

**Udvikling af ny generation torsketrawl  
151833 / 120**

**Udvikling af to nye trawldesign  
Ved hjælp af computerbaserede analyse værktøjer  
Og forsøg i prøvetank**

## Indholdsfortegnelse

<a href="#">Indholdsfortegnelse</a> .....	2
<a href="#">Indledning</a> .....	3
<a href="#">Materialer og metoder</a> .....	3
<a href="#">Beskrivelse af design og analyse af trawl</a> .....	3
<a href="#">Beskrivelse af prøvetank forsøg</a> .....	4
<a href="#">Design af skalamodeller</a> .....	4
<a href="#">Gennemførelse af forsøg</a> .....	4
<a href="#">Resultater</a> .....	5
<a href="#">Konklusion</a> .....	5
<a href="#">Appendiks 1</a> .....	6
<a href="#">Figur 1 : Prototype 4 panels torsketrawl</a> .....	7
<a href="#">Figur 2 : Rigge plan for 4 panels torsketrawl prototype</a> .....	8
<a href="#">Figur 3 : To panels torsketrawl prototype</a> .....	9
<a href="#">Figur 4 : Rigge plan for to panels torsketrawl prototype</a> .....	10
<a href="#">Figur 5 : Skitse af pladegear skala 1:2</a> .....	11
<a href="#">Figur 6 : To panels trawl med to stjerner estimat</a> .....	12
<a href="#">Figur 7 : To panels trawl set fra siden</a> .....	13
<a href="#">Figur 8 : To panel trawl set fra siden nærbillede</a> .....	14
<a href="#">Figur 9 : To panel trawl med to stjerner set ovenfra</a> .....	15
<a href="#">Figur 10 : To panel trawl med to stjerner forfra</a> .....	16
<a href="#">Figur 11 : To panel trawl forfra nærbillede</a> .....	17
<a href="#">Figur 12 : Estimat for fire panels tre stjerner trawl</a> .....	18
<a href="#">Figur 13 : Fire panels torsketrawl set fra siden</a> .....	19
<a href="#">Figur 14 : Fire panels trawl set fra siden nærbillede</a> .....	20
<a href="#">Figur 15 : Fire panels trawl med tre stjerner set ovenfra</a> .....	21
<a href="#">Figur 16 : Fire panels trawl med tre stjerner set forfra</a> .....	22
<a href="#">Figur 17 : Fire panels trawl forfra nærbillede</a> .....	23
<a href="#">Figur 18 : Firepanels trawl forsøgsresultater fra forsøg i prøvetank</a> .....	24
<a href="#">Figur 19 : Fire panel trawl forsøgsresultater fortsat</a> .....	25
<a href="#">Figur 20 : To Panels trawl forsøgsresultater prøvetank</a> .....	26
<a href="#">Figur 21 : To panels trawl 80 m omkreds forsøgsresultater fra prøvetank</a> .....	27
<a href="#">Figur 22: Fire panels trawl skala 1:2</a> .....	28
<a href="#">Figur 23: Rigning af 1:2 skala trawl model</a> .....	29
<a href="#">Figur 24: Rockhopper gear brugt til 1:2 skala trawl model</a> .....	31

## Indledning

Denne rapport beskriver udviklingen af to prototyper af trawl. Udviklingsarbejdet har bestået i tegning af redskaberne og undersøgelse af trawlrudskabernes opførsel ved hjælp af computerbaserede analyse værktøjer. På basis af disse teoretiske undersøgelser er to designs udvalgt til nærmere undersøgelser i form af forsøg med skalamodeller i Nordsøcentrets prøvetank, der drives af SINTEF Fiskeri og Havbruk.

På basis af resultaterne fra forsøgene er det besluttet at bygge en 1:2 model af en trawl, der vil blive testet til søs i efteråret 2003.

## Materialer og metoder

### *Beskrivelse af design og analyse af trawl*

Det basale grundlag for de to designs blev fastlagt på et arbejdsmøde i begyndelsen af marts 2003. Det blev her vedtaget at implementere følgende:

- Anvendelse af kompakt polyethylene materiale i nettet giver mulighed for at reducere diameteren af nettet og beholde nettets styrke, dette betyder, at trawlens slæbemodstand reduceres.
- Anvendelse af større masker i den forreste del af trawlens over panel vil ligeledes reducere trawlens slæbemodstand.
- Anvendelse af længere under vinger vil give mulighed for at opnå en større bredde i trawlens indgang. Dette kan betyde et større overstrøget areal.
- Anvendelse af plade gear i stedet for normalt rockhopper gear vil give mulighed for at øge det bestrøgne areal, idet pladegæret har en positiv indvirkning på trawlens bredde.

