

FISKEN OG HAVET, NR. 11 - 1993
ISSN 0071-5638

TRÅLING OVER 40" RØRLEDNING - VIRKNINGER PÅ TRÅLREDSKAP

Trawling across 40" pipeline - effects on trawl gear.

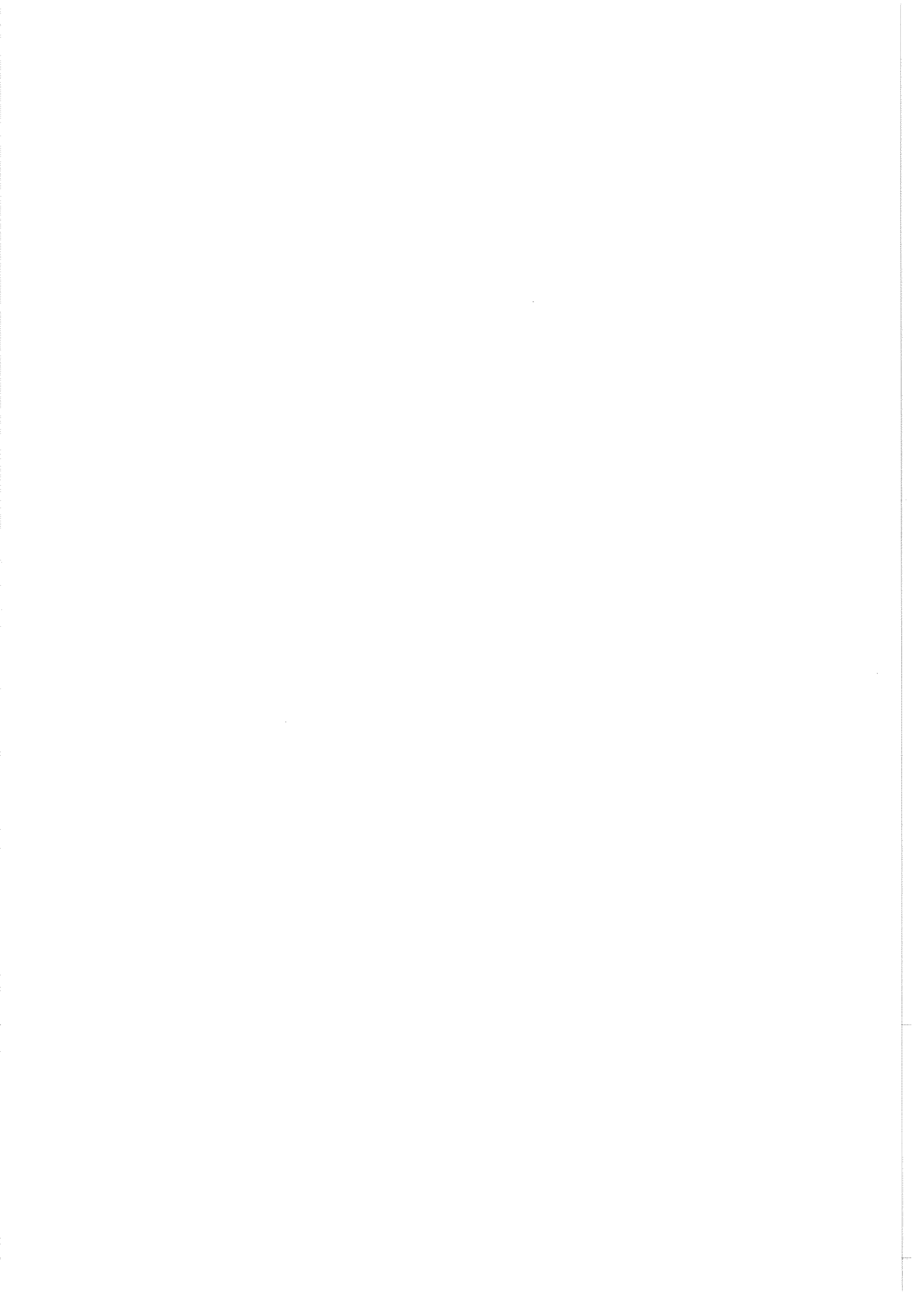
Av
John W. Valdemarsen

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Oktober 1993

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	4
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	6
1. INNLEDNING	7
2. FARTØY OG REDSKAP	8
2.1 Fartøy	8
2.2 Toktpersonell	8
2.3 Trålutstyr	8
3. INSTRUMENTERING	10
4. FORSØKSOMRÅDE	11
5. RØRLEDNING	12
6. OBSERVASJONS- OG MÅLETEKNIKK	13
6.1 Observasjoner med tauet TV-farkost ("Ocean Rover")	13
6.2 Observasjoner med TV-kamera montert på trålen	13
6.3 Observasjoner med trålsonar (Simrad FS3300)	13
6.4 Geometrimålinger	14
6.5 Strekkmålinger	14
7. GJENNOMFØRING AV TRÅLFORSØK	15
7.1 Industrifisktrål	15
7.2 Reke-trål	16
7.3 Krepsetrål	16
8. RESULTATER	17
8.1 Generelt	17
8.2 Industrifisktrål	20
8.3 Reke-trål	22
8.4 Krepsetrål	22
9. DISKUSJON	24
10. KONKLUSJONER	27
11. LITTERATUR	28
FIGURER	29



FORORD

Rørledninger for transport av olje og gass fra felt i Nordsjøen til Norge, UK og land på kontinentet har etterhvert fått et betydelig omfang. Rørledningene krysser ofte viktige fiskefelt, og det har vært reist spørsmål om rørledningene representeter et hinder for fisket.

I 1988 gjennomførte FTFI, Fangstseksjonen, et prosjekt med formål å klargjøre type og omfang av problemer ved tråling over rørledningene Statpipe og Oseberg på henholdsvis 30" og 28" diameter (innvendig). Direkte observasjoner med TV-kamera i tauet farkost dokumenterte godt hva som skjer med de ulike tråldelene under rørpasering. Nyere rørledninger for transport av gass har større diameter enn Statpipe- og Osebergledningene, og det var fra fiskere og fiskerimyndigheter stilt spørsmål om resultatene fra overtrålingene i 1988 også var gyldige for rørledninger med større diameter.

På bakgrunn av den usikkerheten som framkom om dette, påla norske myndigheter Statoil som operatør av gassledningen Zeepipe på 40" diameter, å gjennomføre et nytt overtrålingsforsøk på slike rørledninger før eventuell leggetillatelse av Zeepipe fase II ble gitt.

Eierne av Zeepipe finansierte overtrålingsforsøkene, som ble gjennomført av Havforskningsinstituttet. Forskningsfartøyet "Michael Sars" ble bruk som forsøksfartøy, og forsøkene ble gjennomført på 40" rørledning mellom Sleipner A-plattformen og Zeebrügge mellom 58°00' N og 58°15' N i tidsrommet 7. - 23. mai 1993. Industrifisk-, reke- og sjøkrepstrål ble tauet over rørledningen med varierende krysningsvinkler. I alt ble trålen dradd over rørledningen 111 ganger.

I forsøksperioden inngikk også innledende forsøk for å studere virkningen på de samme redskapene når de ble dradd over rørledninger som var tildekket av stein. Resultatene fra disse forsøkene blir rapportert separat.

En styringsgruppe for prosjektet, bestående av Lars Olav Eide (Statoil), Åse Thomsen (Oljedirektoratet), Hilde Wahl Moen (Norges Fiskarlag), Sigmund Stonghaugen (Sør-Norges Trålerlag) og Robert Misund (Fiskeridirektoratet) med prosjektleder Bjarne Arnesen (Statoil) som sekretær, har deltatt i utarbeiding og godkjenning av forsøksprogram, deltatt som observatører ved gjennomføring av trålforsøkene og har kommet med verdifulle innspill til et rapportutkast som i stor grad er innarbeidet i sluttrapporten.

I tillegg til det gode samarbeidet som har vært med styringsgruppe og prosjektledelse, vil jeg takke mine medarbeidere ved Fangstseksjonen, Jan Tore Øvredal og Oddvar Chruikshank, for godt arbeid under forberedelse og gjennomføring av toktet og for hjelp ved analyse og presentasjon av resultatene. Elen Hals skal også ha takk for redigering av rapporten. Kaptein Preben Vindenes og mannskapet på F/F "Michael Sars" takkes også for god innsats og samarbeid under toktet. En spesiell takk også til de fiskerikyndige, Sigmund Stonghaugen, Kjell Svanes og Magne Alvestad, som foruten å fungere som mannskap ga verdifulle innspill om rigging av redskap og gjennomføring av forsøkene.

Bergen, 1. oktober 1993
John W. Valdemarsen

SAMMENDRAG

Norske myndigheter satte som betingelse for leggetillatelse av Zeepipe fase II, en 40" gassrørledning mellom Kolsnes på Sotra i Vest-Norge og Sleipner A-plattformen sentralt i Nordsjøen, at det skulle gjennomføres en tråltest for å belyse om rørledninger med så stor diameter medførte vesentlige hindringer for trålfisket. Den norske stats oljeselskap (Statoil) finansierte tråltesten, som ble gjennomført av Havforskningsinstituttet med forskningsfartøyet "Michael Sars" i tidsrommet 7. - 23. mai 1993.

Forsøk med tre tråltyper: industrifisktrål, reketrål og sjøkrepstrål (rigget som enkel- og dobbeltrål) ble gjennomført på Zeepipe fase I som er en 40" rørledning lagt mellom Sleipner A-plattformen og Zeebrugge i Belgia. Forsøksområdet lå mellom 58°00' N og 58°15' N på ca. 2° 00' Ø, der vanddyppet var 80-85 m og bunnforholdene var slett sandbunn.

Rørledningen ble overtrålet 56, 16 og 26 ganger med henholdsvis industrifisktrål, reketrål og sjøkrepstrål, hvorav sistnevnte 13 ganger rigget som dobbeltrål. Virkning på trål og tråldører ved passering av rørledningen med ulike krysningsvinkler ble dokumentert med TV-kamera i tauet farkost og fastmontert på trålen og med sensorer for måling av tråldøravstand, trålhøyde og strekk bak tråldørene.

Rørledningen representerer et hinder for den tråldøren som treffer rørledningen først når krysningsvinkelen er mindre enn 40°. Tråldøren følger rørledningen et stykke og resulterer i at tråldøravstanden reduseres og at selve trålen blir dradd skjev. Tråldøravstanden reduseres med 20-85% før tråldøren passerer rørledningen. Avstanden reduseres mest når krysningsvinkelen er liten. Når tråldøren har passert rørledningen, legger den seg ofte med baksiden ned og er da i en utsatt posisjon for fastkjøring på bløt bunn. På sandbunn som i forsøksområdet reiste tråldøren seg etter 2-10 minutter. Mindre tråldører (2,20 x 1,35 m) som ble brukt sammen med sjøkrepstrålen(e) passerte rørledningen som Zeepipe 40" selv med relativt lave krysningsvinkler. Av ialt 111 trålpasseringer over rørledningen ble det konstantert mindre riveskader i to tilfeller som begge mest sannsynlig skyldtes bunnfeste utenfor rørledningen. Friksjon mellom rørledning og tråltrekk resulterer i en del ekstra slitasje på sveiper og fiskeline, uten at dette kan sies å være av stort omfang.

Sammenholdt med tilsvarende overtrålinger på 28" og 30" rørledninger i 1988, viste forsøkene at de samme tråltypene passerer en 40" rørledning tilsvarende som rørledninger med mindre diameter.

SUMMARY

In approving the construction of Zeepipe Phase II, a 40" gaspipe on the seabed between Kolsnes, Sotra in Western Norway, and the Sleipner A-platform in the Central North Sea, Norwegian authorities made it a condition that a trawl test be conducted to evaluate whether pipes on the seabed of such large diameter might significantly hinder trawl fishing. With financing by Statoil, the Institute of Marine Research 7-23 May 1993 employed the R/V "Michael Sars" for carrying out the required trawl test.

Experiments were done with three trawl types: industrial fish trawl, shrimp trawl, and Nephrops trawl (rigged both as single and as double trawl), on Zeepipe Phase I, which is a 40" pipe on the seabed between the Sleipner A-platform and Zeebrugge in Belgium. The test area was located between 58°00' N and 58°15'N at about 2°00'E, where the water depth is 80-85 m and the bottom smooth and sandy.

The pipe was trawled over 56, 16 and 26 times with industrial fish trawl, shrimp trawl and Nephrops trawl, respectively, the latter being rigged as double trawl in 13 hauls. Effects on trawl and trawl doors by passing the gaspipe at varying angles of crossing were documented by a TV-camera carried by a towed vehicle, as well as one mounted on the trawl, and which also incorporated sensors for measuring door spread, headline height and sweep tension behind the doors.

For a trawl door hitting the pipe at angles less than 40°, the pipe represents a hindrance. The door will first slide along the pipe for some distance, the result being a reduction in door spread and a distorted configuration of the trawl net. The door spread is reduced by 20-85% before the door eventually passes the pipe. The reduction is highest when the angle of crossing is small. When the trawl door has passed the pipe, it often falls flat on the seabed, back side down; a position putting it in danger of becoming fast on soft bottom. In the test area with sandy bottom, the door adjusted to an upright position within 2-10 minutes. Small doors (2.20 x 1.35 m) used with the Nephrops trawls passed readily over the 40" Zeepipe even at relatively low crossing angles. During a total of 111 pipe crossings, only two cases of net damage were observed, and these were most likely caused by bottom fasteners outside the pipe. Friction between pipe and trawl gear causes some extra wear of the sweeps and fishline of the trawl, but the extent of this is probably moderate.

Test trawlings were carried out in 1988 over 28" and 30" pipes. The present experiments confirm that the same types of trawls pass a 40" pipe in a similar manner as those of smaller diameter.

1. INNLEDNING

FTFI, Fangstseksjonen, gjennomførte i 1988 et prosjekt på oppdrag for Fiskeridirektoratet med formål å belyse eventuelle problemer forbundet med tråling over rørledninger med 28" og 30" diameter. Prosjektet ble finansiert av Statoil og Norsk Hydro. Forsøkene viste at rørledningene kunne overtråles uten problemer når krysningsvinkelen var minst 45° (Valdemarsen 1988; 1989). Ved mindre krysningsvinkler ble det erfart at tråldørene kunne gli langs røret et stykke før de ble dradd over. Ved spesielt små vinkler (10-15°) ble dørspredningen sterkt redusert, samtidig som selve trålen ble skjev og deformert. Det ble i noen grad konstatert skade på trålene når de var deformert under rørpasingene. Rørpasingene ble dokumentert ved hjelp av et TV-kamera i en tauet undervannsfarkost (Ocean Rover). Tilsvarende undersøkelser på 18" rørledning ble gjennomført i 1984 (de Groot og van der Hak 1984). Disse undersøkelsene påviste ikke skade på trålredskap.

Før det ble gitt tillatelse til å legge Zeepipe fase II, som er en 40" rørledning mellom Kollsnes på Sotra og Sleipner A plattformen, krevde norske myndigheter at det skulle gjennomføres en ny tråltest for å belyse om en kunne forvente at et rør med større diameter ville medføre urimelige hindringer for fisket. Eierne av Zeepipe, representert ved Statoil, skulle finansiere tråltesten.

Statoil i samråd med Fiskeridirektoratet ga Havforskningsinstituttet, Bergen, i oppdrag å gjennomføre den praktiske delen av forsøket inkludert planlegging og rapportering. Forskningsfartøyet F/F "Michael Sars" ble valgt til forsøksfartøy.

En styringsgruppe sammensatt av representanter for Statoil, Oljedirektoratet, Norges Fiskerilag, Sør-Norges Trålerlag og Fiskeridirektoratet godkjente valg av forsøksfartøy og definerte hvilke tråltyper som skulle benyttes til tråltesten og godkjente forsøksprogrammet. Trålforsøkene skulle gjennomføres på Zeepipe-ledningen mellom N58°00' og N58°15', hvor bunnforholdene var gode for slike forsøk, slett sandbunn og 80-85 m dyp.

Forsøkene ble utført i tidsrommet 7. – 23. mai 1993.

2. FARTØY OG REDSKAP

2.1 Fartøy

F/F "Michael Sars":

lengde: 45,7 m (150')

tonnasje: 493 GRT

motor: 1500 Hk

"Michael Sars" er et norsk forskningsfartøy rigget for hekktråling med to tråltromler for håndtering av to tråler. Fartøyet har 12 manns besetning med plass til 9 personer i tillegg.

2.2 Toktpersonell

To av fartøyets faste besetning var erstattet med fiskerne Kjell Svanes og Magne Alvestad som også fungerte som observatører for henholdsvis industri- og reketrålerflåten. Trålskipper Sigmund Stonghaugen var hyrt som skipperrådgiver. Preben Vindenes var skipper under toktet.

Fra Statoil deltok Bjarne Arnesen (prosjektleder) og Bjørn Fossan (1. uke). Som observatører deltok Robert Misund (Fiskeridirektoratet) og Elling Lorentzen (Norges Fiskarlag) (1. uke). Fra Havforskningsinstituttet deltok John Willy Valdemarsen (toktleder), Jan Tore Øvredal og Oddvar Chruickshank.

2.3 Trålutstyr

Tråler

Fire tråltyper ble nyttet til trålforskene:

- Expo 1200 masker i 80 mm m/gear (Fig. 1)

- Expo 1200 masker i 80 mm /sabb (Fig. 2)
- Rekeetrål Type Ballong 2000 masker i 60 mm m/kulegear (Fig. 3)
- Krepsetrål 676 masker i 80 mm (Fig. 4)

Rigging av Expo og rekeetrålene er vist på tråltegningene (Fig. 1-3). Rigging av krepsetrålen som enkel- og dobbeltrål er vist på Fig. 5 og 6.

