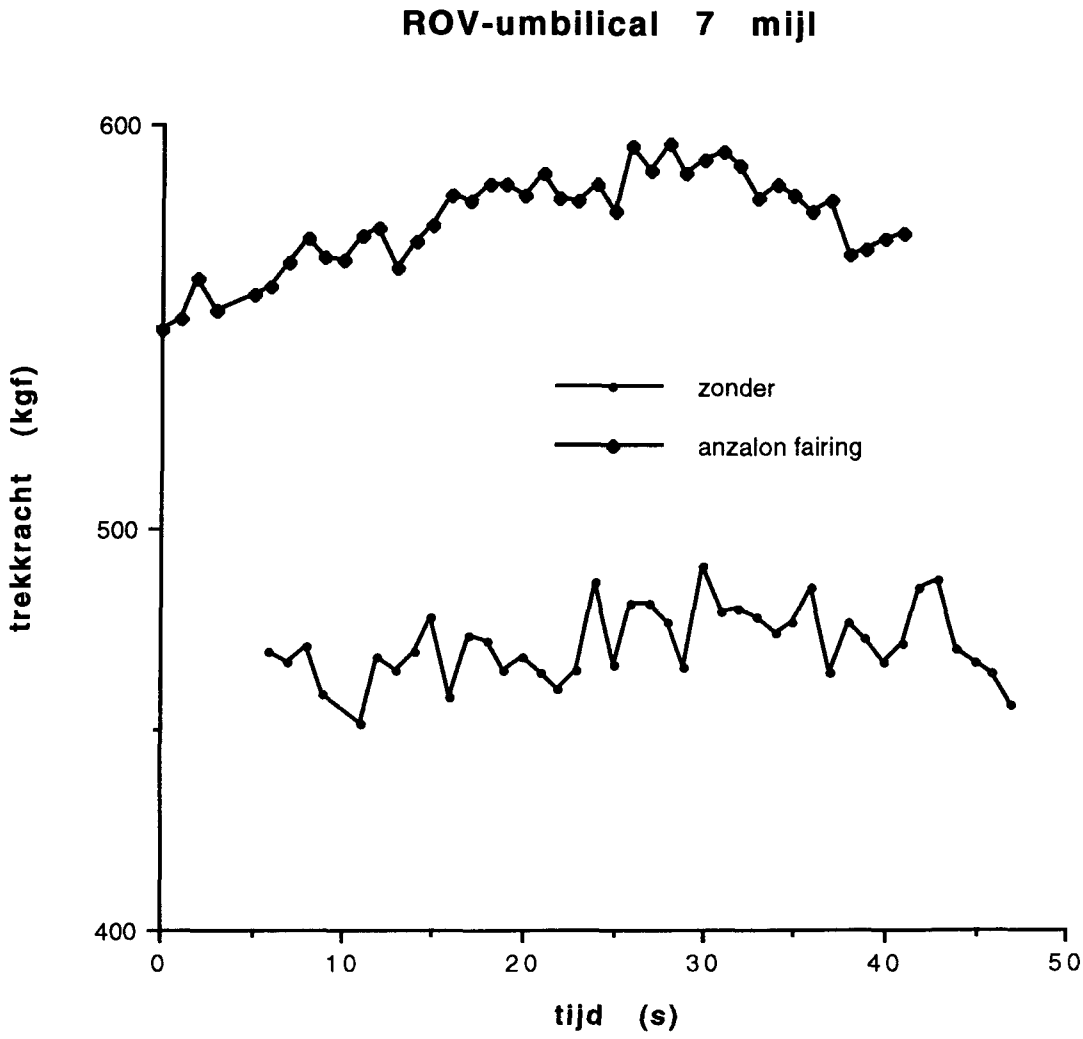
Grafiek 4 Sleepweerstand



Grafiek 5 Demping bij 5 mijl



Grafiek 6 Demping bij 7 mijl



4. Conclusie en aanbevelingen

4.1 Umbilical DE REGT

Het beste resultaat werd behaald met de 5 cm franje. Het dieptebereik nam bij dit type alleen bij snelheden tussen 3 en 4 mijl iets toe. De sleepweerstand steeg bij deze franje explosief, bij snelheden vanaf 5 mijl ca. 65 %.
De andere typen zijn niet effectief. Het dieptebereik neemt af en de sleepweerstand stijgt enorm, in het slechtste geval (type 10-2 rij) met ca. 150 %.
De toepassing van een franje op dit type umbilical lijkt vanwege de minder flexibele constructie (contra-helical geslagen armering) niet terecht. De oscillaties in de umbilical waren zonder franje in lichte mate zichtbaar.

4.2 ROV umbilical

De experimentele ANZALON franje is het meest effectief. Het dieptebereik neemt toe met ca. met 10 %. De sleepweerstand neemt in alle gevallen toe, maar blijft binnen redelijke grenzen.
Uit grafiek 3 blijkt, dat het stromingsveld rond de 6 mijl lijkt in de waterkolom op de lokatie nogal grillig is. De oscillaties in de umbilical waren zonder franje overduidelijk aanwezig. Naast de registraties van de weerstand bij 1 seconde poorttijd was het effect van de franje typen ook duidelijk zichtbaar (video registraties). De sleepweerstand neemt in vergelijking met de umbilical DE REGT minder explosief toe.

5. Aanbevelingen

Het vastleggen van het gedrag van het prototype van de tweede generatie (franje type 3) is gewenst.
Door het verlies van het dummy ROV zijn vervolgmetingen onder gelijke omstandigheden onmogelijk. Ten einde de efficiëntie van franje type 3 over de TRIDENS umbilical vast te stellen zijn vervolgmetingen noodzakelijk. Er zal dan een nieuwe referentiemeting moeten plaatsvinden.