På baggrund af disse ideer er tegningerne vist på figurerne fra Figur 1 til Figur 4. Den første trawl er meget forskellig fra de trawltyper, der anvendes i øjeblikket, idet den er opbygget af fire paneler. Dette vil normalt betyde, at trawlen vil arbejde med en større vertikal åbning end en normal to panels trawl. Derudover er alle de basale egenskaber, der er listet ovenfor introduceret i designet.

Den anden trawl er en mere konventionel to panels trawl, trawlen er dog designet med en blødere runding langs såvel hoved - som fiskeline. Denne blødere runding har to formål. Det første formål er at eliminere områder i trawlen f. eks ved hjørnerne mellem vinger og krop, hvor nettet er udsat for en høj belastning. Det andet formål er at øge trawlens højde henholdsvis forbedre kontakten mellem bundgæret og havbunden.

Til de to trawl modeller blev fremstillet såvel et normalt rockhopper gear som et pladegear, der er en videreudvikling af pladegæret, der er beskrevet i en tidligere rapport (Undersøgelse af forskellige rockhopper sektioners opførsel baseret på forsøg i prøvetank). Pladegæret er vist på tegningen, der er gengivet i Figur 5.

Tegningerne danner grundlag for en simulering af trawlens opførsel, der er udført ved hjælp af et computer baseret værktøj CATS (Computer Assisted Trawl Simulation). Dette værktøj er udviklet i et samarbejde mellem Dansk institut for fiskeriteknologi og Akvakultur (DIFTA) og det franske

fiskeriforskningsinstitut IFREMER. Dette udviklingsarbejde var delvist finansieret af EU's fiskeriforskningsprogram FAR.

CATS kræver som input en beskrivelse af trawls design, maskestørrelser og trådtykkelser, disse oplysninger genereres af trawltegningsprogrammet CadTrawl, der også er udviklet af (DIFTA). Baseret på dette samt oplysninger om rigningskonfiguration, opdrift, bundgear, trawldøre og slæbefart vil CATS give estimater for såvel slæbemodstand som trawls geometriske opførsel, det vil sige afstanden mellem trawldørene og trawls horisontale og vertikale åbning.

I denne undersøgelse er der udført beregninger for flere konditioner, det er dog kun resultatet fra den endelige konfiguration, der er medtaget i denne rapport. Alle beregninger er gennemført med et normalt rockhopper gear, det vil sige et gear, der ikke har nogen indflydelse på trawls spil.

## **Beskrivelse af prøvetank forsøg**

### **Design af skalamodeller:**

Der er specificeret to skala modeller baseret på de to trawl designs beskrevet ovenfor, der kan bruges til undersøgelserne i prøvetanken. De to skalamodeller er lavet i skala 1:10. Skalamodellerne er specificeret under anvendelse af en metode (Froude Scaling), der normalt anvendes ved modelskalaforsøg.

Et skalaforhold  $\lambda$  vælges, så der fås en model af acceptabel størrelse. I det aktuelle tilfælde er  $\lambda=1:10$ . Dette medfører at overfladearealer skal følge skalaforhold  $1:\lambda^2$ , i det aktuelle tilfælde 1:100. Skalaforholdet for strømningshastigheden specificeres dernæst som  $\sqrt{\lambda}$ , i det aktuelle tilfælde  $\sqrt{10}$ . Når disse forhold er iagttaget vil de ydre kræfter, der påvirker modellen være  $1:\lambda^3$ , i det aktuelle tilfælde 1 : 1000. Dette betyder at kræfter og vægte i fuldskala er 1000 gange kræfterne, der måles i modelskala.

Det er ikke altid muligt at finde en nettype til skalamodellen, der har en maskestørrelse tilsvarende skalaforholdet. Hvor dette er tilfældet vælges en nettype, der har den korrekte soliditet, det vil sige at forholdet mellem nettets tråddiameter og nettets maskestørrelse er korrekt. Antallet af masker vil i dette tilfælde blive justeret, så den enkelte netsektions udstrækning vil blive korrekt.