Expotrålene er typiske industrifisketråler og av samme størrelse og type som ble brukt til overtrålingen i 1988.

Rekeetrål finnes i mange varianter og størrelser. Trålen som ble valgt til forsøkene, Ballong 2000, regnes som representativ for rekeflåten fra Nord-Rogaland - Hordaland, som fisker i området for Zeepipe fase II.

Sjøkrepstråling er et fiske i utvikling blant norske fiskere. Trålene som ble brukt til forsøkene er typiske krepsetråler, rigget for å ha god bunnkontakt. Dobbelttrålriggingen er en av to varianter som benyttes ved tråling etter sjøkreps. Den andre metoden består av tre vaiere opp til fartøyet.

Også i andre trålfiskerier begynner dobbelttrålsystemet å få innpass, bl.a. etter reke og flatfisk.

Tråldører

Vanlige V-dører, ET-type, 2,85 x 1,95 m, 740 kg, ble benyttet sammen med Expotrålen og til rekeetrålen. Tegning av tråldøren er vist i Fig. 7.

Tråldørene som ble benyttet sammen med krepsetrålen(e) var mindre V-dører, 2,20 x 1,35 m, 320 kg.

3. INSTRUMENTERING

Spesifikasjon av instrumenter for TV-observasjon, geometri og strekkmålinger på trål og navigasjon er gitt nedenfor.

TV-farkost

Type: "Ocean Rover Mk III":
Kabel: 800 m Kevlar, armert, 28 mm dia., 16 ledere
Kamera: Osprey OE 1323 SIT
Pan & Tilt: Osprey OE 1140 A
Sonar: Simrad FS 3300
Lys: Mercury Vapor UV-3000 2 x 250 W

TV-kamera montert på trål

Kamera: Osprey OE 1323 SIT
Video-8 opptaker i aluminiumsbeholder

Redskapsovervåking

Tråldøravstand: Scanmar avstandsmåler 540A3L og MT144
Trålhøyde: Scanmar høydemåler 540
Datalogging: PC basert loggeprogram
Strekkmåler: Scantrol
Fartsmåler: Scanmar trålfartsensor
Trålsonar: Simrad FS 3300

Navigasjon

Differensiell GPS
GPS mottager: Trimble NavTrac XL
Diff. mottager: Kongsberg Navigation Diff link

4. FORSØKSOMRÅDE

Forsøksområdet sør for Sleipner (Fig. 8) ble valgt fordi Zeepipe fase I er tilsvarende rørledning som skal legges i fase II, dvs. 40" rørledning. Området for rørledning mellom N58°00' og N58°15' var dessuten kartlagt med sidesøkende sonar ca. 1500 m til hver side av rørledningen. Bunnhindringer utenfor selve rørledningen var derfor godt kartlagt. Hefteposisjoner i området ble dessuten framskaffet av fiskere og gjennom Sjøkartverket's database.

Kartmaterialet for planlagt trasé ble benyttet for posisjonering av rørledningen. Dette viste seg å angi feil posisjon for rørledningen. Ved N58°10' lå rørledningen ca. 1000 m lenger øst enn hva som var angitt på kartet. For å lokalisere faktisk posisjon for rørledningen ble fartøyets ekkolodd benyttet. Avviket i rørledningstrasé ble bekreftet ved kontroll mot kartmateriale utarbeidet etter survey med "Kommander Subsea" i mai-juni 1993.

Bunnforholdene i forsøksområdet var generelt fin sandbunn med mindre steinområder innimellom. Sør for N58°00' ble det påvist noe stein i nærheten av rørledningen. Mesteparten av forsøkene ble utført mellom N58°01 og N58°10' .

5. RØRLEDNING

Zeepipe ledningen er en 40" rørledning (innvendig diameter). Utvendig er rørledningen 1,18 m i diameter med tverrsnitt som vist på Fig. 9. På hver 12. m er det feltskjøter som består av en forskaling av blikk som holdes på plass av forskalingsbånd. Støpemassen fylles på fra åpning på toppen av forskalingen.

Videoobservasjoner av rørledningen 1-2 uker etter trålforsøkene viste at der er noe overskudd av fyllmasse oppå noen av påfyllåpningene. En del forskalingsbånd var løsnet og stakk ut til siden for røret. Videoinspeksjonen viste at rørledningen stort sett ligger oppå bunnsedimentet i forsøksområdet. Gjennomsnittlig er røret ca 1,1 m over bunnivået. Bunnivået er like høgt på begge sider av rørledningen.

6. OBSERVASJONS- OG MÅLEMETODIKK

Overtrålingene ble planlagt gjennomført med tanke på å dokumentere hvordan tråldører og trålen ble påvirket ved passering av rørledningen med varierende krysningsvinkler. Dokumentasjonen skulle være en kombinasjon av observasjoner ved hjelp av TV-kameraene i den tauete farkost og på trålen, geometrimålinger på redskapen og strekkmålinger i trålvaier/sveiper, sammen med eventuelle skader på redskapen observert etter innhiving.

6.1 Observasjoner med tauet TV-farkost ("Ocean Rover")

Det samme utstyret som ble benyttet ved overtrålingen av Statpipe/Oseberg i 1988 ble brukt på dette toktet. Teknikken for observasjon var også den samme. Trålen ble satt ut 20-30 min. før planlagt rørpasering. TV-farkosten ble så satt ut og navigert til observasjonsområdet ved trål eller tråldør. Sikten i forsøksperioden var imidlertid dårlig, 2-4 m, slik at utbyttet av disse observasjonene ble svært begrenset. Skade på kabel i en tidlig fase av forsøkene gjorde også sitt til at TV-farkosten ble lite brukt.

6.2 Observasjon med TV-kamera montert på trålen

Utstyret besto av et lavlys TV-kamera montert i en fast ramme og en videoopptaker (Video-8) i en separat beholder. Videoopptakene startet ved utsetting og hadde inntil tre timers innspillingstid. På grunn av sikten kunne dette utstyret kun benyttes på krepsetrålen. To plasseringer av kamera med synsfelt er illustrert på Fig. 10.

6.3 Observasjoner med trålsonar (Simrad FS3300)

Trålsonaren (330khz) ble plassert midt på kuletelnen. Signaler fra sonaren ble overført ved hjelp av kabel som ble håndtert med egen sondevinsj ombord på fartøyet.

Sonaren ga et bilde tvers gjennom trållåpningen, og viste normal trållform og eventuelle deformasjoner/skjevheter når trållen passerte rørlledningen. Rørlledningen ble også observert ved trållpasseringer.

6.4 Geometrimålinger

Forsøkene i 1988 viste at passering av rørlledningene med lave krysningsvinkler ofte førte til at trålldøren som traff rørlledningen først fulgte langs røret og la seg med baksiden ned etter rørlpassering. Dette kunne dokumenteres ved kontinuerlig registrering av trålldøravstand ved hjelp av Scanmars avstandssensor. Avstandssensorer plassert bak trålldørene ble derfor benyttet i alle trålltrekkene. På grunn av sannsynlig interferens med strekksensorer som også inneholder avstandssensor, måtte minitransponer på styrbord side festes foran trålldørene (Fig. 11).

Sensor for måling av trållhøyde ble benyttet i noen trekk. Denne ble ikke brukt når trållsonaren var montert på trållen, fordi trållhøyden da kunne registreres med sonaren.

I noen trålltrekk ble det benyttet trållfartssensor. Denne måler trållens fart gjennom vannmassene som kan være forskjellig fra trållfart over grunn som måles fra posisjonsdata.

6.5 Strekkmålinger

Strekk i sveipene bak trålldørene ble målt med den nyutviklede strekksensoren fra Scantrol. Selve strekkcellene som var formet som sjakler, ble plassert mellom haneføtter og sveiper (Fig. 11). Informasjon om strekk ble sendt opp til fartøyet ved hjelp av akustiske sendere (modifiserte avstandsmålere). Strekkmålingene ble overført via 10 m kabel til den akustiske senderen.

Strekket ble logget kontinuerlig på en datafil sammen med geometrimålingene. Under trålling ble det kjørt med låste bremsere på vinsjene fordi fiskerikyndige ombord opplyste at det var vanlig blant Nordsjøtrållerne som fisket i området.

7. GJENNOMFØRING AV TRÅLFORSØK

Forsøkene med de forskjellige trålene omfattet kryssningsvinkler mellom 10° og 90°. 78% av kryssningene ble gjort med mindre enn 45° vinkel. Antall kryssninger med hver trål innenfor 15°- sektorer er gjengitt i Tabell 1. Forsøkene med hver tråltype er beskrevet nedenfor.

Tabell 1. Antall kryssninger innenfor vinkelsektorer på 15° med hver tråltype. [Number of pipeline crossings within 15° sectors with each trawl type.]

Vinkelsektor	0-14°	15-29°	30-44°	45-59°	60-74°	75-90°
Expo m/gear	2	17	13	5	0	4
Expo m/sabb	1	6	4	1	2	1
Reketrål	1	5	5	3	1	1
1 x Krepsetrål	0	4	5	3	0	1
2 x Krepsetrål	5	4	4	0	0	0

7.1 Industrifisktrål

De to Expotrålene med gear og sabb krysset Zeepipeledningen henholdsvis 41 og 15 ganger.

Expotrålen med gear var den første trålen som ble benyttet ved overtrålingene. Forut for kryssningene ble det gjort et innledende tråltrekk der geometri og bunnkontakt ble kontrollert med instrumenter og visuell inspeksjon av slitasje på kjettingene, som var fordelt langs bunngæret fra vingespiss til midt.

De første rørpasingene ble gjort med 80-90° kryssningsvinkel, og trålen ble hivd inn og sjekket for eventuell skade etter hver passering. Etter fem tråltrekk ble normalt rørledningen krysset 2-3 ganger i samme tråltrekk.

Taufarten var ca. 3,0 knop. Vaierlengden var 350-400 m, som tilsvarer et vaier/dyp forhold på 1:4,4-5,0.

7.2 Rekestrål

Rekestrålen krysset Zeepipeledningen 16 ganger. I de tre første trekkene med rekestrålen med 5 krysninger av rørledningen, gikk trålen for lett. Etter dette ble det satt på 125 kg fordelt på fem blylodd langs gearret mellom vingspiss og midt. Bunnkontakten ble god etter denne justeringen.

Taufarten var ca. 2,0 knop. Vaierlengden var 330 m som tilsvarer et vaier/dyp forhold på 1:4.

7.3 Krepsetrål

Krepsetrålforsøkene ble gjennomført med en enkel trål rigget som i Fig. 5, og dobbeltrål som i Fig. 6. Krepsetrålene krysset rørledningen 13 ganger både som enkel og dobbeltrål. Totalt ble derfor krepsetrålen dradd over rørledningen 39 ganger, fordi to tråler passerte rørledningen hver gang dobbeltrålen krysset ledningen.

Observasjonene med TV-kamera (RS 500) ble gjort når trålen var rigget som enkeltrål.

Taufarten var normalt 2,5 - 3,0 knop. Som enkeltrål ble det brukt 300 m trålvaier og som dobbeltrål 330 m, som er et vaier/dyp forhold på henholdsvis 1:3,75 og 1:4,1.

8. RESULTATER

8.1 Generelt

Data for hvert tråltrekk med antall krysninger, krysningvinkler og eventuell virkning på tråldøravstand og trål er gjengitt i Tabell 2.

Som det framgår av tabellen erfarte vi nesten ikke riveskader under forsøkene, som omfattet totalt 111 trålpasninger av rørledningen. Expo-trålen med gear ble revet en gang, og dette skjedde mest sannsynlig i forbindelse med at en stor stein ble overtrålet utenfor rørledningen. Det samme er sannsynlig for en mindre riveskade på krepsetrålen. I det første tilfellet ble stein observert i den sannsynlige riveposisjonen (Ref. videoinspeksjon av rørledningen med "Kommander Subsea", 30.05.1993).

Tabell 2. Forsøksdata ved tråling over 40" rørledning med F/F "Michael Sars" i mai 1993. [Experimental data from trawling across 40" pipeline with R/V "Michael Sars" in May 1993.]

Trål-stasjon	Dato	Krysning nr.	Tråltype	Krysningsvinkel (°)	Redusert døravstand (%)	Anmerkninger
MS 01	080593		Expo/gear			Funksjonstest av trål
MS 02	090593	01	Expo/gear	81	0	TV-obs av STB vinge
MS 03	090593	02	Expo/gear	90	0	TV-obs av BB tråldør
MS 04	090593	03	Expo/gear	77	0	TV-obs av BB vinge, 6 t sild
MS 05	090593	04	Expo/gear	56	0	TV-obs av STB vinge, 3 t sild
MS 06	090593	05	Expo/gear	52	0	
MS 06	090593	06	Expo/gear	50	0	
MS 07	090593	07	Expo/gear	33	50	
MS 07	090593	08	Expo/gear	29	53	Dør lagt, reiser seg
MS 08	090593	09	Expo/gear	32	0	
MS 08	090593	10	Expo/gear	34	0	
MS 09	090593	11	Expo/gear	31	0	
MS 09	090593	12	Expo/gear	78	0	
MS 10	100593	13	Expo/gear	45	0	
MS 10	100593	14	Expo/gear	47	0	
MS 11	100593	15	Expo/gear	18	70	
MS 11	100593	16	Expo/gear	25	44	
MS 12	100593	17	Expo/gear	21	60	Dør lagt, reiser seg
MS 12	100593	18	Expo/gear	30	0	
MS 13	100593	19	Expo/gear	30	0	

Tabell 2. Forts. [Cont.]

Trål- stasjon	Dato	Kryssning nr.	Tråltype	Kryssnings- vinkel (°)	Redusert døravstand (%)	Anmerkninger
MS 14	100593	20	Expo/gear	25	0	
MS 14	100593	21	Expo/gear	22	60	
MS 15	100593	22	Expo/gear	20	70	
MS 15	100593	23	Expo/gear	25	0	
MS 16	100593	24	Expo/gear	20	0	
MS 16	100593	25	Expo/gear	18	73	
MS 16	100593	26	Expo/gear	18	73	
MS 17	100593	27	Expo/gear	29	0	
MS 17	100593	28	Expo/gear	41	0	
MS 17	100593	29	Expo/gear	30	0	
MS 18	100593	30	Expo/gear	39	0	
MS 18	100593	31	Expo/gear	38	0	
MS 18	100593	32	Expo/gear	41	0	
MS 19	110593	33	Expo/gear	30	0	
MS 19	110593	34	Expo/gear	14	80	Dør lagt, reiser seg
MS 19	110593	35	Expo/gear	27	0	
MS 20	110593	36	Expo/gear	28	45	Dør lagt, reiser seg
MS 20	110593	37	Expo/gear	24	70	
MS 20	110593	38	Expo/gear	10	82	
MS 21	110593	39	Expo/gear	35	0	Obs med FS 3300, revet trål
MS 21	110593	40	Expo/gear	15	82	Revet trål
MS 21	110593	41	Expo/gear	19	0	Revet trål
MS 22	110593	42	1 x kreps	80	0	
MS 22	110593	43	1 x kreps	39	0	
MS 23	110593	44	1 x kreps	26	0	
MS 23	110593	45	1 x kreps	25	0	
MS 23	110593	46	1 x kreps	20	0	
MS 24	110593	47	2 x kreps	50	0	
MS 24	110593	48	2 x kreps	55	0	
MS 24	110593	49	2 x kreps	30	0	
MS 25	120593	50	2 x kreps	21	0	
MS 25	120593	51	2 x kreps	30	0	Telne av, 2 m rift
MS 26	130593	52	2 x kreps	45	0	
MS 26	130593	53	2 x kreps	20	0	
MS 27	130593	54	2 x kreps	45	0	
MS 27	130593	55	2 x kreps	35	0	
MS 28	130593	56	2 x kreps	22	0	
MS 28	130593	57	2 x kreps	20	0	
MS 29	130593	58	2 x kreps	32	0	

Tabell 2. Forts. [Cont.]

Trål- stasjon	Dato	Krysning nr.	Tråltype	Krysnings- vinkel (°)	Redusert døravstand (%)	Anmerkninger
MS 29	130593	59	2 x kreps	15	0	
MS 30	140593	60	Expo/Sabb	15	77	Dør lagt, reiser seg
MS 30	140593	61	Expo/Sabb	25	0	
MS 30	140593	62	Expo/Sabb	18	75	Dør lagt, reiser seg
MS 31	140593	64	Expo/Sabb	29	70	Dør lagt, reiser seg
MS 32	140593	65	Expo/Sabb	40	0	
MS 32	140593	66	Expo/Sabb	32	10	
MS 32	140593	67	Expo/Sabb	20	85	Dør lagt, reiser seg
MS 33	140593	68	Expo/Sabb	30	37	
MS 33	140593	69	Expo/Sabb	25	0	
MS 33	140593	70	Expo/Sabb	10	70	Dør lagt, reiser seg
MS 34	140593	71	Expo/Sabb	50	0	
MS 34	140593	72	Expo/Sabb	35	0	
MS 35	140593	73	Expo/Sabb	90	0	
MS 35	140593	74	Expo/Sabb	65	0	
MS 37	150593	75	Reke	78	0	Trål gått lett
MS 38	150593	76	Reke	70	0	Trål gått lett
MS 38	150593	77	Reke	55	0	Trål gått lett
MS 39	150593	78	Reke	45	0	Trål gått lett
MS 39	150593	79	Reke	30	0	Trål gått lett
MS 40	150593	80	Reke	30	0	
MS 40	150593	81	Reke	26	0	
MS 44	190593	82	Reke	34	0	
MS 44	190593	83	Reke	20	75	
MS 44	190593	84	Reke	20	0	
MS 45	190593	85	Reke	25	75	Dør lagt i 7 min, reist seg
MS 46	190593	86	Reke	50	21	
MS 46	190593	87	Reke	44	30	
MS 46	190593	88	Reke	15	27	
MS 47	200593	89	Reke	36	41	
MS 47	200593	90	Reke	14	42	
MS 48	200593	91	1 x kreps	44	0	
MS 49	200593	92	1 x kreps	35	50	Dør lagt, reist seg
MS 49	200593	93	1 x kreps	55	0	
MS 49	200593	94	1 x kreps	39	0	
MS 50	200593	95	1 x kreps	49	0	
MS 50	200593	96	1 x kreps	22	0	
MS 50	200593	97	1 x kreps	33	0	
MS 50	200593	98	1 x kreps	46	0	

Med større treffvinkel enn 40° , passerte tråldørene umiddelbart etter at de traff rørledningen. Ved avtagende krysningsvinkler var det en økende frekvens av at tråldøren som traff røret først, fulgte langs rørledningen før den ble dradd over. Andel av krysnings der tråldørene fulgte rørledningen for de ulike tråltypene er gjengitt i Tabell 3. Tråldørpasseringene var ellers mye tilsvarende som i 1988-forsøkene. I 43% av tilfellene der de største V- dørene (brukt sammen med Expotrålene) fulgte røret, havnet tråldørene med baksiden ned etter passasjen. I alle tilfellene reiste imidlertid tråldørene seg etter 2-10 minutter. De mindre tråldørene som ble benyttet sammen med krepsetrålen(e) passerte rørledningen med det samme de traff ledningen uansett krysningsvinkel, med et unntak.