Indien metingen op de lokatie plaatsvinden dienen deze bij voorkeur tijdens dood tij plaats te vinden. Het stromingspatroon is in de waterkolom vermoedelijk grillig en niet homogeen. De bemonsteringsfrequentie zou bij vervolgmetingen aan de demping met een faktor 10 verhoogd moeten worden.

6. Referenties

D. de Haan, 1994. Reisverslag ISIS 94-03.
Tietjens, O.G., 1934. Applied Hydro- and Aeromechanics, blz. 82-95. McGraw-Hill.

7. Bijlagen

Bijlage 1 Constructie ROV umbilical

Type NC 16 4C4 2C1.5 C0.5 U24-4000RL. Ref 7114 Productiecode 016036-27-2-90.

Kern De kern bestaat uit een armyde trekelement met een breeksterkte van 4000 kgf. De diameter over de armyde bedraagt 8.4 mm.
Het kevlar trekelement wordt beschermd door een polyethyleen mantel.
De totale diameter bedraagt 10.7 mm.

Om de kern:

1. Vier aders van 4 mm^2 (56 * 0.30 mm). De isolatie bestaat uit polyethyleen en nylon. De werkspanning is 720 V. De diameter incl. isolatie bedraagt 4.05 mm.

2. Twee aders van 1.5 mm^2. De diameter per ader incl. isolatie (polyethyleen) bedraagt 3 mm.

3. Een coax RG 59 zonder buitenmantel. De diameter bedraagt 3.6 mm.

4. Twee buisjes van 3 mm met elk twee optische vezels 50/125 multimode.

5. Drie getwiste paren van 0.5 mm^2 (vertind koper 7 * 0.30 mm) per ader. Elk paar is afgeschermd d.m.v. aluminium tape en een aardlytze. De diameter per paar bedraagt 3 mm.
De berekende impedantie bedraagt 42 Ω.
De capaciteit 142 pF/m.

De bundeldiameter bedraagt 18 mm.
De tussenruimtes zijn opgevuld met vulmassa.
De buitenmantel is uit twee lagen opgebouwd polyeurethane.
De totale diameter bedraagt 24 mm.