### **Gennemførelse af forsøg**

I forbindelse med forsøgene blev følgende trawl data målt:

- Afstand mellem trawl døre
- Horisontal afstand mellem øverste vinge spidser
- Horisontal afstand mellem under vinger ved danleno
- Højde over bunden af øverste vingspidser
- Trawlcenterets højde over bunden
- Belastning i trawl wire
- Belastning bag trawldøre

Geometriske data er præsenteret som gennemsnit af 10 enkeltmålinger, disse målinger er foretaget manuelt ved hjælp af videokameraer forsynet med sigtekors. Mindste deling er 1 cm, dette svarer til en mindste usikkerhed i fuldskala på 10 cm.

Belastninger i trawlwirer og bag trawldørene måles ved hjælp af strain gage vægt celler. Målingen af belastningerne præsenteres som gennemsnit af 1000 enkeltmålinger. Disse målinger gennemføres med en sampling frekvens på 1000 Hz.

Alle trawldata præsenteres i et testskema som vist på Figur 18-21.

## Resultater

Resultaterne fra de gennemførte beregninger er vist på figurerne 6 til og med 11 for den originale to panels prototype. Den forventede åbning samt afstanden mellem trawlskovle, over vinger og underarme er vist i tabellen på figur 6.

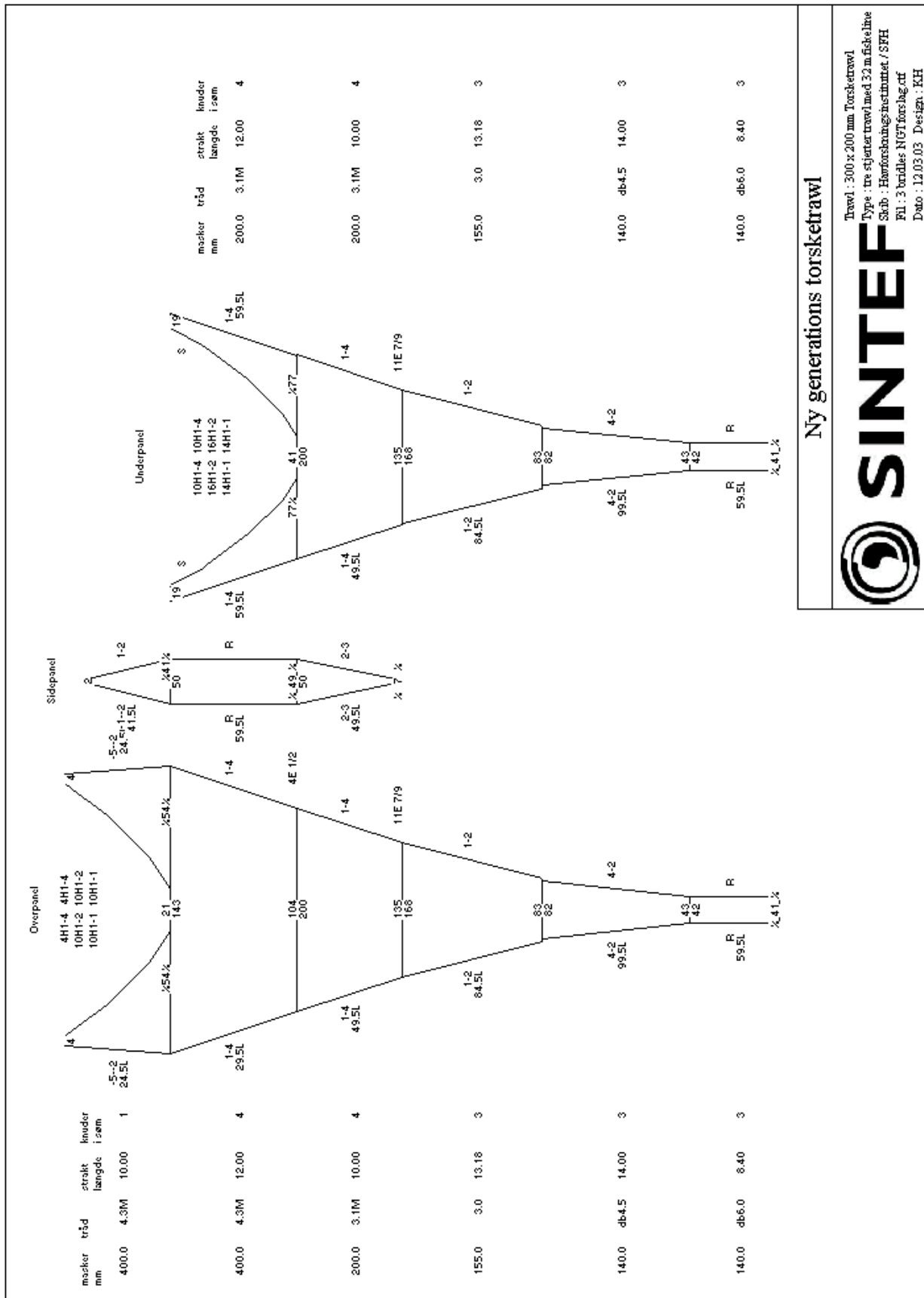
På samme måde er resultaterne fra de teoretiske beregninger for 4 panels prototypen vist på figurerne 12 til og med 17. De forventede egenskaber det vil sige åbning, samt diverse horisontale afstande er vist i tabellen figur 12.