Tabell 3. Andel av tråltrekk med redusert tråldørspredning med ulike krysningsvinkler for hver tråltipe. [Proportion of trawl hauls when door spread was reduced with various crossing angles.]

Vinkel Tråltipe	10-19°	20-29°	30-39°	40-49°	> 50°
Expo	90	56	21	0	0
Reke	100	50	25	66	0
1 x Krepsetrål	0	0	0	0	0
2 x Krepsetrål	0	0	0	0	0

Passering av tråldører og de ulike tråltypene beskrives mer detaljert nedenfor.

8.2 Industrifisktrål

Expo 1200 m/gear

Ved tråling noenlunde rettvinklet mot rørledningen passerte tråldørene greit over som illustrert på Fig. 12. Etter tråldørpassering lå sveipene ned mot røret. Friksjonen mellom rør og sveiper var størst nærmest trålvingene, noe som resulterte i at slitasjen her øket merkbart. Geometri og strekkdata for krysningsvinkel på 41° er vist på Fig. 13. Dette viser også normalsituasjonen for trålen, 7-7,5 m høyde, 85 m dørspredning og ca. 2,5 tonn strekk bak tråldørene. Målingene refererer til 3,0 knop tauefart.

Ved krysning med lave vinkler fulgte tråldøren som traff røret først rørledningen, la seg over med baksiden mot røret, for til slutt å bli dradd over røret. Situasjonen etter rørpassering var enten at tråldøren var oppreist når den traff bunnen på den andre siden eller at den ble liggende med baksiden ned. Disse situasjonene er illustrert på Fig. 14. Når tråldøren fulgte røret, ble tråldøravstanden redusert, trålhøyden økte og strekket i sveipene ble redusert bak tråldøren som fulgte røret, mens strekket økte tilsvarende bak den andre tråldøren. Geometri og strekkdata for to passeringer, henholdsvis når tråldøren var oppreist etter passering og når den la seg med baksiden ned, er illustrert på Fig. 15 og 16.

Observasjonene med TV-kameratet i den tauete undervannsfarkosten ble av dårlig kvalitet på grunn av dårlig sikt. De få observasjonene som ble gjort var konsentrert om trålvingen, og disse viste at passeringene av 40"-ledningen var helt tilsvarende som observert ved passering av Statpipe- og Oseberg-ledningene på henholdsvis 30" og 28". Beskrivelsene som ble gjort i 1988 med samme tråltype vil derfor være gyldig også for disse forsøkene.

Under tråltrekk MS21 var trålen revet ved innhiving. Rivemønsteret er vist på Fig. 17. Under dette tråltrekket var trålsonaren FS3300 montert på trålen. Sonarobservasjonene viser at rivingen skjedde før eller under første passering av rørledningen. Steinfunnet som ble gjort av "Kommandør Subsea" i posisjon umiddelbart etter forsøkene samsvarer godt med riveposisjonen. Ut fra dette må riveskadene med stor sannsynlighet tilskrives steinen og ikke rørledningen.

Expotrål med sabb

Seks tråltrekk med 15 rørpasseringer ble foretatt med denne trålen. Trålsonaren ble benyttet i samtlige tråltrekk.

Geometri- og strekkdata for krysninger der tråldøren reiste seg umiddelbart etter og når den ble liggende etter rørpasseringen er illustrert i Fig. 18 og 19. I Fig. 20 er illustrert sonarbilde av trålen når den var normalt operativ og deformert ved tråling med liten vinkel mot rørledningen. Med større vinkler enn 40° passerte tråldørene rett over rørledningen.

8.2 Rekestrål

Åtte tråltrekk med totalt 16 rørpassasjer ble gjort med rekestrålen. I de tre første tråltrekkene gikk trålen for lett og hadde ikke bunnkontakt rundt midtgearet. Passeringene ble alle gjort med relativt små krysningvinkler, under 45° . Tråldørene fulgte langs røret tilsvarende som for Expotrålen. I Fig. 21 og 22 er geometri og strekkdata vist for henholdsvis 40° og 25° graders krysningvinkler. Med 25° vinkel la tråldøren seg med baksiden ned etter rørpassering og lå nede slik i ca. 6 minutter.

Trålhøyden var normalt ca. 11 m, dørspreidningen 40-45 m og strekket bak tråldørene ca. 2.0 tonn med 2,0 knop tauefart.

Det ble ikke påvist skader på trålen under noen av passeringene.

8.3 Krepsetrål

Rigget som enkeltrål ble det gjort fem trekk med krepsetrålen med 13 krysninger av rørledningen. Seks av passeringene ble observert med kamera festet på kuletelna i de to posisjonene som vist på Fig. 10.

Krepsetrålen er liten sammenlignet med industri- og rekestrålen, med ca. 2 - 2,5 m høyde. Trålen gikk tungt på bunnen, noe som ble dokumentert ved observasjonene og at den fanget opp mye tang og bunnlevende organismer. Foruten selve fiskelinen var også undervinger og bunnpanel i nærkontakt med bunn under tauing. Under en krysning ble tråldøravstanden redusert som følge av at den ene tråldøren fulgte rørledningen. Krysningvinkelen da dette skjedde var 35° (MS 49, krysning nr 92).

Arrangert som dobbeltrål (Fig. 6), passerte hver av trålene rørledningen 13 ganger med krysningvinkler mellom 60° og 20° . I motsetning til i forsøkene med industri- og rekestrålene, passerte tråldørene over rørledningene med det samme de traff røret, også med små

treffvinkler. Tråldøravstand og trålhøyde for henholdsvis 50° og 15° krysningsvinkler er vist på Fig. 23 og 24.

Forklaringen på at de små tråldørene passerte lettere over rørledningen enn de større, må være at trålvaieren foran tråldørene ble løftet opp av rørledningen slik at tråldøren mistet bunnkontakten før den traff rørledningen og ble ført over røret som vist på Fig. 25.

Denne form for passering resulterte ikke i at krepsetrålen ble deformert, og den er da også mindre utsatt for skade ved rørpasninger.

Gear og fiskeline ble avslitt i tråltrekk MS 25. Selve trålen fikk en liten rift (ca. 2 m).

9. DISKUSJON

Observasjoner og målinger som ble gjort av geometri og strekk viste at trålplasseringene av 40" rørledning er sammenlignbart med det som ble erfart i 1988 ved kryssing av 28" og 30" rørledninger.

Selv om siktforholdene gjorde at TV-observasjoner i liten grad kunne gjennomføres på dette toktet, vil beskrivelsen og videodokumentasjon gjort av rørplasseringene i 1988 være gyldige for passering av 40" rørledninger.

Bunnforholdene ved rørledningen var slett sandbunn med enkelte steinområder i den sørlige del av forsøksområdet (sør for 58°). Kartmaterialet som ble nyttet viste ikke steinområdene i sør og var årsak til at forsøkene midt i toktet ble utført for langt mot sør. De to riveskadene ble gjort i dette området og den ene sammenfaller med observasjon av stein i denne posisjonen.

Industrifisktrålene med henholdsvis sabb og gear er typiske for Nordsjøflåten som fisker øyepål o.a. på "Kanten". Tilsvarende tråltypen med større masker i bakparten, benyttes også til konsumfisktråling av denne flåtegruppen. Resultatene som ble oppnådd med industrifisktrålene vil derfor være representative for mesteparten av trålfisket etter fisk i området for Zeepipeledningen mellom land og Sleipner A plattformen.

Reketråling drives dypere enn 230 m i Norskerenna. Bunnforholdene på rekefeltene er av mudder/leire og ikke sand som i forsøksområdet. Kontakt mellom rørledning og trål vil imidlertid være den samme uavhengig av bunnforhold ved overtråling, fordi trålen bare berører oversiden på rørledningen.

Krepsetrålen som ble benyttet i forsøkene er rigget for å gå "tungt" på bunnen. Dette ble dokumentert med videoobservasjoner av midtgear og sidegear og av at trålen fanget mye bunnlevende organismer og andre objekter som ligger på bunnen.

Forsøkene i 1988 og 1993 dokumenterte at rørledninger på 30"-40" kan overtråles uten vesentlig risiko for fastheking og riving. Med krysningsvinkler over 45° vil verken tråldør eller trål påvirkes negativt. Når krysningsvinkelen er lav vil ofte tråldøren som treffer røret først følge rørledningen, noe som resulterer i redusert tråldøravstand og skjev (deformert) trål. Tråldører som dras langs rørledningen utsettes for økt slitasje i front og på baksiden.

Tråldører som passerer rørledningen etter å ha blitt dradd langs denne et stykke vil ofte bli liggende med baksiden ned etter passering. Dette skjer oftest når krysningsvinkelen er mindre enn 30°. I disse forsøkene reiste tråldørene seg selv etter å ha lagt nede i 2-10 minutter. På bløt bunn kan denne situasjonen føre til fastkjøring av tråldøren. En liggende tråldør er også uheldig dersom den treffer en rørledning. Risikoen for fastheking er sannsynligvis større.

En liggende tråldør betyr også en skjevdradd trål. Denne er da mer utsatt for riving hvis den kjøres fast i stein, e.l. etter rørplasseringen. I ca. 25 passeringer var Expo- og reketrålen mer eller mindre skjev under rørplasseringen. Dette resulterte ikke i riving på selve røret, og viser at selv en skjev trål normalt ikke rives under selve passeringen av rørledningen.

Ved sammenligning av forsøkene i 1988 og 1993 der samme størrelse av V-tråldører ble benyttet til Expotrålene, ser det ut til at 40" rørledning passerer lettere enn 30" rørledning. Disse forsøkene viser også at mindre V-tråldører passerer rørledninger lettere enn større. Begge disse observasjonene kan sannsynligvis forklares med at trålvaier og sveiper løftes opp av rørledningen slik at tråldøren ikke har bunnkontakt like før de treffer røret og like etter at de har passert. Dette har klar sammenheng mellom rørets høyde over bunn og tråldørens høyde.

En negativ effekt av økt diameter er at friksjonen mot sveipene øker. Dette resulterer i større slitasje på sveipene enn det som er vanlig ved tråling på sand/leire. Under selve trålplasseringen har bunngear og sabb liten eller ingen beskyttende virkning på trålen. Det er selve grunntelna som kommer i kontakt med rørledningen. Slitasjen på bendslingene er relativt stor når dette skjer og er større enn det som er vanlig. Slitasje på sveiper og bendslinger er imidlertid relativt ubetydelig i forhold til den generelle slitasjen disse tråldelene utsettes for. Betydningen av disse negative effektene er derfor liten. Det er lite som tyder på at nettet i

trålen har direkte kontakt med rørledningen. Unntaket er når trålen trekkes deformert langs rørledningen i situasjoner der en tråldør trekkes langs rørledningen med særdeles lave krysningsvinkler, 0-15 grader.

10. KONKLUSJONER

Krysning av 40" rørledninger med industri- og reketråder er tilsvarende som krysning av rørledninger med mindre diameter, 28"-30".

Med avtagende krysningsvinkler under 40°, øker risikoen for at tråldøren som treffer røret først følger langs røret slik at dørspredningen reduseres og trålen blir skjev (deformert). Etter passering av rørledningen legger denne tråldøren seg ofte med baksiden ned. På hard sandbunn som i forsøksområdet, vil denne tråldøren reise seg etter 2-10 minutter. En liggende tråldør er særlig utsatt for fastkjøring i bløt bunn.

Mindre V-dører passerer en 40" rørledning lettere enn en større tråldør av samme type. Små tråldører passerer rørledningen uten at tråldøravstanden reduseres og trålen blir dradd skjev.

Trål som trekkes over rørledningen utsettes normalt ikke for fastheking og riveskader. Dette gjelder også når trålen er dradd skjev.

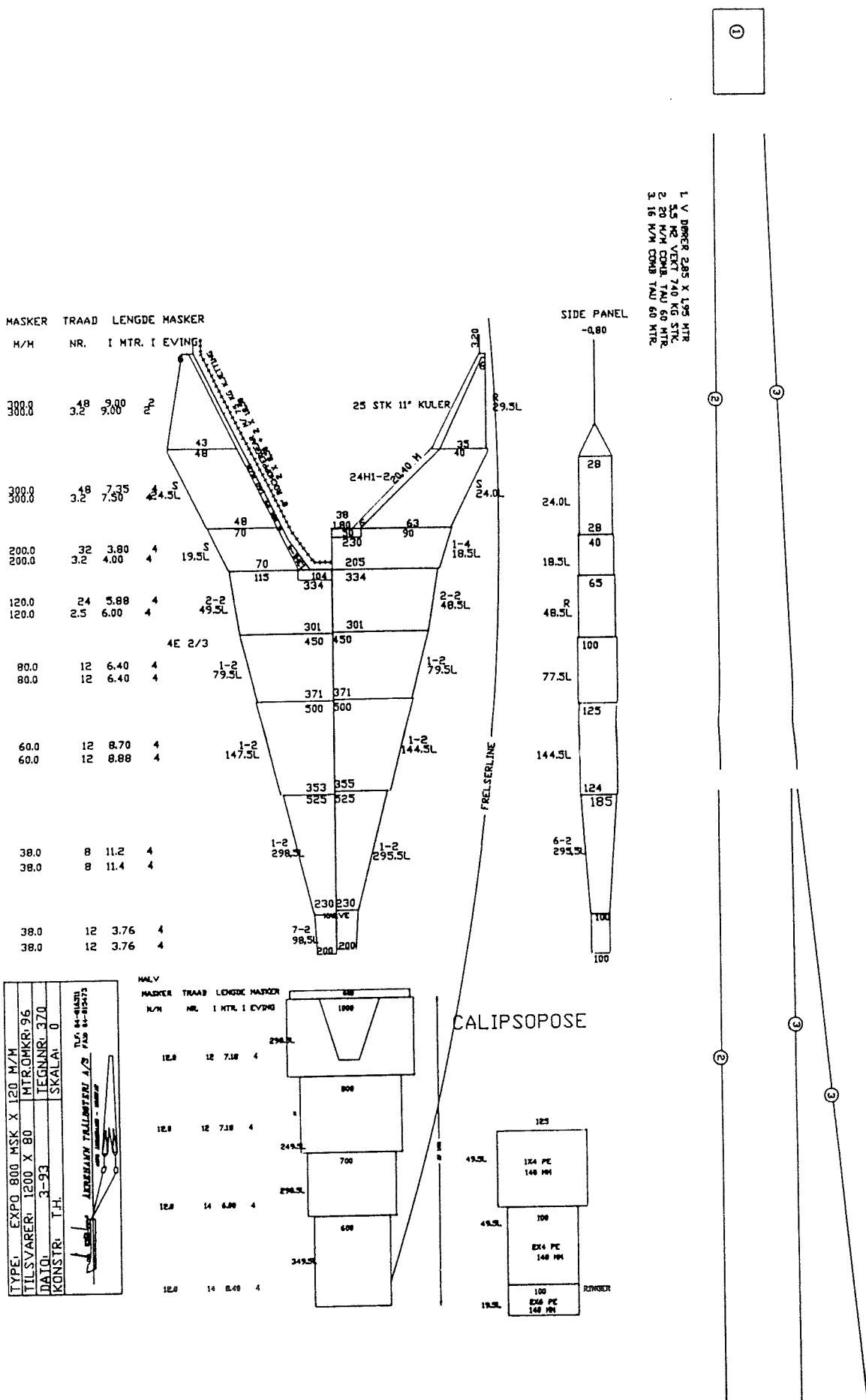
Friksjonen som oppstår mellom rørledningens betongkappe og de ulike tråldelene øker slitasjen på disse. Dette gjelder tråldør, sveiper og grunntelne. Slitasjen er imidlertid liten sammenlignet med normal slitasje under tråling, og vil ikke øke redskapsutgiftene vesentlig.