Het gewicht in lucht bedraagt 628 kg/km.
Het gewicht in zeewater bedraagt 220 kg/km.

De minimale buigstraal statisch gebruik bedraagt 360 mm. Voor dynamisch gebruik bedraagt de buigstraal 240 mm.

Bijlage 2 Constructie umbilical DE REGT

type IC-002-18

In de kern:

1. Een getwist paar van twee koper aders van 4.5 mm^2, (19 * 0.55).
   De aders zijn voorzien van een polyethylene isolatie tot een diameter van 3.75 mm.
   Het paar is ommanteld met een polyethylene isolatie naar een diameter van 8.5 mm.

Om het paar ligt een bronzen vlechtwerk (24 * 2 * 0.4 mm).
Diameter over het vlechtwerk bedraagt 10.1 mm.
Het vlechtwerk is omhuld met een geleidende polyethylene vulmantel tot een diameter van 11 mm. Hier overheen ligt een vulmantel van 1.5 mm PVC. Diameter over de mantel 14 mm.
Hieromheen ligt een roestvrij stalen vlechtwerk (24 * 1 * 0.5 mm).
De diameter over de mantel bedraagt 16 mm.
Om het vlechtwerk ligt de buitenmantel van zwart polyeurethane.
De buitendiameter bedraagt 18 mm.

De breeksterkte van de umbilical bedraagt 4 kN.
Het berekende gewicht in lucht bedraagt 379 kg per km.
In zeewater bedraagt het berekende gewicht 118 kg per km.
De laatste berekening gaat uit van een dichtheid van 1026 kg per m^3.

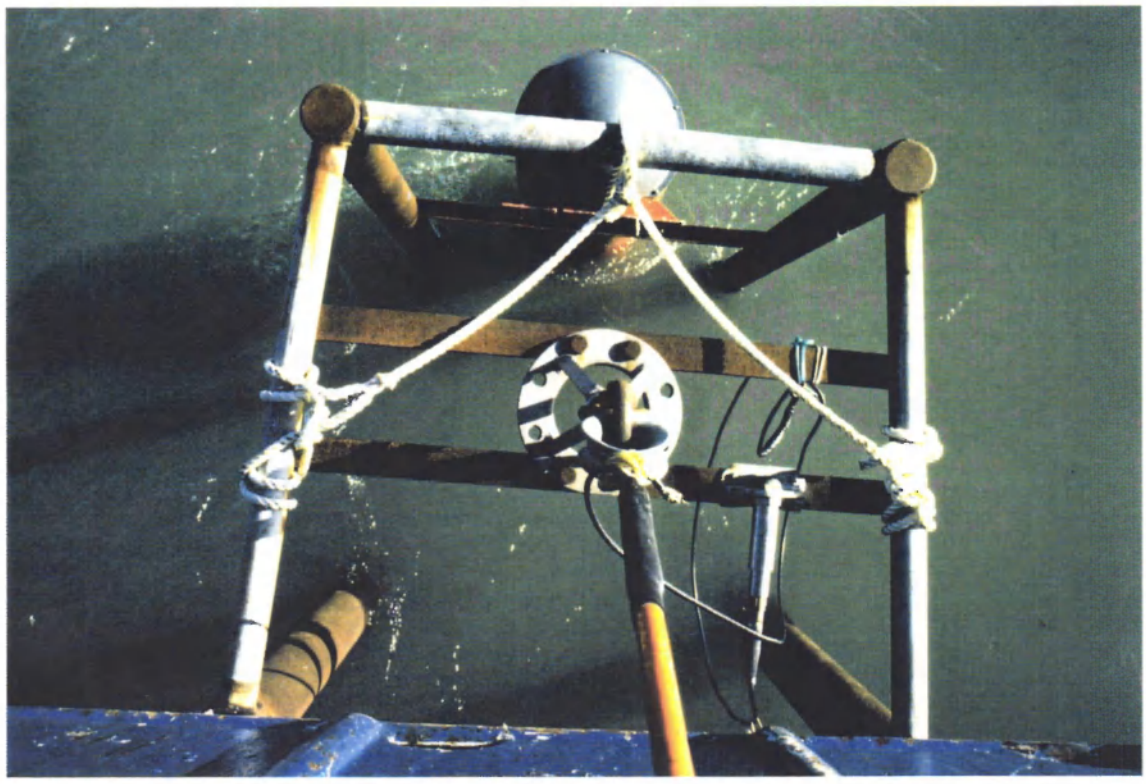


Foto 1 Dummy vehicle en diepte sensor voor ROV-umbilical.