Resultaterne fra forsøgene i prøvetanken med de to trawlprototyper er vist i tabellerne gengivet i figur 18-19 for fire panels prototypen. De tilsvarende resultater for den første to panels prototype er vist på figur 20. I forbindelse med prøvetank forsøgene blev det besluttet at lave en ny udgave af en to panels trawl, der til svarer fire panels trawlen uden side paneler, det vil sige med 400 masker i stedet for 500 maskers omkreds. Resultaterne fra tank forsøgene med denne trawl prototype er vist i figur 21.

## Konklusion

Det blev på baggrund af de foran beskrevne undersøgelser besluttet at designe en halvskalamodel af firepanels prototypen og gennemføre forsøg med denne trawl i Varangerfjorden . Disse forsøg er beskrevet i en selvstændig rapport.

## **Appendiks 1**

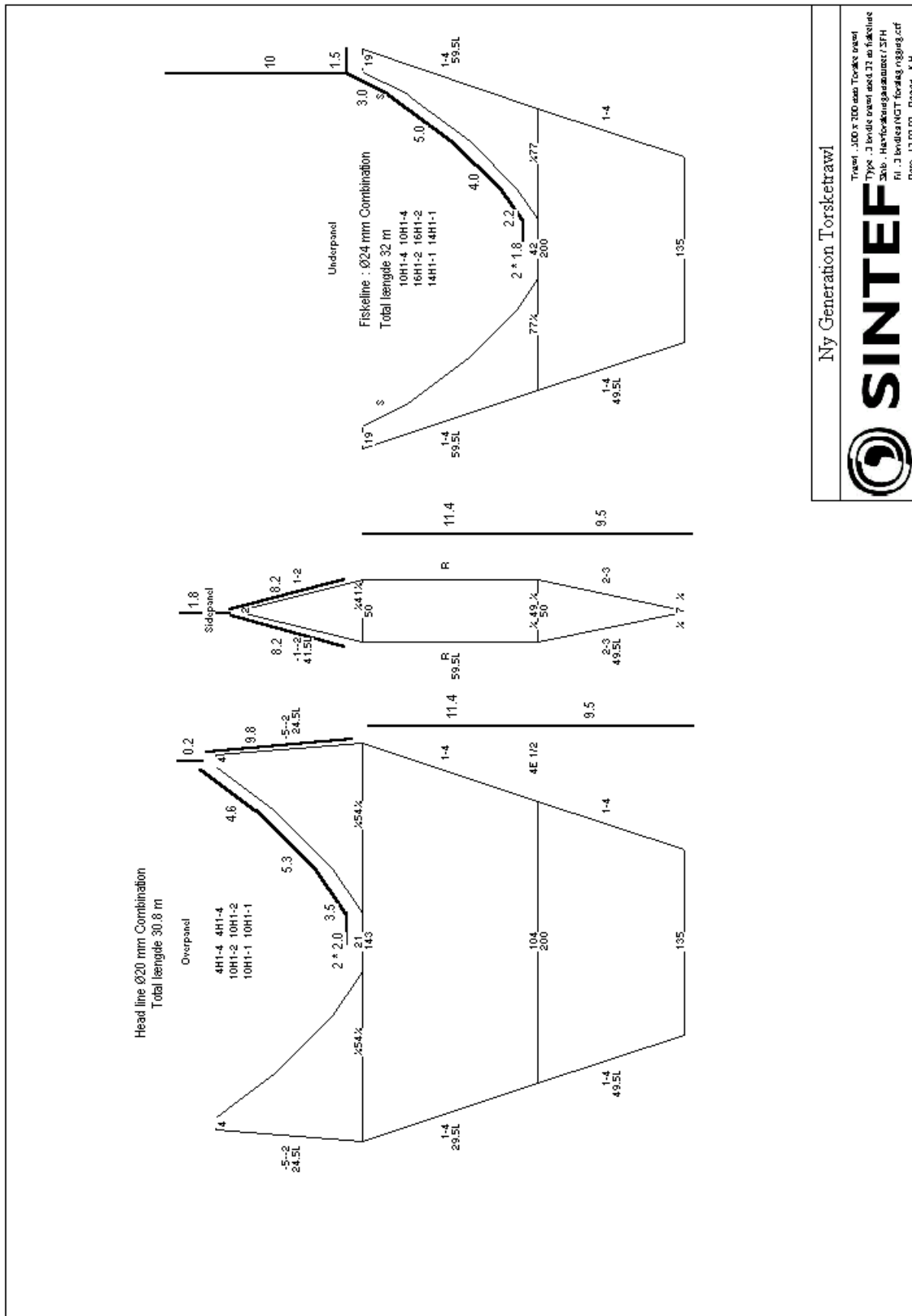


Ny generations torsketrawl



Trawl : 300 x 200 mm Torsketrawl  
 Type : tre stjerner trawl med 3.2 m ridske line  
 Skib : Havforsknings institutt / SFH  
 Fil : 3 briller NGT forslag.rtf  
 Dato : 12.03.03 Design : KH