11. LITTERATUR

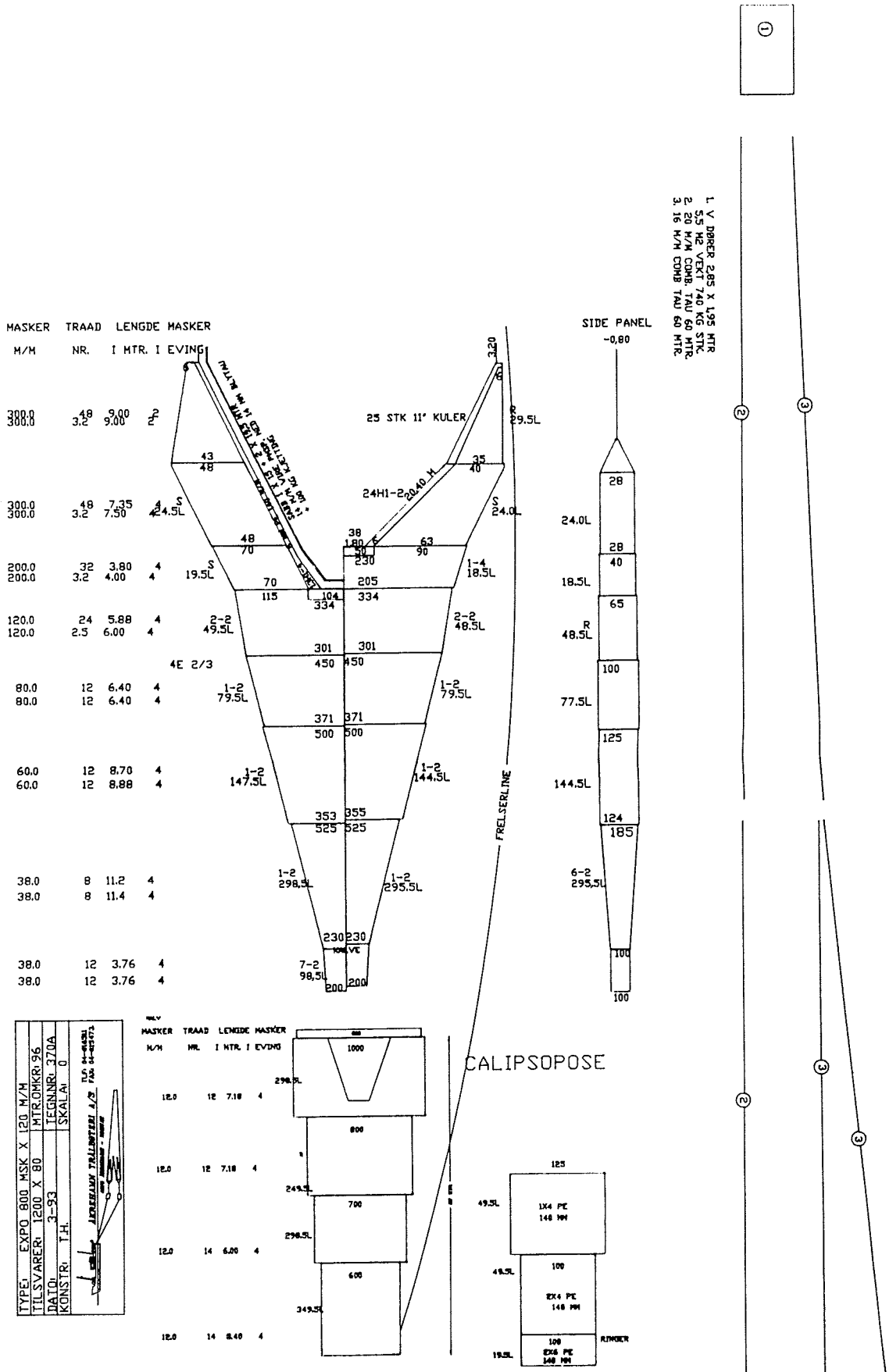
Groot, S.J. de and Hak, W. van der 1984. Full scale tests on the interaction between bottom fishing gear and an 18-inch Marine gas pipeline in the North Sea. *ICES C.M. 1984/B:42*.

Valdemarsen, J.W. 1988. Tråling over rørledninger. Undervanns TV-observasjoner. *FTFI-rapport 15.11.88*.

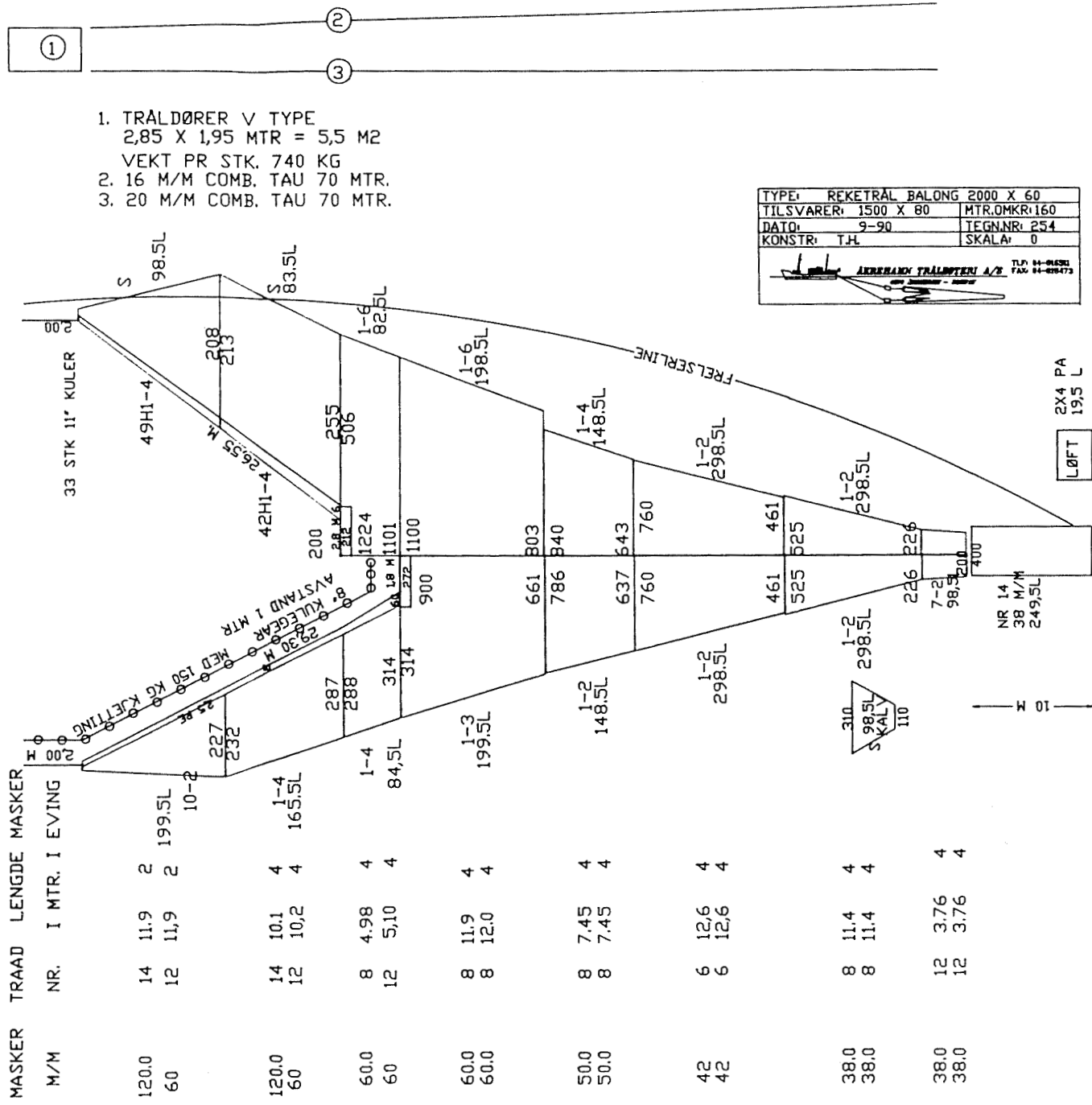
Valdemarsen, J.W. 1989. Trawling across pipelines. *Paper to 1st Int. Conf. on Fisheries and Offshore Petroleum Exploitation. Bergen, Norway, 23-25 Oct. 1989*.



Figur 1. Expotrål, 1200 masker i 80 mm m/gear, inkl. rigging [Expo trawl, 1200 meshes in 80 mm, with gear and rigging specifications].



Figur 2. Expotrål, 1200 masker i 80 mm m/sabb, inkl. rigging [Expo trawl, 1200 meshes in 80 mm, with gear and rigging specifications].



Figur 3. Ballong reketral, 2000 masker i 60 mm, inkl. rigging [Ballonet shrimp trawl, 2000 meshes in 60 mm, with gear and rigging specifications].

MASKER TRAAD LENGDE MASKER

M/M NR. I MTR. I EVING

40 M/M SABB
MED 8 M/M KJETTING

13 STK 8" KULER

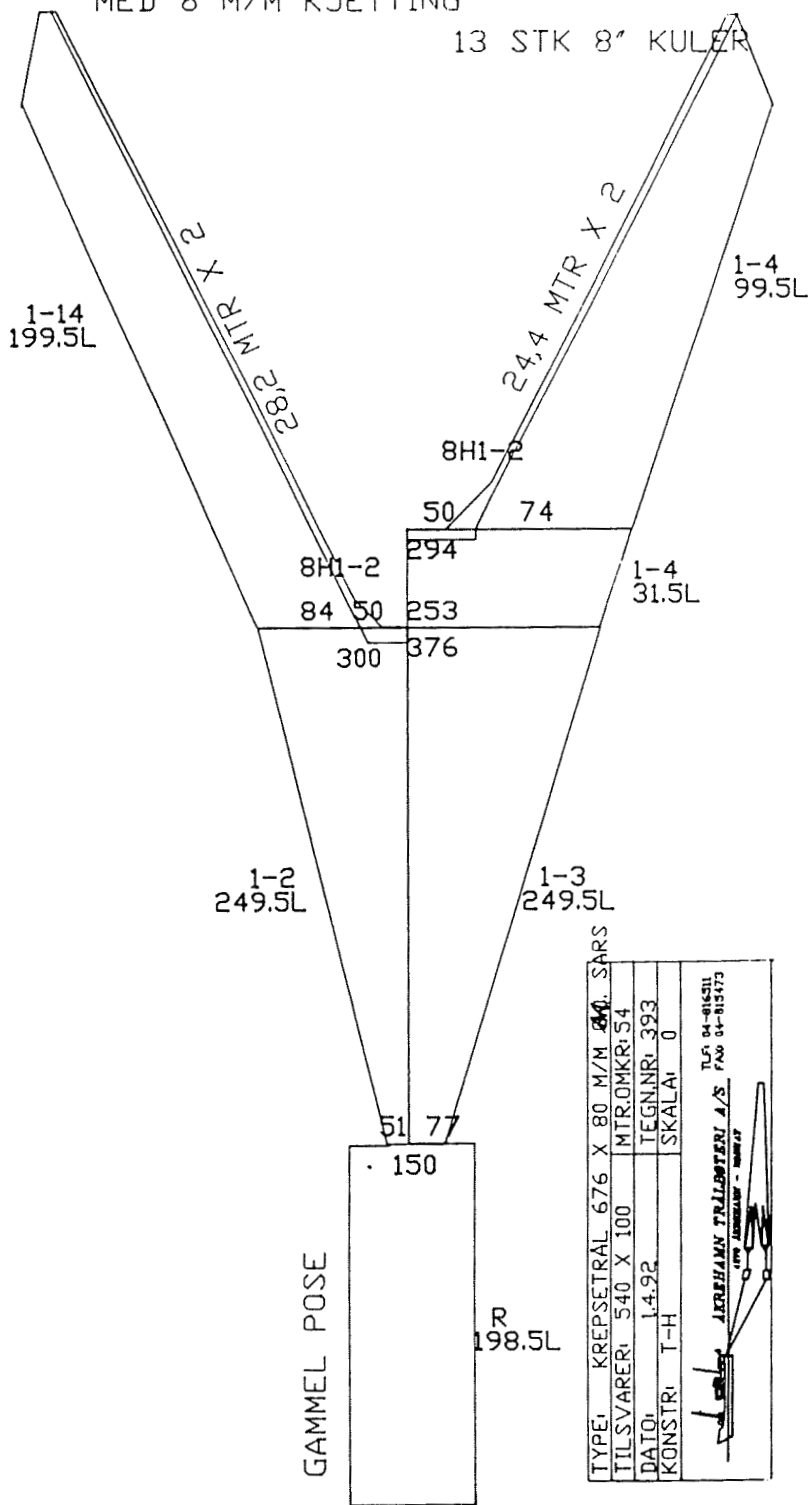
200.0 24 20.0 4

120.0 2.5 24.0 4 1-14 199.5L

120.0 24 3.84 4

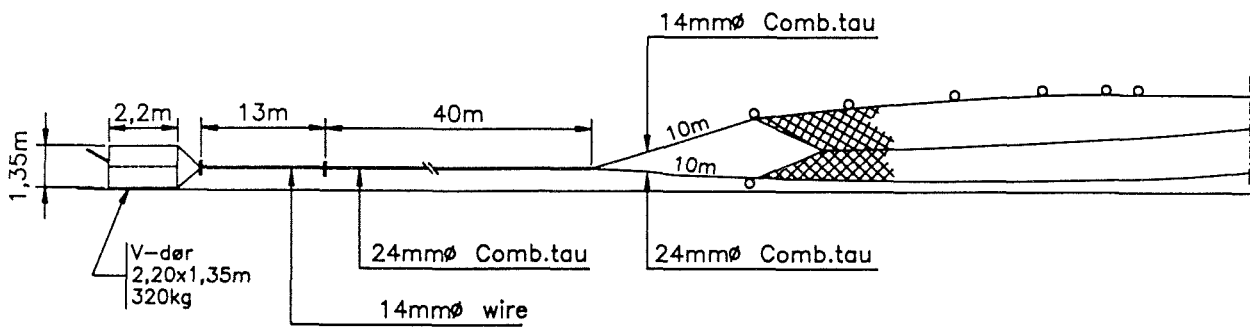
80.0 18 20.0 4
80.0 3/8 20.0 4

70.0 2 PA 13.9 4



TYPE:	KREPSETRÅL 676 X 80 M/M	80. SABS
TILSVARER:	540 X 100	MTR.OMKR:154
DAIO:	1.4.92.	TEGN.NR: 393
KONSTR:	T-H	SKALA: 0
JERFHAM TRÅLSTERN A/S		Tlf 04-816311
FV. JERNHÅN - NARVIK		Fax 04-815473

Figur 4. Krepsetrål, 676 masker i 80 mm [Nephrops trawl, 676 meshes in 80 mm].

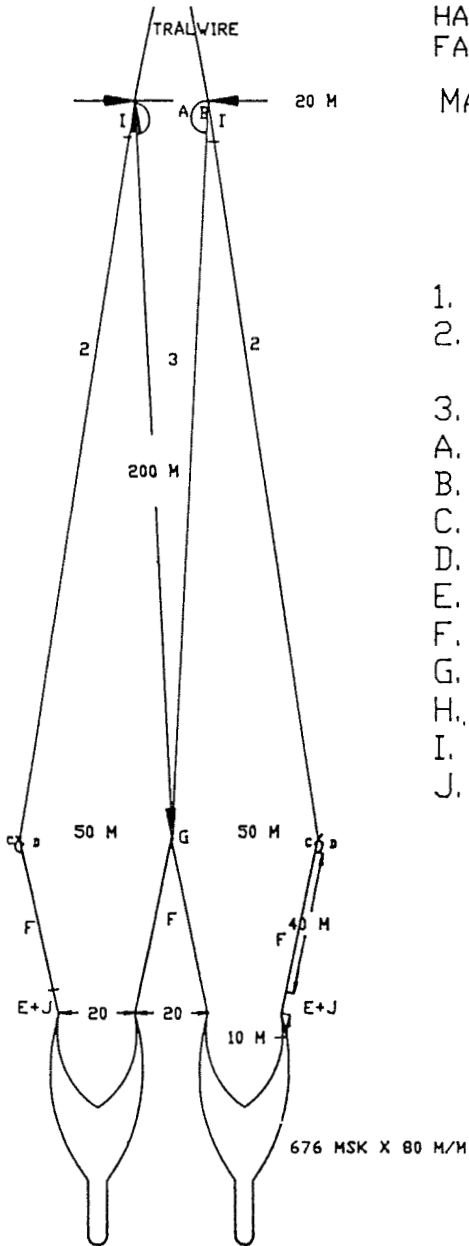


Figur 5. Rigging av krepsetrålen som enkeltrål (fra siden) [*Rigging of the Nephrops trawl as single trawl (sideview)*].