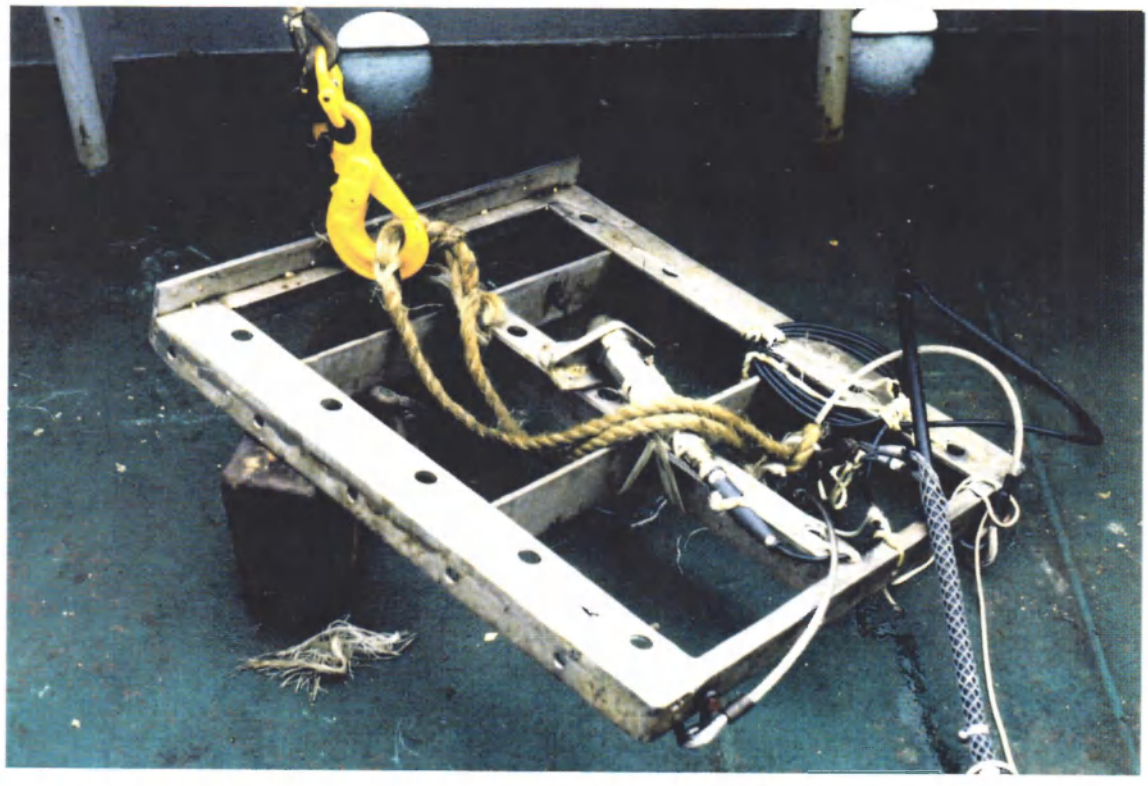


Foto 2 Frame met gewichten en diepte sensor voor umbilical DE REGT