Figur 1 : Prototype 4 panels torsketrawl



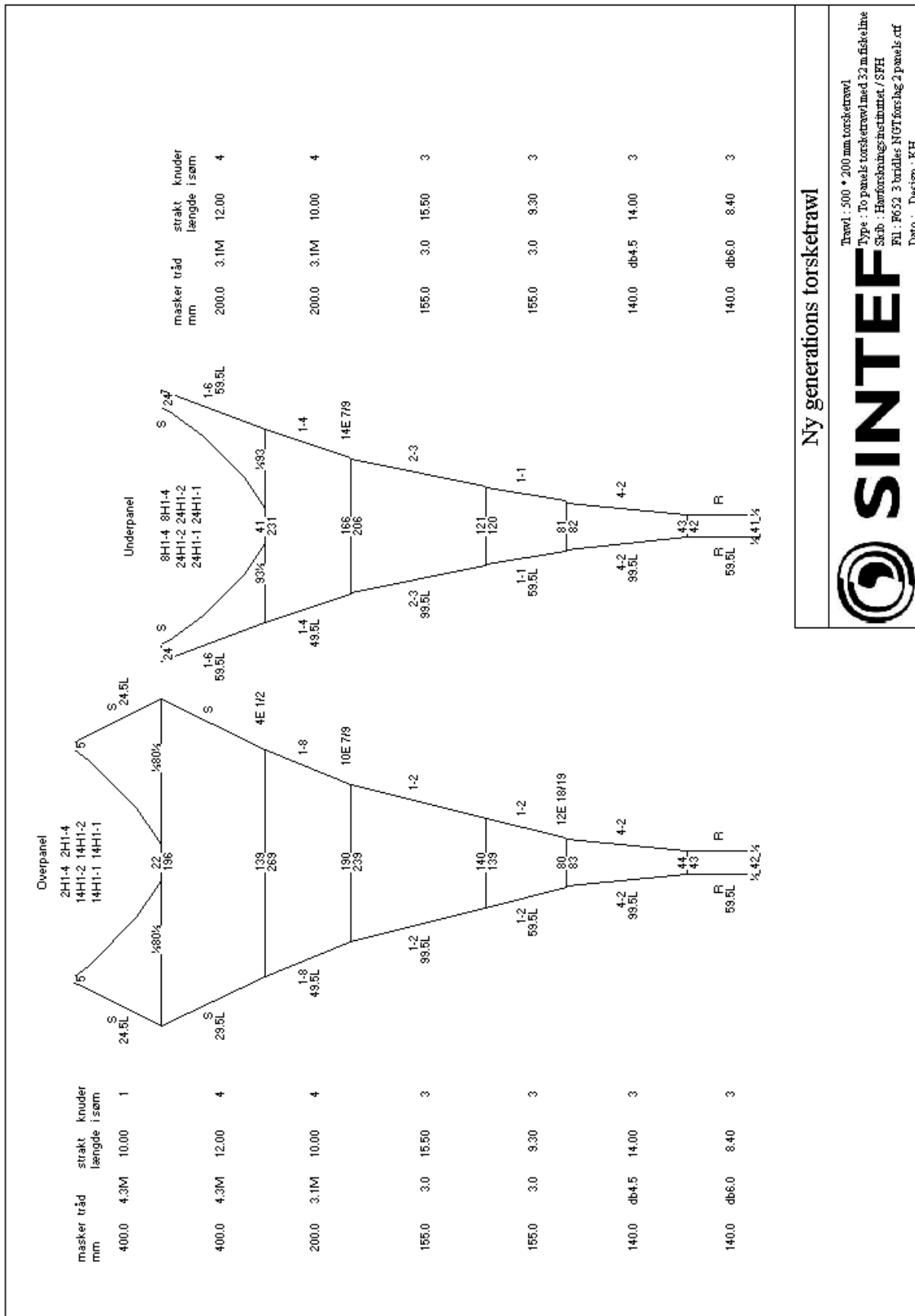
Ny Generation Torsketrawl

**SINTEF**

Trævel .100 x 200 mm Torsketrawl  
Type .1 byde over 1000 m fiskelline  
Selsk .Havforskningsinstituttet / SFH  
Fil .1 byde i NET Torsketrawl riggeplan.pdf  
Dato .12.00.00 Dkagj .KH