TAUSEYSTEM KRESETRÅL
 HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
 FANGSTSEKSJON BERGEN

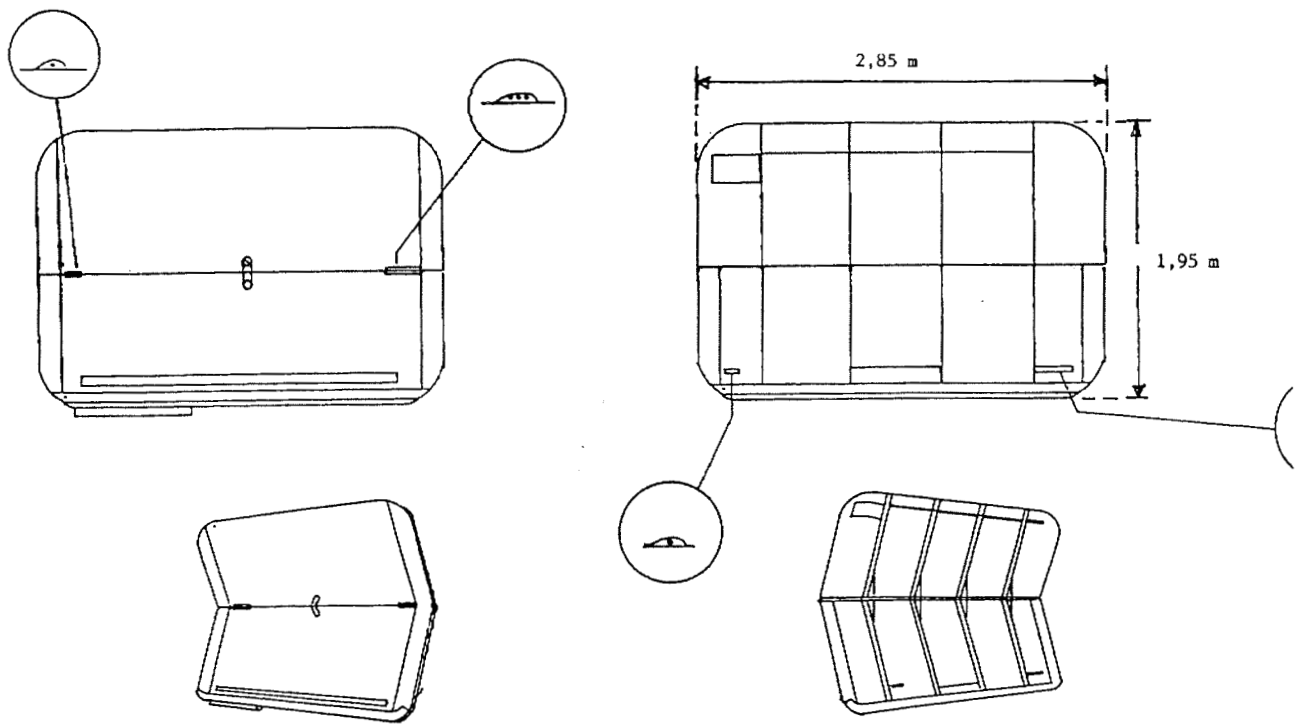
MAI 1992



1. SVIVEL
2. 200 MTR WIRE
+ 10 MTR FORLENGELSE
3. 200 MTR WIRE
- A. MELLOMWIRE M/ GHOOK FL.LØKKE 11 M.
- B. SLEPEWIRE M/ GHOOK FL.LØKKE 10 M.
- C. MELLOMWIRE M/ GHOOK FL.LØKKE 12 M
- D. SLEPEWIRE M/ GHOOK FL.LØKKE 10 M.
- E. HANEFOT 14 M/M 10 M.
- F. LINER 24 M/M 40 M.
- G. KJETTINGFORLENGER 10 MTR CA 100 KG
- H. INNHALERE M/ FLATLØKKE 15 M.
- I. FORLENGERE 10 M.
- J. HANEFOT 24 M/M 10 .

TYPE: KREPSETRÅL G.O. SARS	
TILSVARER: 540 X 100	MTR.OMKR: 54
DATO: 16.5.92	TEGN.NR: KREPS
KONSTR: T-H	SKALA: 0
 ÅKREHAMN TRÅLBØTERI A/S <small>(100 ÅKREHAMN - BILFVAY)</small>	
<small>TEL: 04-16211 FAX: 04-815475</small>	

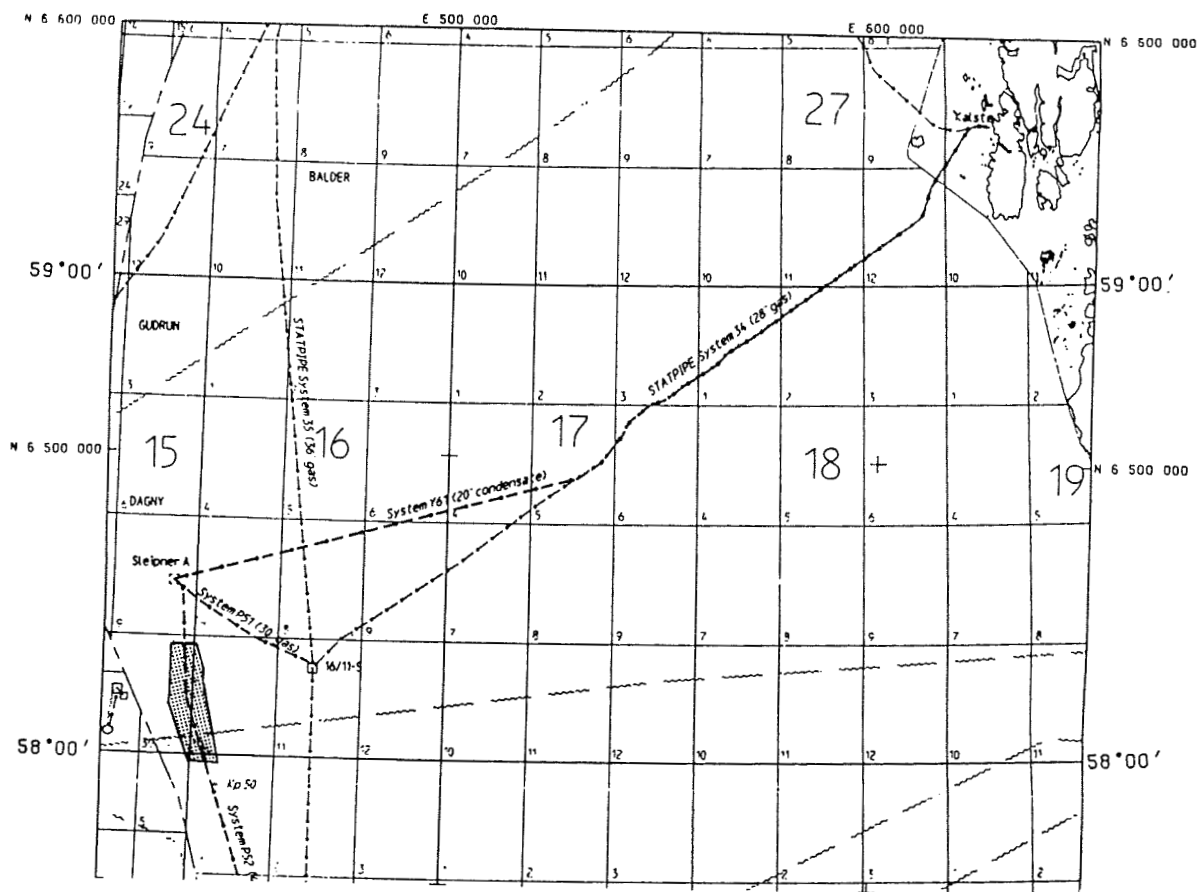
Figur 6. Rigging av krepsetrålene som dobbeltrål (ovenfra) [Rigging of the Nephrops trawls as twin trawl (seen from above)].



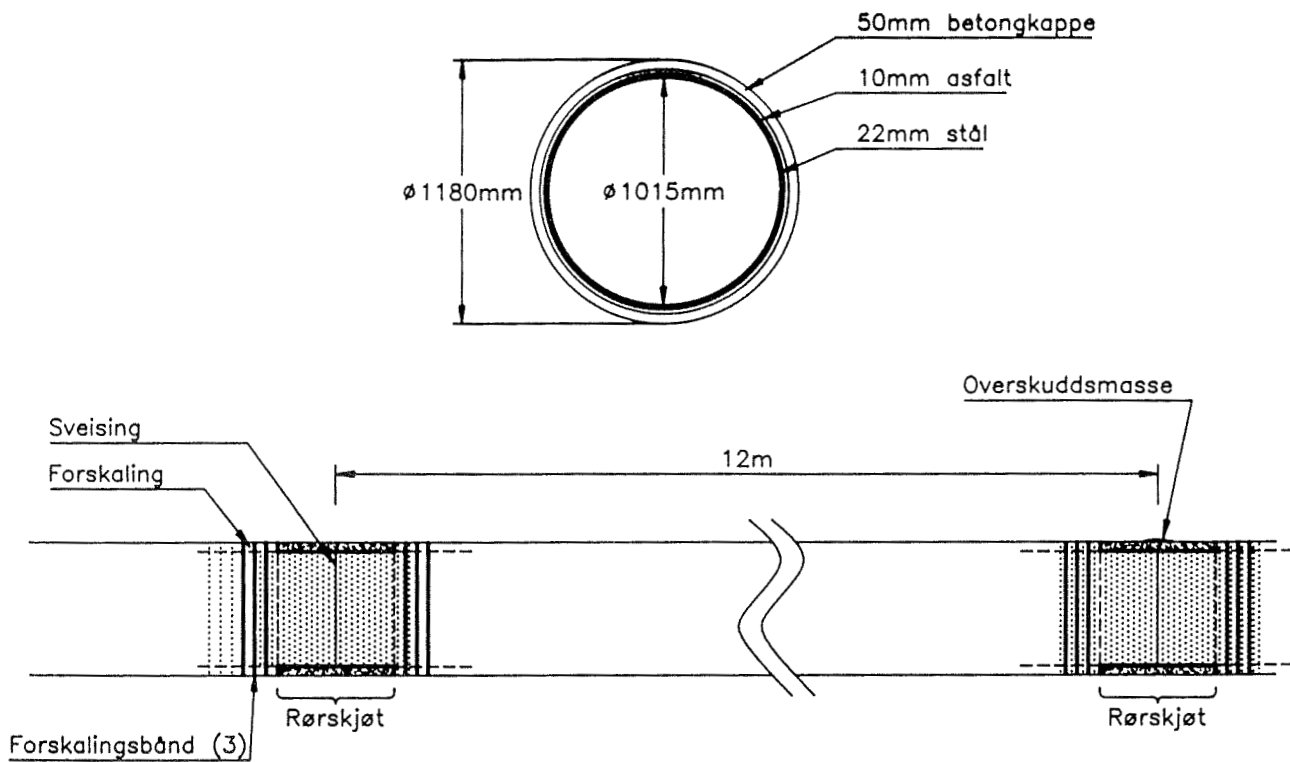
ET-V DØR 2,85 x 1,95 m = 5,5 m²
 á 740 kg

EGERSUND TRÁL A/S
 04.06.93

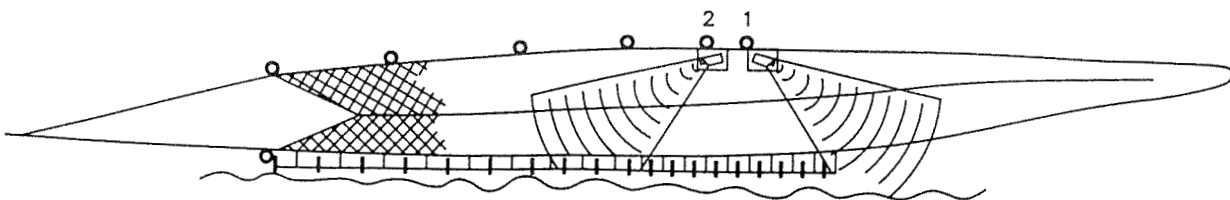
Figur 7. V-dører, ET-type, 2,85 x 1,95 m [V-doors, ET-type, 2.85 x 1.95 m].



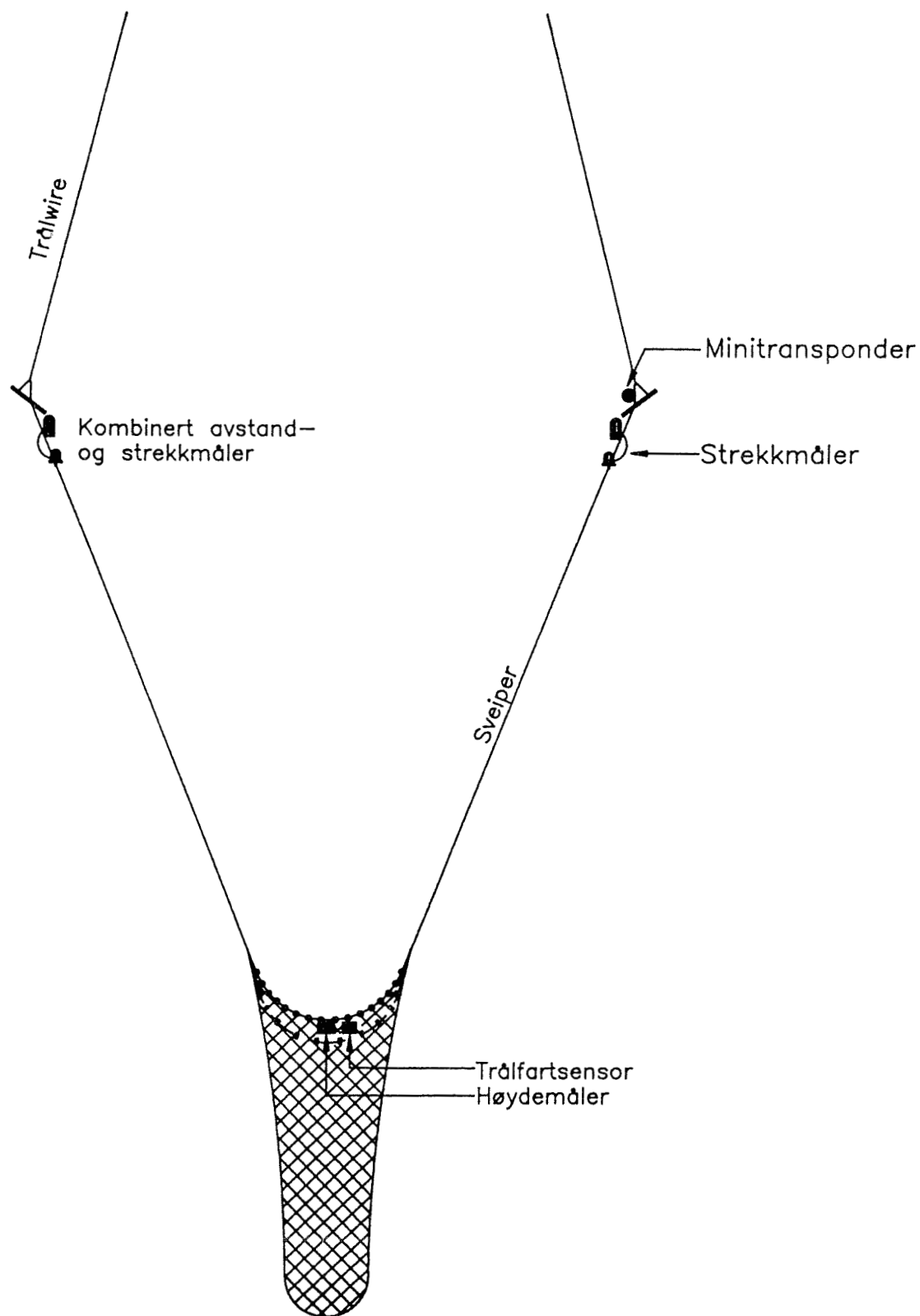
Figur 8. Forsøksområdet på Zeepipe-ledningen (skravert) [Trial area at Zeepipe (hatched)].



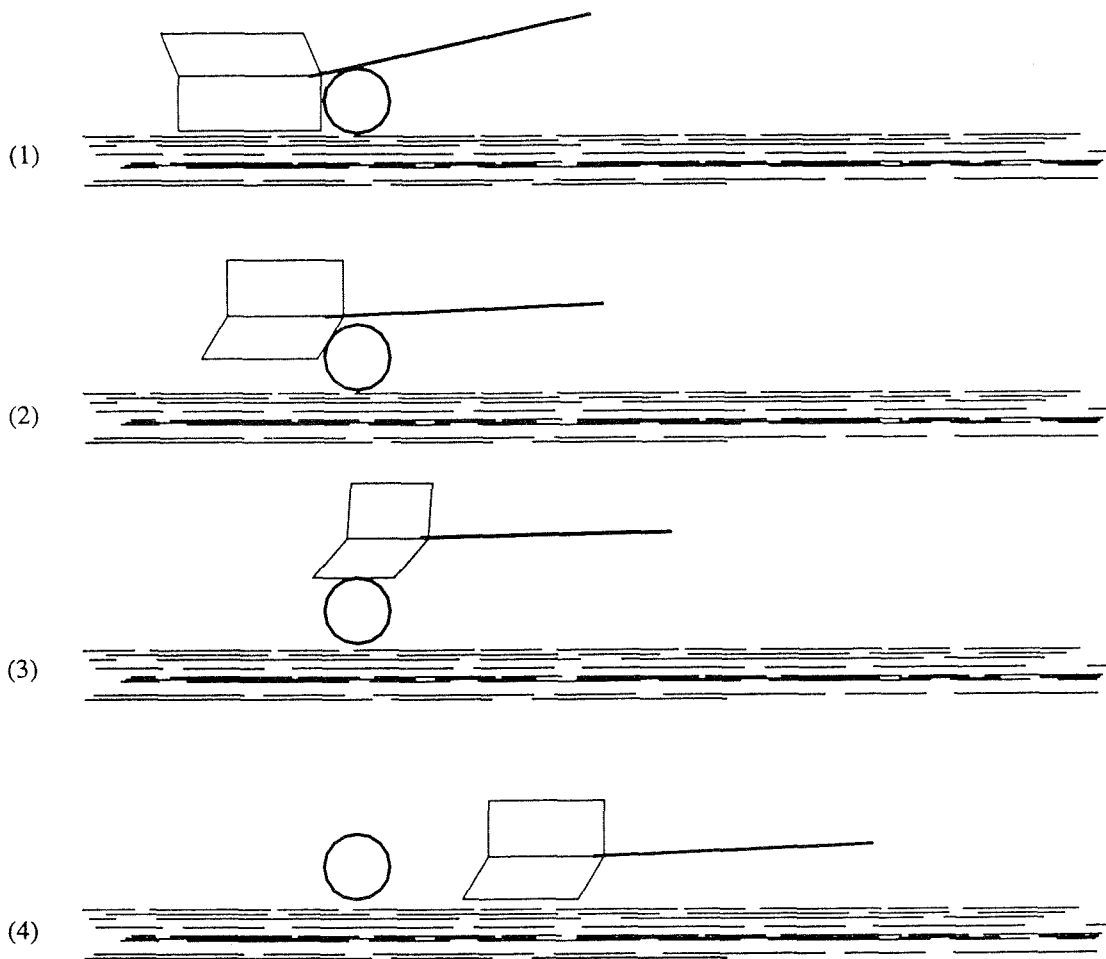
Figur 9. Tverrsnitt og lengdesnitt av 40" rørledning med feltskjøter hver 12. m [Design of 40" pipeline with welded joinings every 12 m].