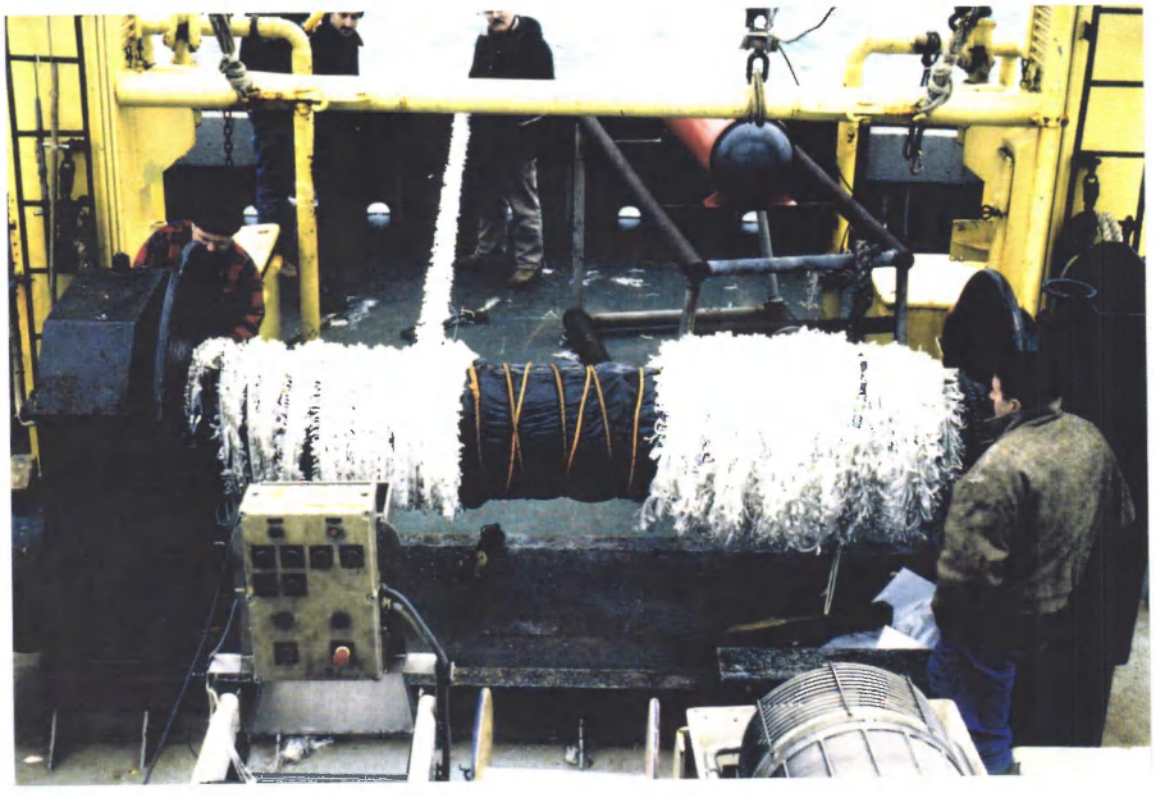


Foto 3 Franje typen 4 (SB) en 5 (BB) op nettenrol "ISIS".