Figur 2 : Rigge plan for 4 panels torsketrawl prototype



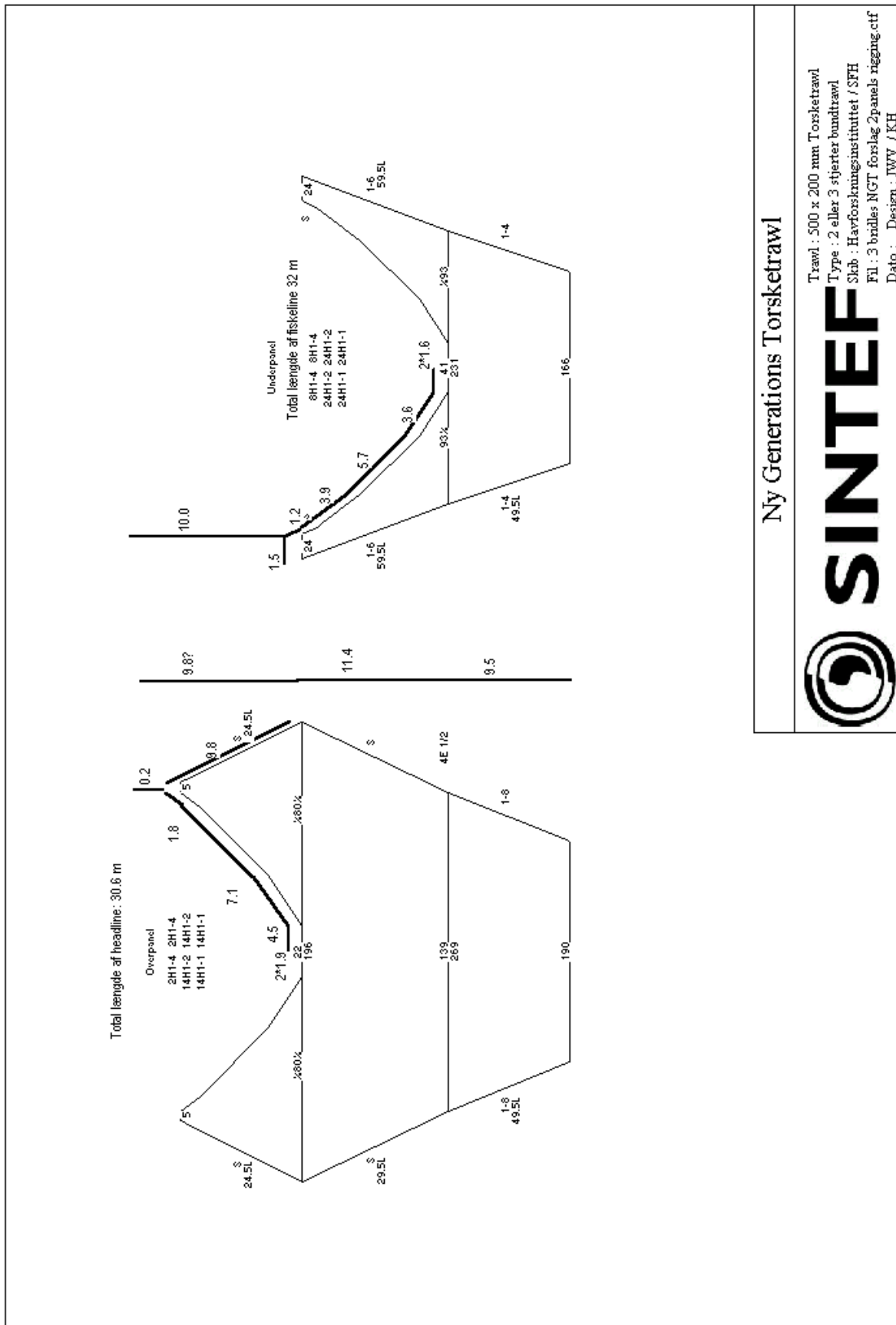


Figur 3 : To panels torsketrawl prototype

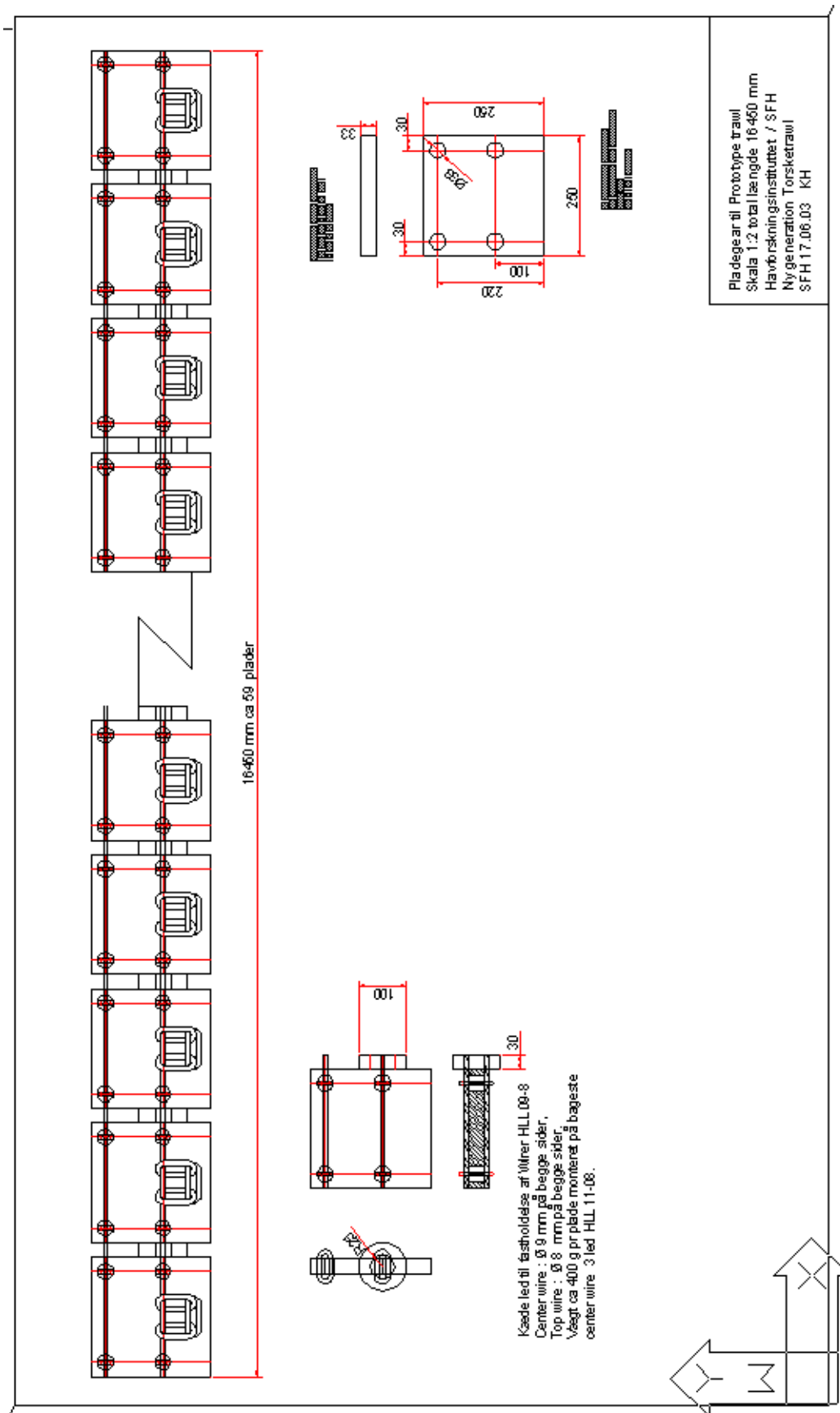
Ny generations torsketrawl



Trawl : 500 \* 200 mm torsketrawl  
 Type : To panels torsketrawl med 32 m fiskehåb  
 Skab : Havforskningsinstituttet / SFH  