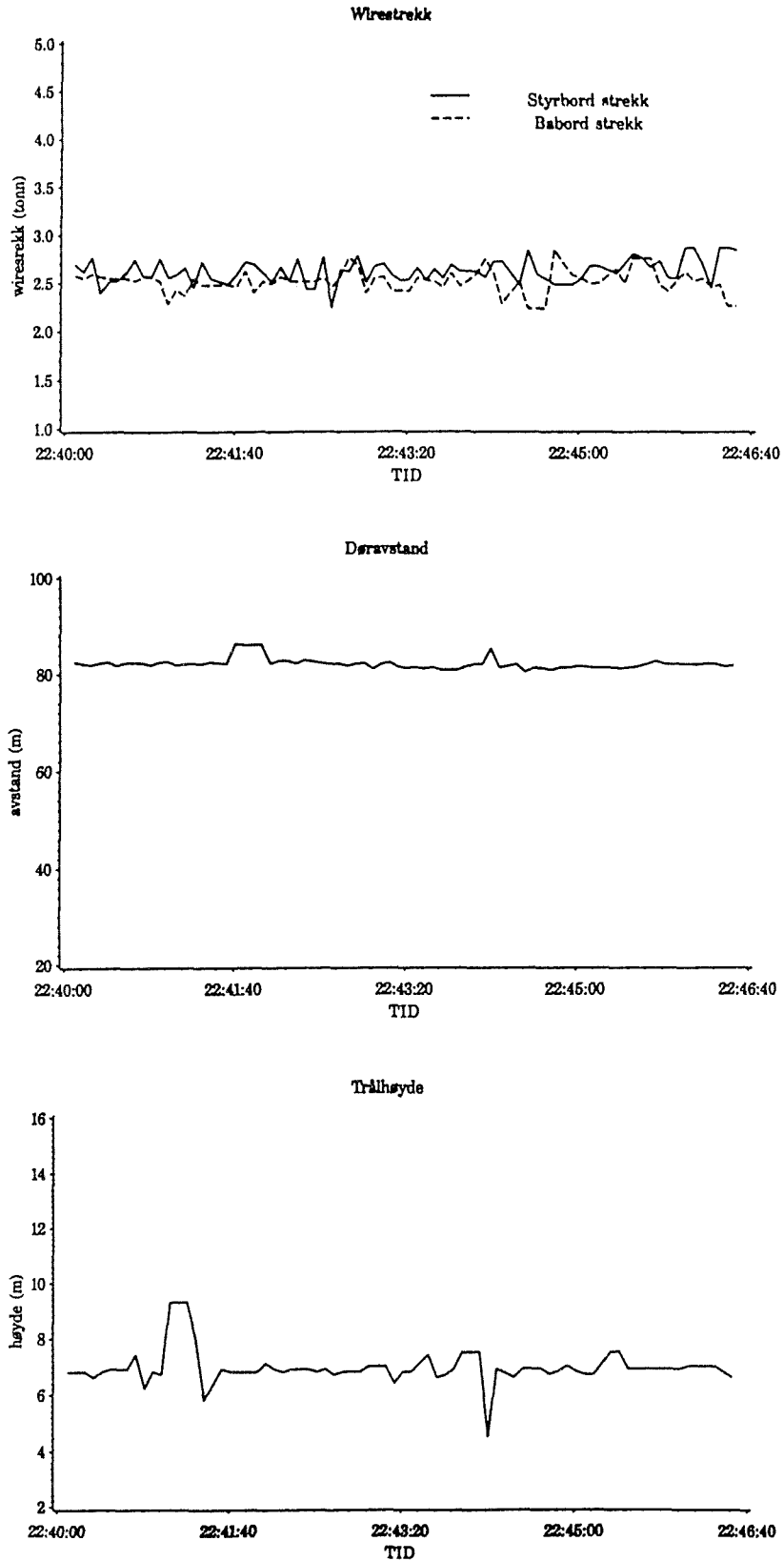
Figur 10. To plasseringer (1 og 2) av TV-kamera på krepsetrålen [Two positions (1 and 2) of the TV-camera unit on the Nephrops trawl].



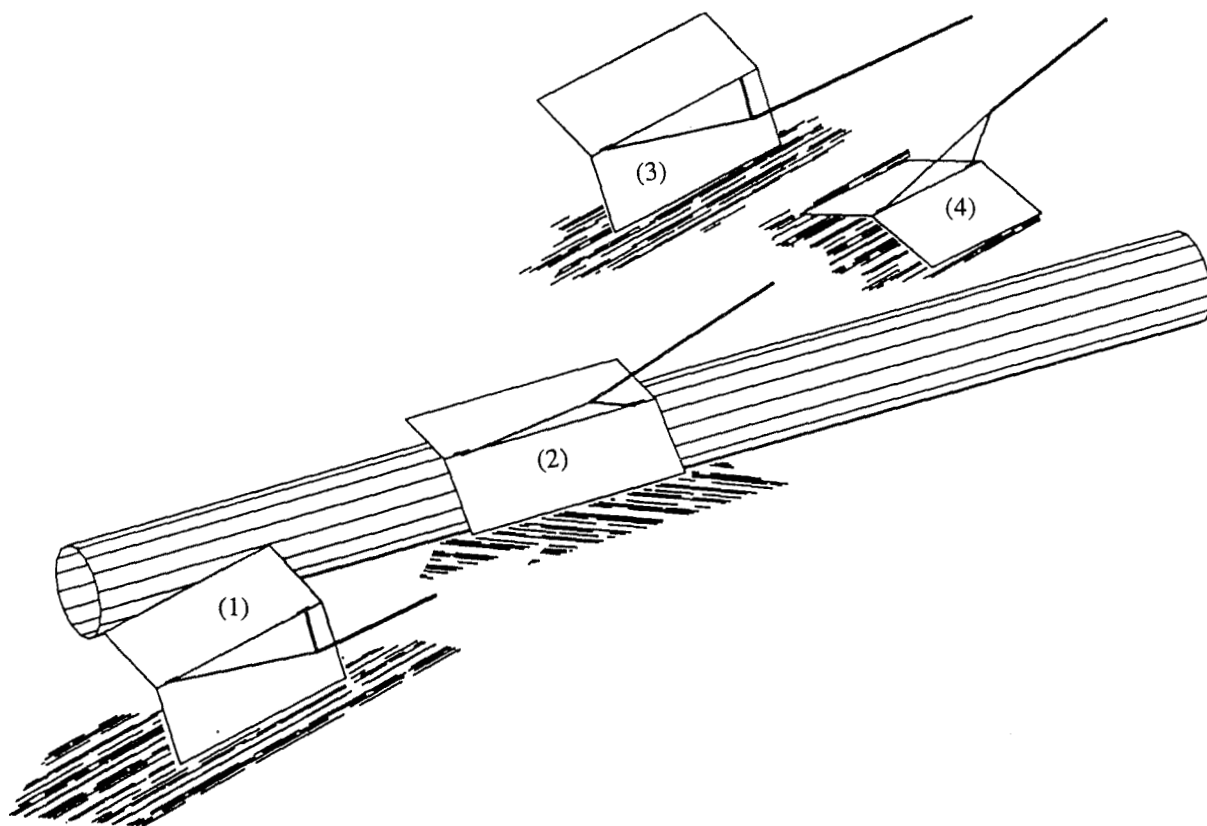
Figur 11. Plassering av Scanmar instrumenter på Expo-trålen [*Position of the Scanmar instruments on the Expo trawl*].



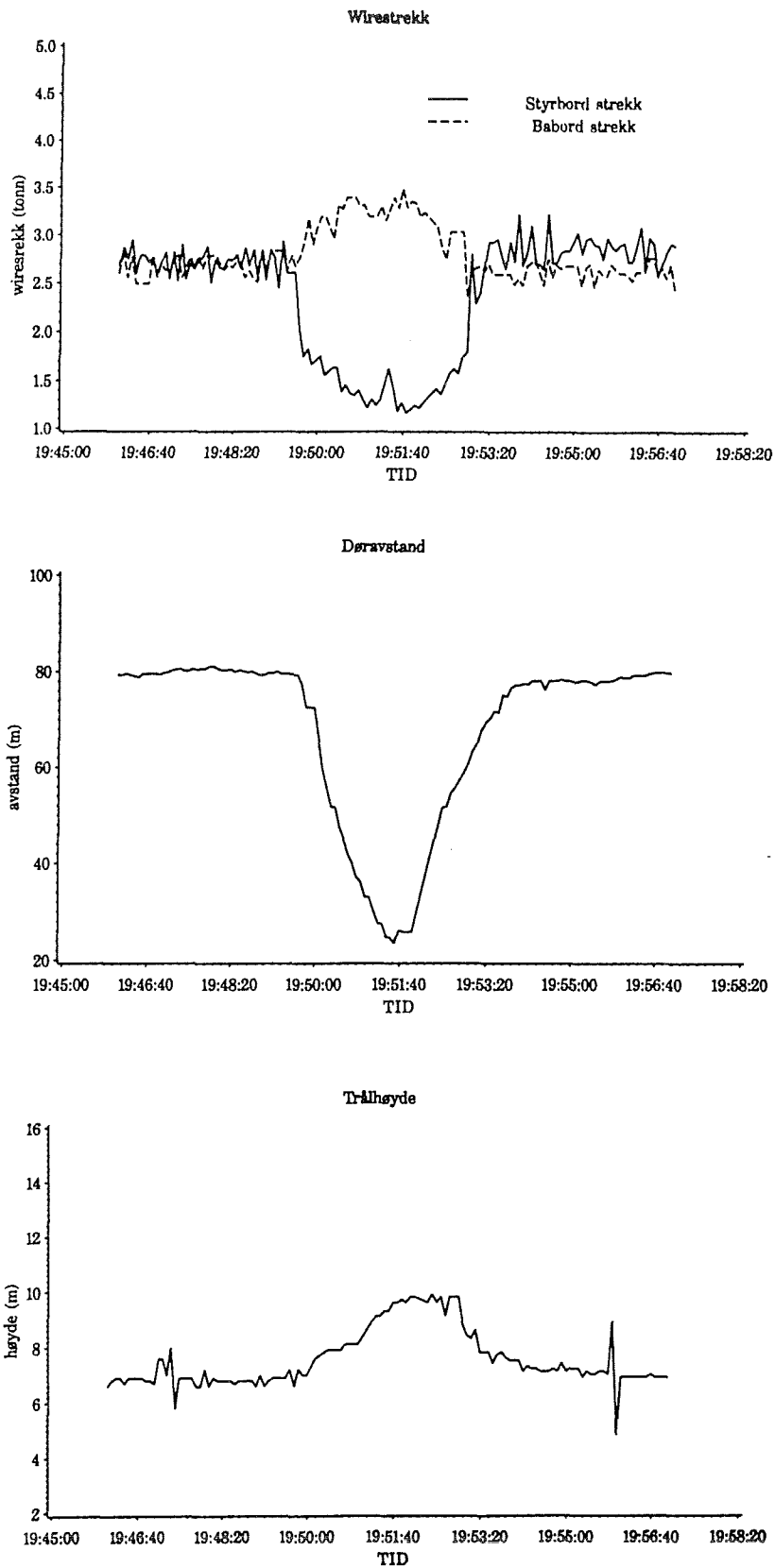
Figur 12. Skjematisk illustrasjon av hvordan en tråldør passerer rørledningen med ca. 90° krysningvinkel. 1) Tråldøren treffer rørledningen, 2) tråldøren legger seg innover og løftes oppå røret, 3) tråldøren passerer over røret innoverbøyd, og 4) tråldøren har passert rørledningen og er oppreist etter passeringen [*Schematic illustration of a trawl door crossing the pipeline with a 90° crossing angle. 1) The trawl door hits the pipe; 2) the trawl door is laid inward and lifted to the top of the pipe; 3) the trawl door crosses the pipe bended inward; and 4) the trawl door has crossed the pipe and is again in a normal position*].



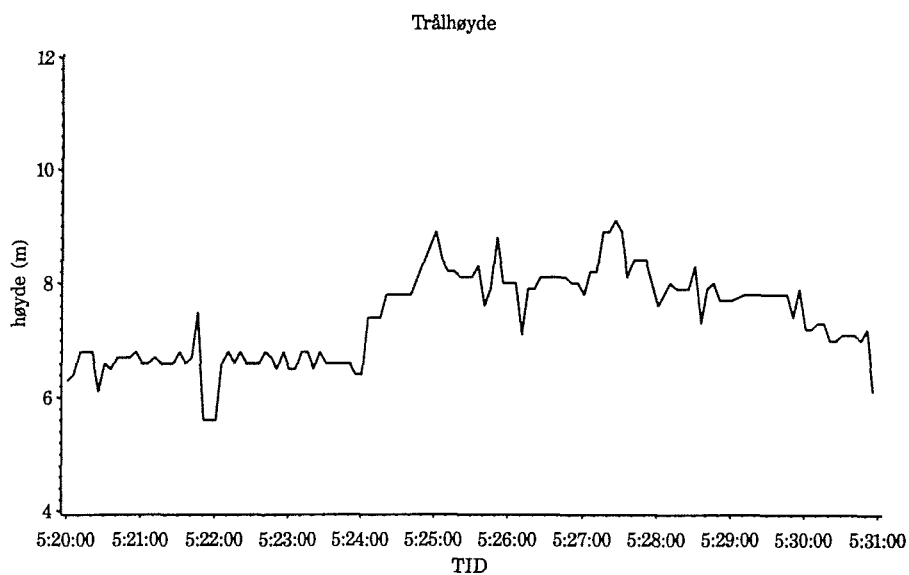
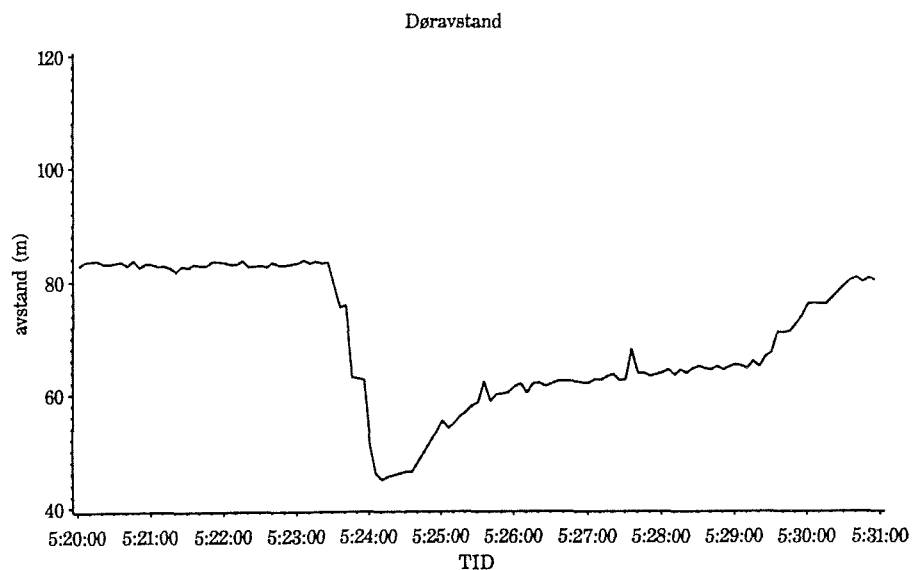
Figur 13. Strekk bak tråldører, døravstand og trålhøyde for Expo 1200 msk m/gear ved 41° krysningsvinkel [Tension behind trawldoors, door spread and headline height for Expo trawl, 1200 meshes with gear, at a 41° crossing angle].