Foto 4 Hottinger Baldwin trekkracht opnemer tijdens een meting

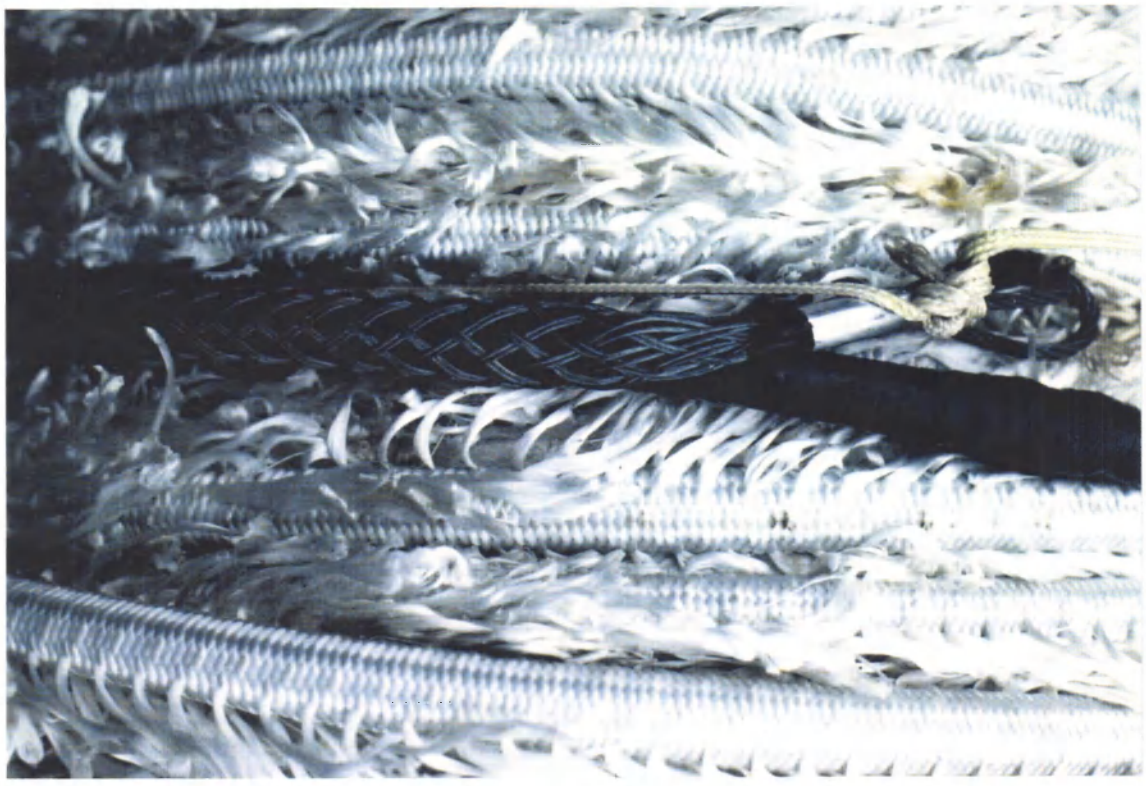


Foto 5 Detail franje type 4.