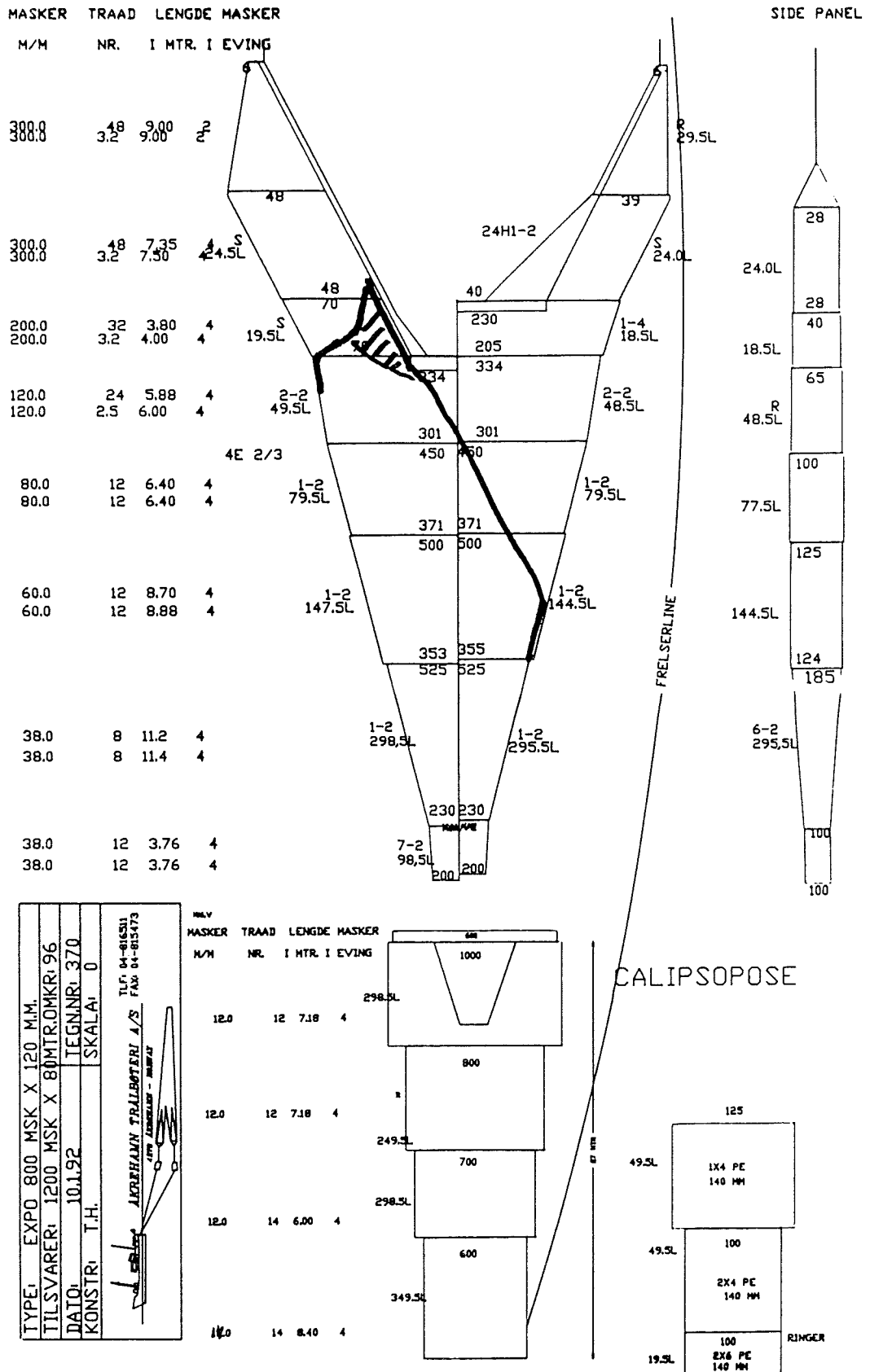
Figur 14. Skjematisk illustrasjon av hvordan en tråldør som treffer rørledningen med lave innfallsvinkler oppfører seg når den følger røret og etter at den er dradd over. 1) Tråldøren normalt operativ før den treffer rørledningen, 2) tråldøren trekkes langs rørledningen liggende med baksiden mot røret, 3) tråldøren har passert røret og er oppreist, og 4) tråldøren har passert røret og ligger med baksiden ned [*Schematic illustration of the performance of a trawl door hitting the pipe at low crossing angles. 1) The trawl door in a normal, operative mode before hitting the pipe; 2) the trawl door being pulled along the pipe, laying backside against the pipe; 3) the trawl door has crossed the pipe and is again in an upright position; and 4) the trawl door has crossed the pipe and is laying backside down*].



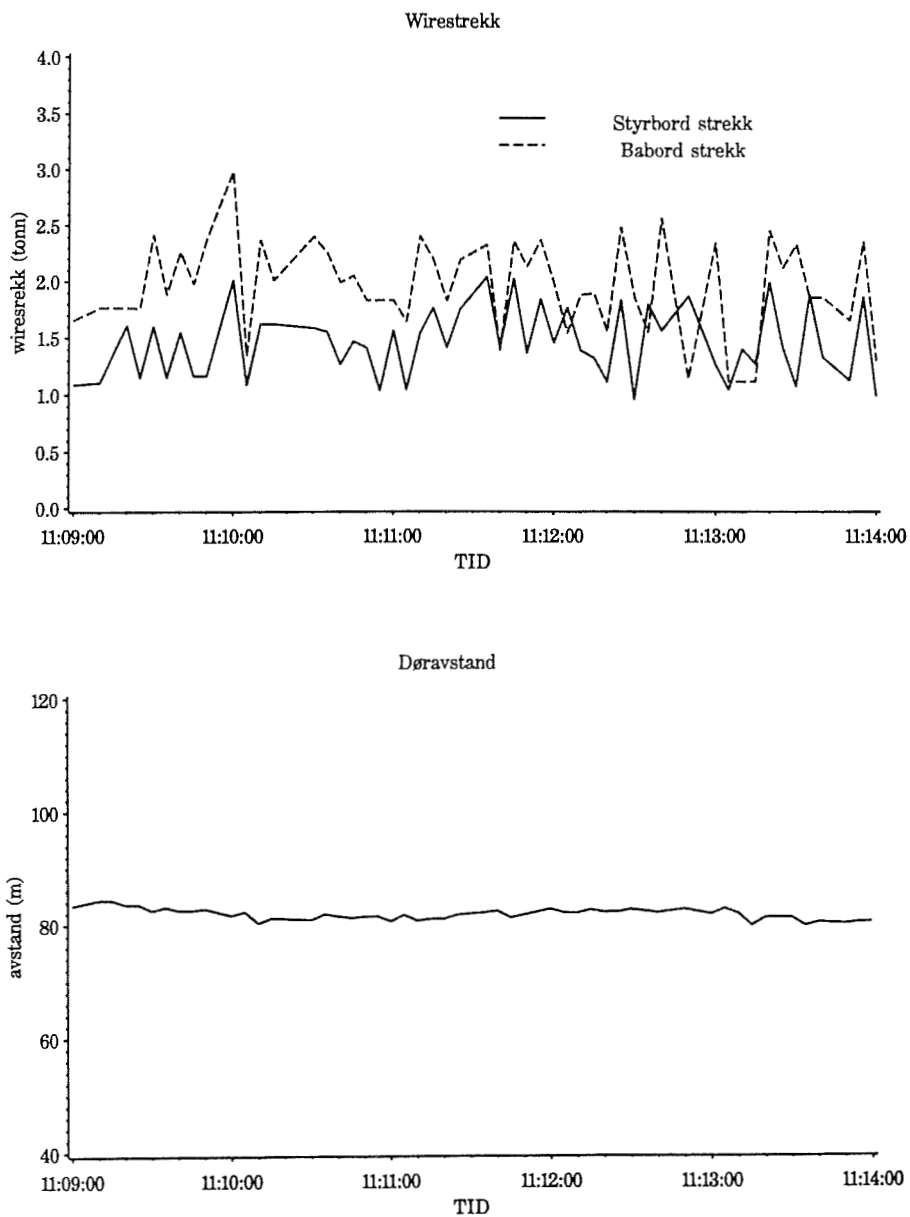
Figur 15. Strekk og geometri av Expo 1200 m/gear ved 18° krysningsvinkel og der tråldøren reiser seg straks etter rørplassering [Tension and geometry of the Expo trawl, 1200 meshes with gear, at a 18° crossing angle, where the trawl door raises immediately after having crossed the pipeline].



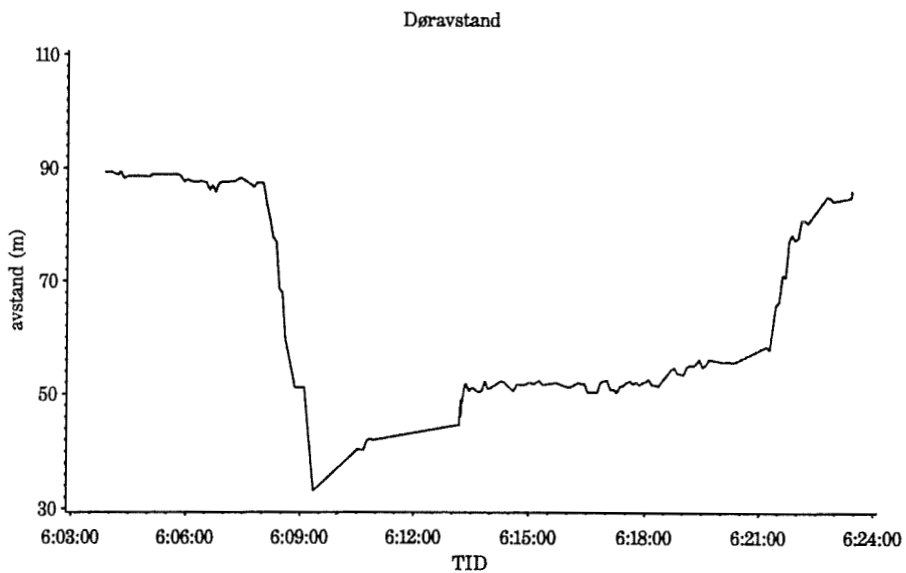
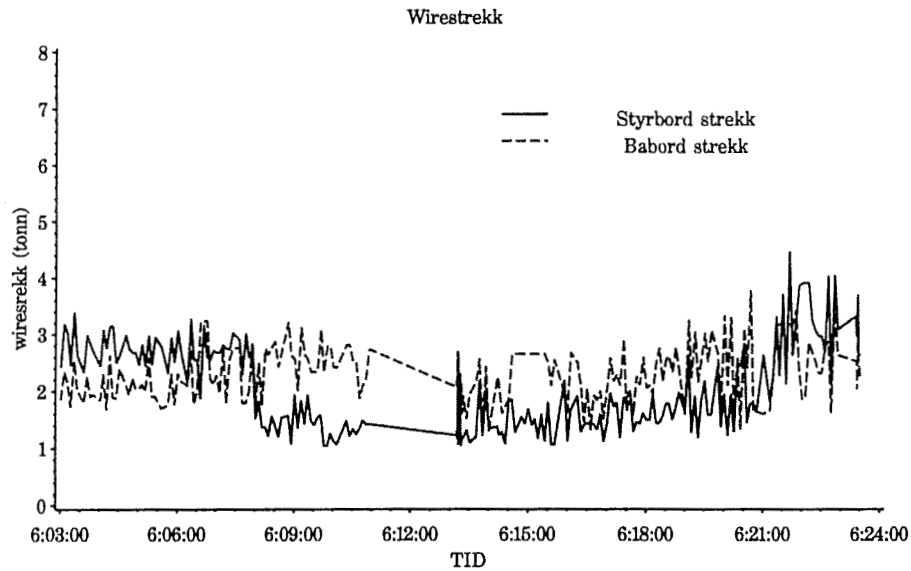
Figur 16. Strekk og geometri av Expo 1200 m/gear ved 28° krysningsvinkel og der tråldøren ligger med baksiden ned i 6 min. etter rørplassering [Tension and geometry of the Expo trawl, 1200 meshes with gear, at a 28° crossing angle, and where the trawl door is lying backside down for 6 minutes after having crossed the pipeline].



Figur 17. Riveskade på Expotrålen i tråltrekk MS 21 [Tearing damage in the Expo trawl at trawl station no. MS 21].

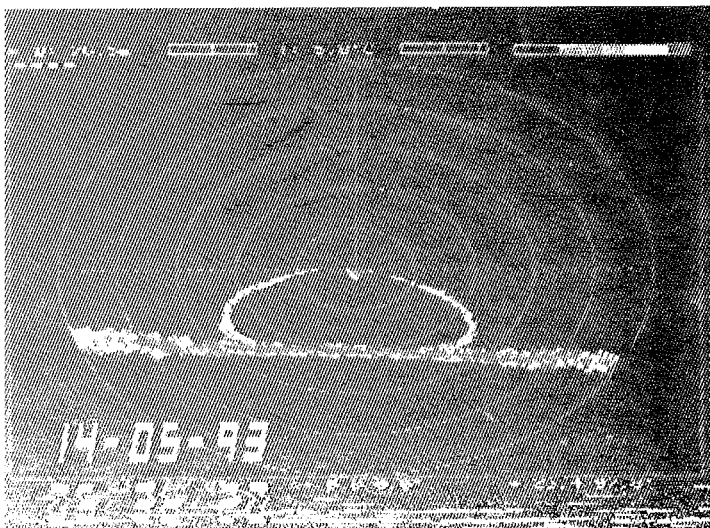


Figur 18. Strekk og geometri av Expo 1200 m/sabb med 40° krysningvinkel (MS 32, 1. krysning) [*Tension and geometry of the the Expo trawl, 1200 meshes with gear, at a 40° crossing angle (trawl station no. MS 31, first crossing)*].

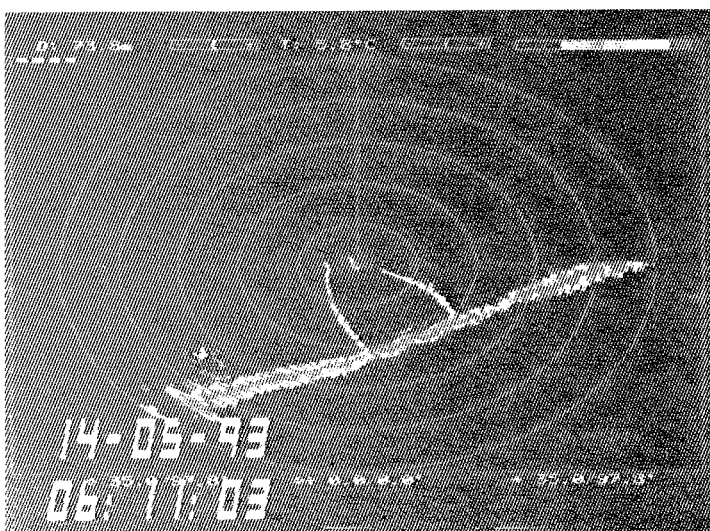


Figur 19. Strekk og geometri av Expo 1200 m/sabb med 18° krysningsvinkel der tråldøren ligger med baksiden ned i ca. 10 min. etter rørpasering (MS 30, 3. krysning) [Tension and geometry of the Expo trawl, 1200 meshes with gear, at a 18° crossing angle, where the trawl door is lying backside down for about 10 minutes after having crossed the pipeline (trawl station no. MS 30, third crossing)].

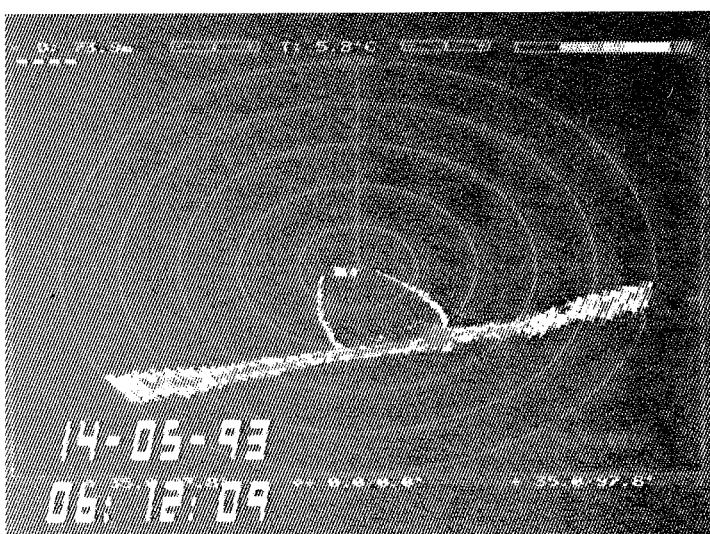
Fase 1 [Phase 1].



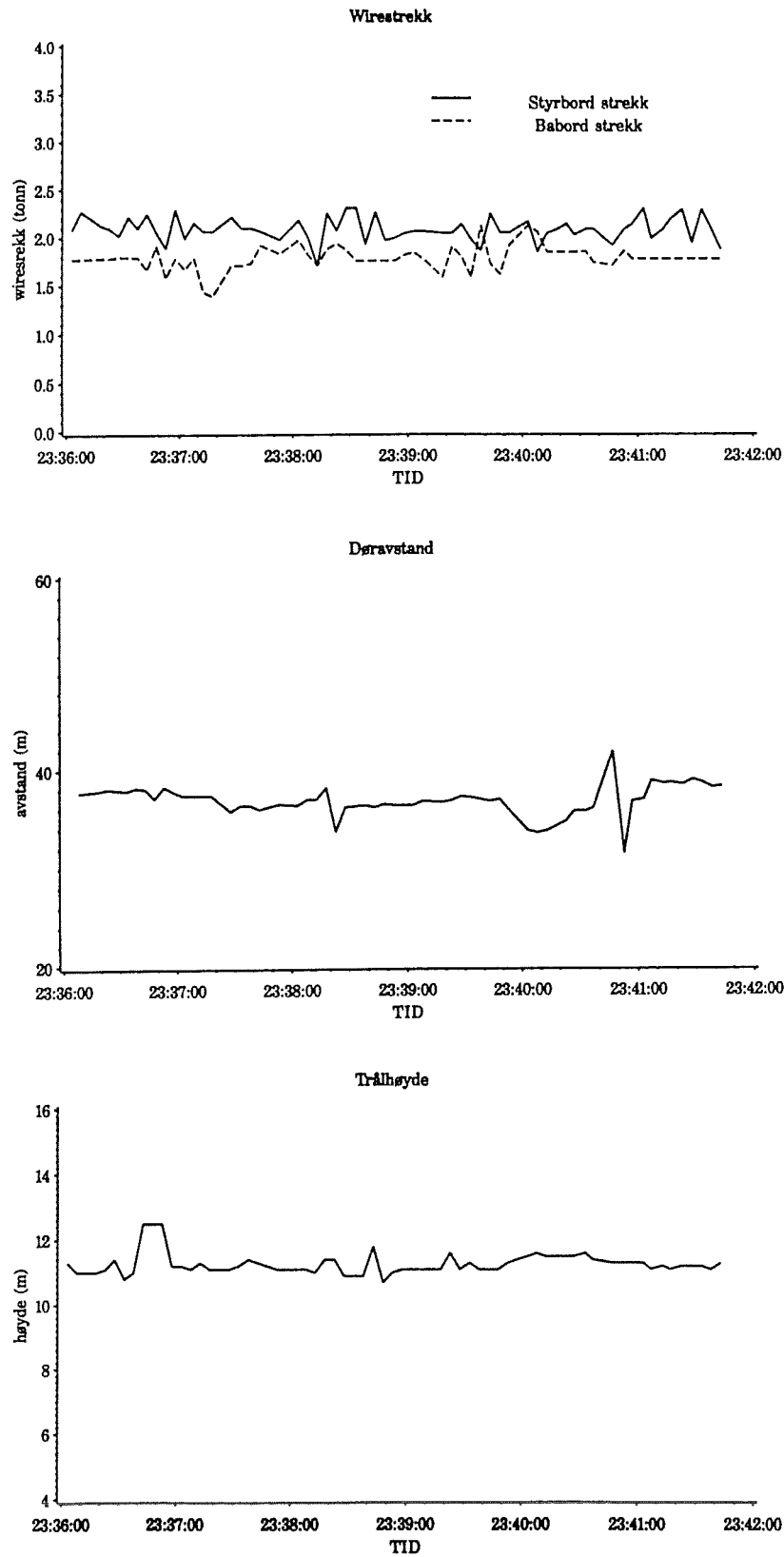
Fase 2 [Phase 2].