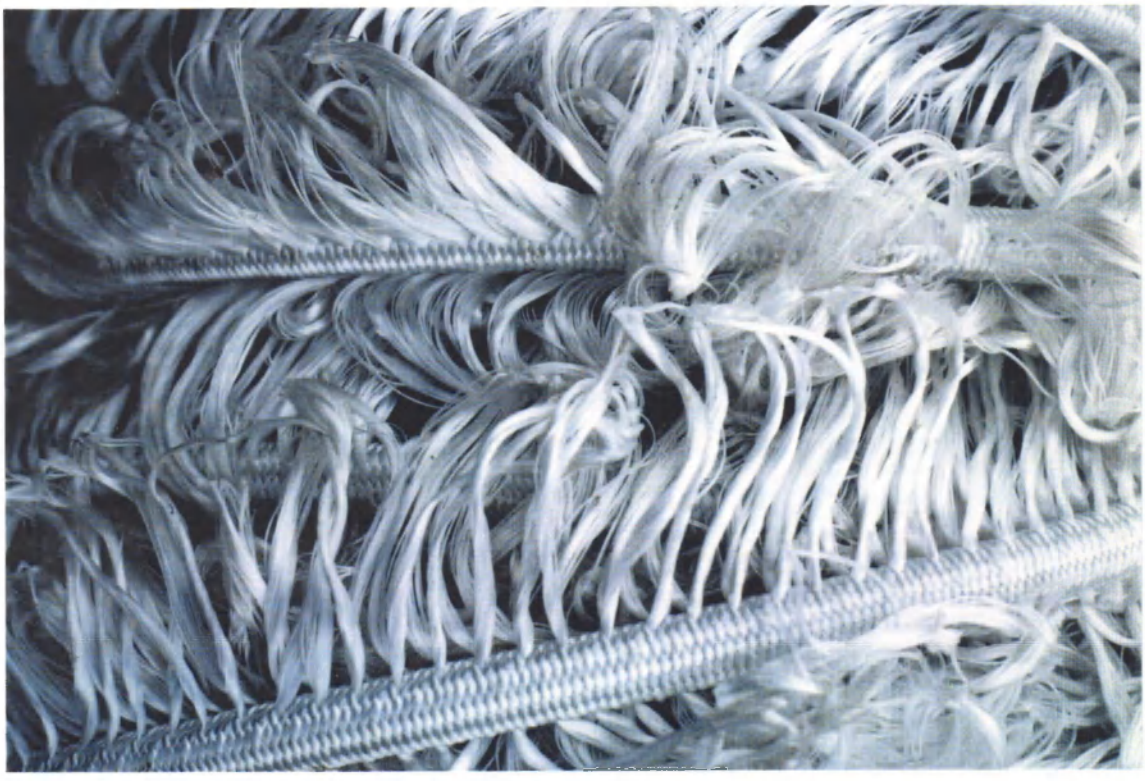


Foto 6 Detail franje type 5



Foto 7 Experimentele "Anzalon" fairing type 2 op umbilical ROV

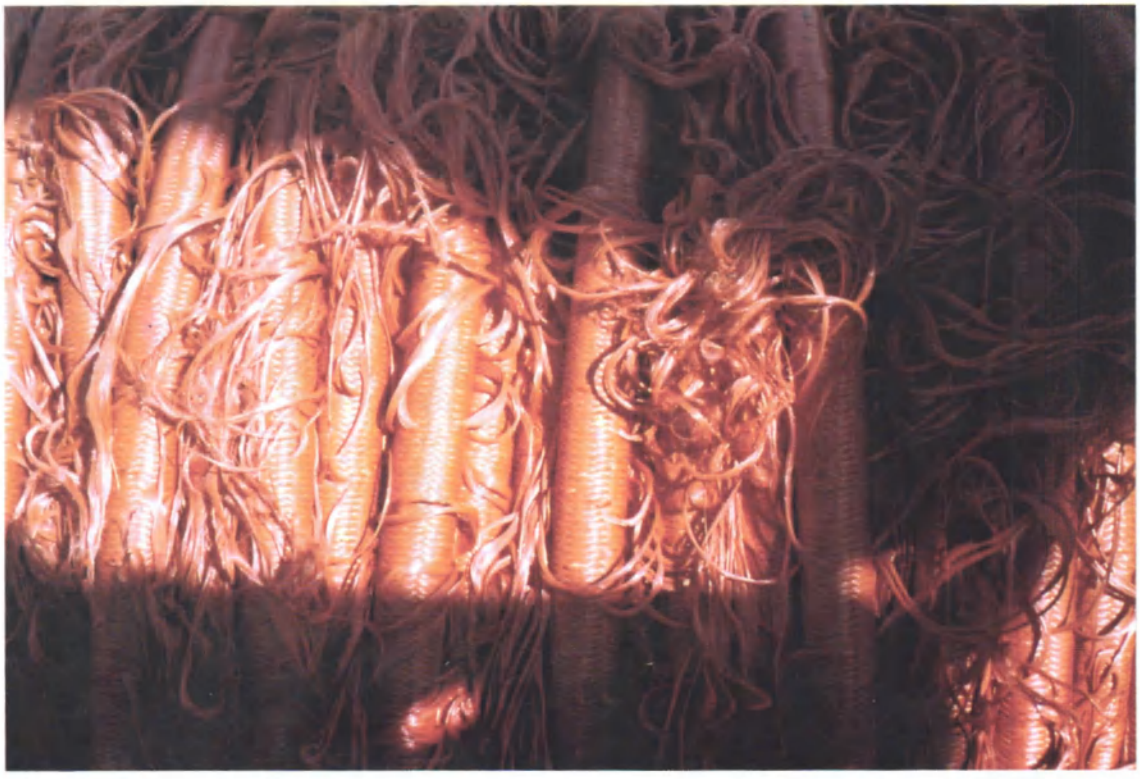


Foto 8 Fairing type 1 op umbilical ROV