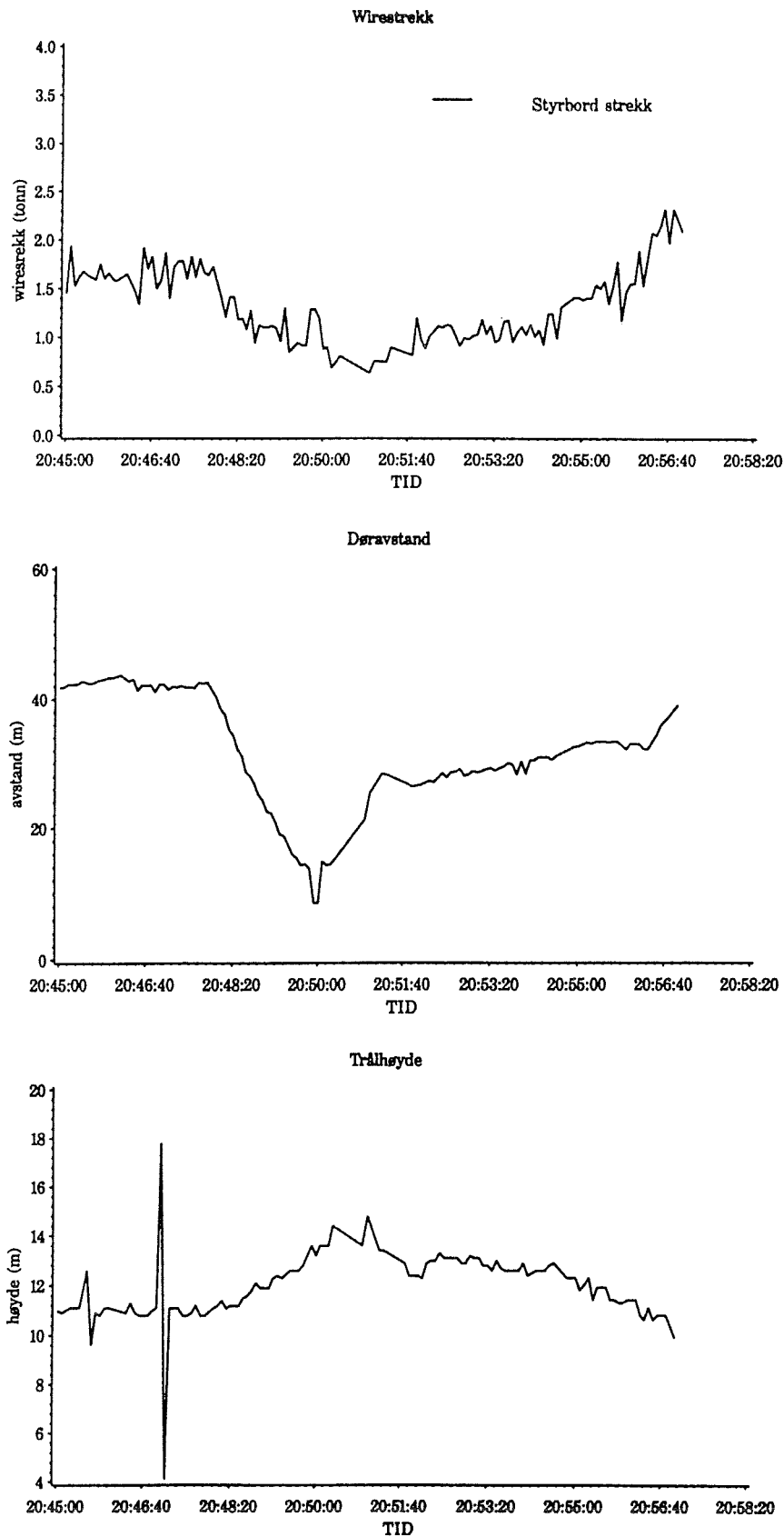
Fase 3 [Phase 3].



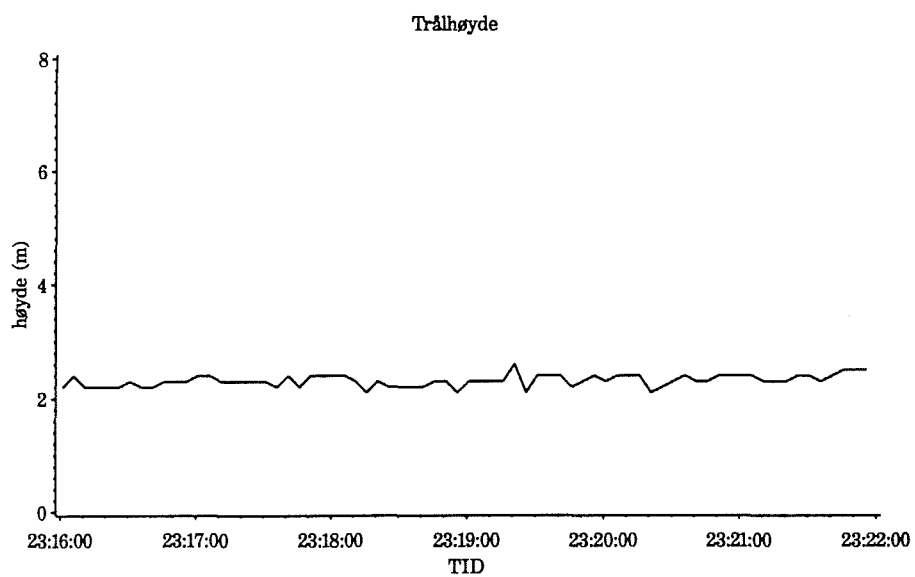
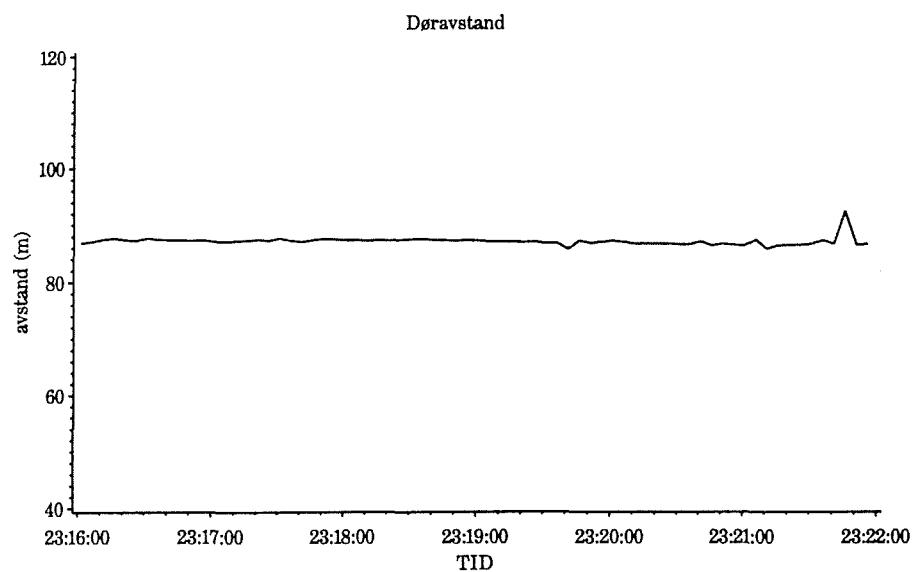
Figur 20. Sonar bilde av Expotrålen før og i to faser av rørplassering. Fase 1: Trål normal før krysning, Fase 2: Trål deformert. Rørledning vises i venstre bildekant, Fase 3: Trålen passerer rørledningen. Rørledningen under babord vinge. [Sonar display of the Expo trawl before and during two phases of crossing the pipeline. Phase 1: the trawl in a normal position before crossing the pipeline; phase 2: the trawl is distorted; phase 3: the trawl is crossing the pipeline with its port side wing].



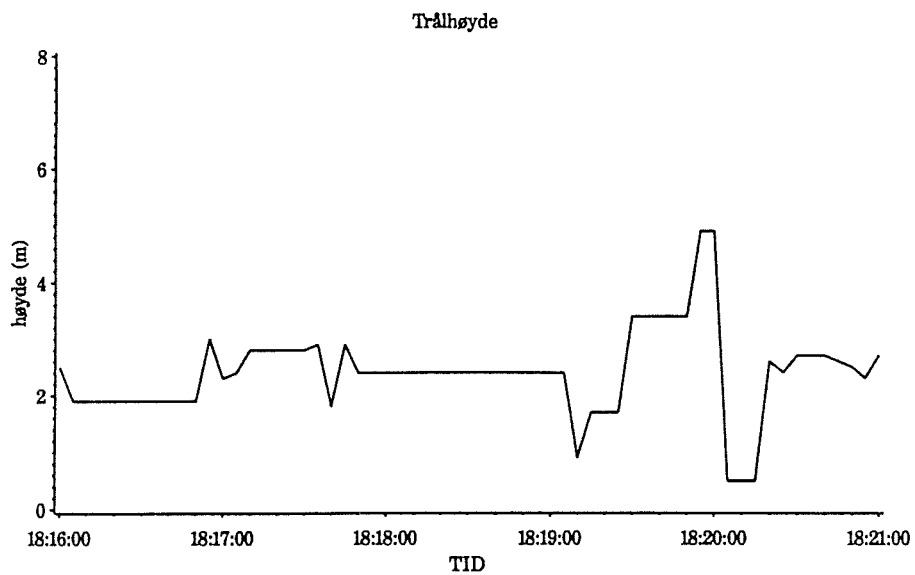
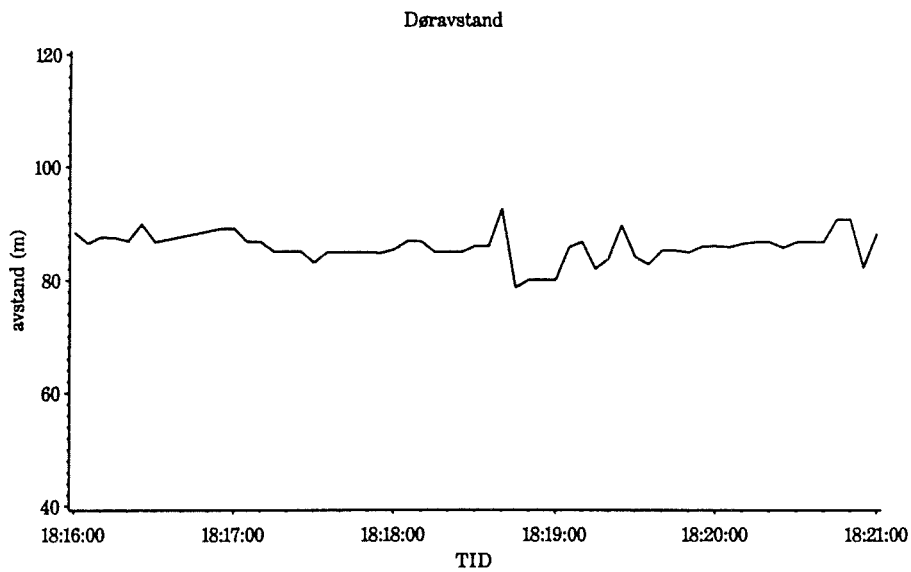
Figur 21. Strekk og geometri av reke-trålen med 40° krysningsvinkel (MS 46, 1. kryssning) [Tension and geometry of the shrimp trawl at a 40° crossing angle (trawl station no. 46, first crossing)].



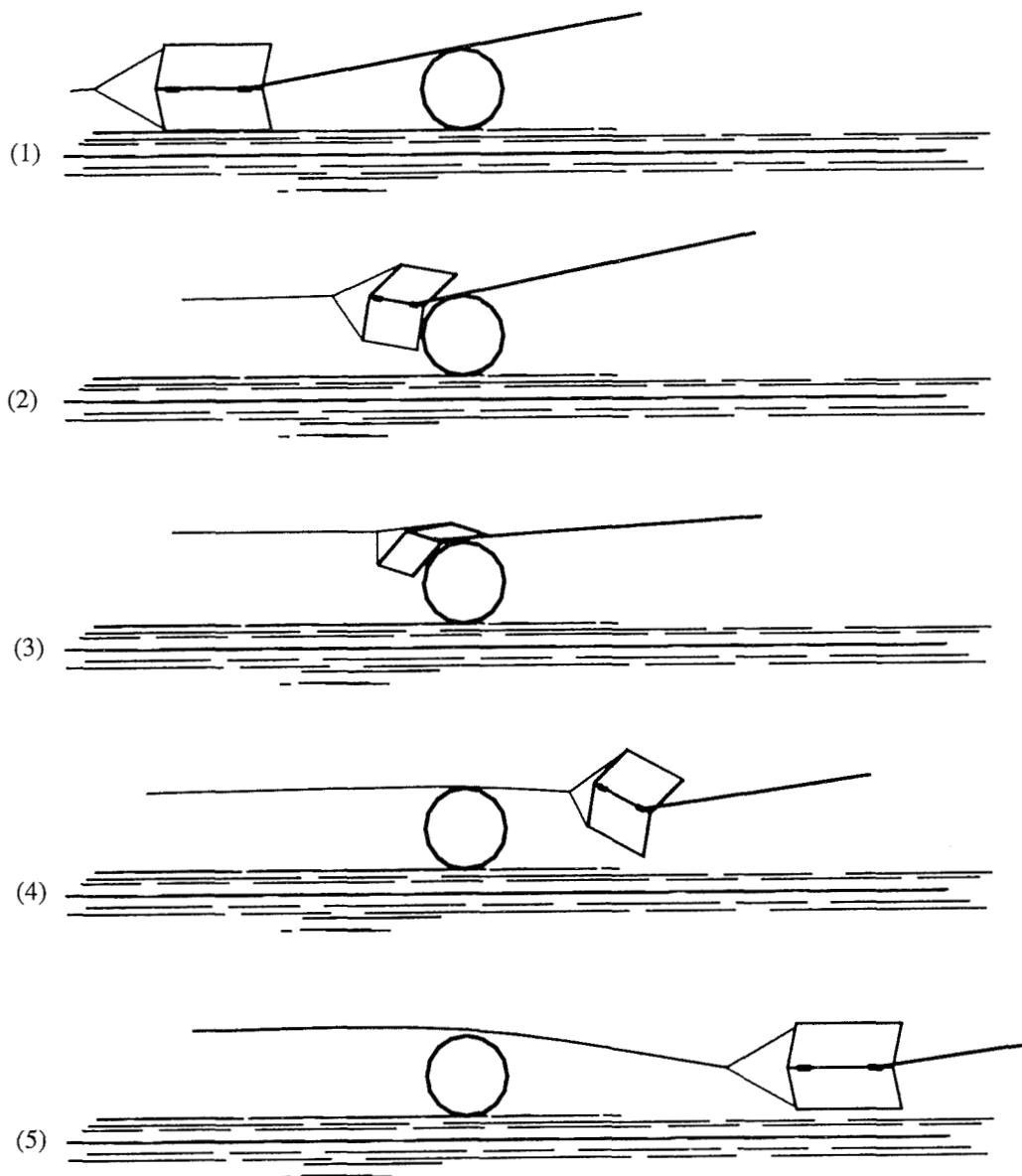
Figur 22. Strekk og geometri av reke-trålen med 25° krysningsvinkel der tråldøren ligger med baksiden ned i ca. 6 min. etter rørpassering. (MS 45, 1. krysning) [*Tension and geometry of the shrimp trawl at a 25° crossing angle, where the trawl door is lying backside down for about 6 minutes after having crossed the pipeline (trawl station no. MS 45, first crossing)*].



Figur 23. Døravstand og trålhøyde med dobbelrigget krepsetrål med 50° krysningsvinkel (MS 24, 1. krysning) [Door spread and headline height of Nephrops trawl rigged as twin trawl, at a 50° crossing angle (trawl station no. MS 24, first crossing)].



Figur 24. Døravstand og trålhøyde med dobbelrigget krepsetrål med 15° krysningvinkel (MS 29, 2. krysning)
 [Door spread and headline height of Nephrops trawl rigged as twin trawl, at a 15° crossing angle (trawl station MS 29, second crossing)].



Figur 25. Illustrasjon av hvordan de små V-dørene passerer rørledningen. Situasjonen viser babord tråldør fra innsidene med 30-60° krysningsvinkel. 1) Tråldøren normalt operativ og trålwire berører rørledningen, 2) Trålwiren har løftet tråldør fra bunnen når den treffer rørledningen, 3) Tråldøren bøyes utover ved rørplassering, 4) Sveiper bak tråldøren holder tråldøren klar av bunn etter rørplassering, 5) Tråldøren treffer bunnen oppreist og er normalt operativ [Illustration of the smaller V-doors crossing the pipeline, showing the port side trawl door from inside, at crossing angles of 30-60°. 1) The trawl door in a normal, operative mode. The trawl wire is touching the pipe; 2) the trawl door, lifted from the bottom by the trawl wire, hits the pipe; 3) the trawl door is bended outwards at crossing; 4) the swipes behind the trawl door keeps the door clear of the bottom after crossing of the pipeline; and 5) the trawl door hits the bottom in an upright position and is in a normal, operative mode].