 Fil : F652\_3 brudtes NUT forsøg 2 panels.ctf  
 Dato : Design : KH



Figur 4 : Rigge plan for to panels torsketrawl prototype



Figur 5 : Skitse af pladegear skala 1:2

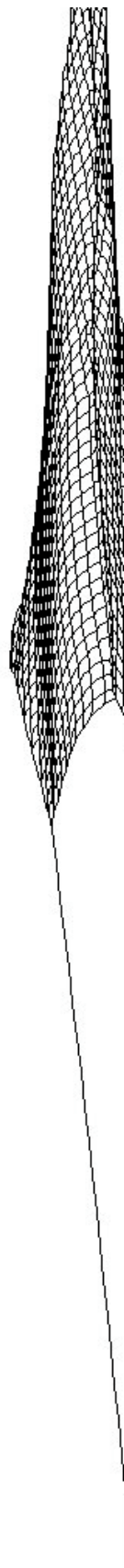
Trawl file name : [U:\Ny Gene Torsketrawl\3 bridles NGT forslag 2panels 40] Date : 06-05-03

Towing speed [knots] : 4.00  
 Distance between tow blocks [m] : 8.00  
 Water depth [m] : 150.00  
 To panels trawl med to stjerner  
 Stjernerne total længde 45 m  
 Øverst i forlængel 1.75 m  
 Sømstræbere sitammer 8 % i agterste del af bælggen

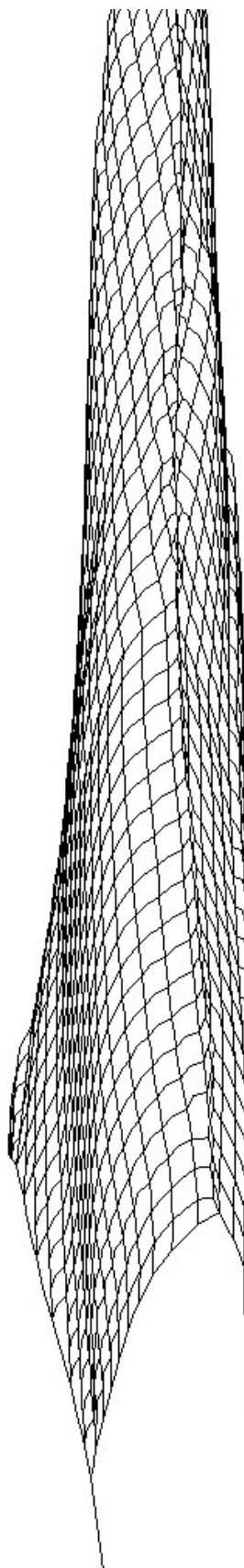
Afstand mellem trawl døre 97.4 m  
 Spil på headline 19.3 m  
 Spil på Rockhopper 19.0 m  
 Højde vingespids 5.1 m  
 Trawlens vertikale åbning 7.7 m



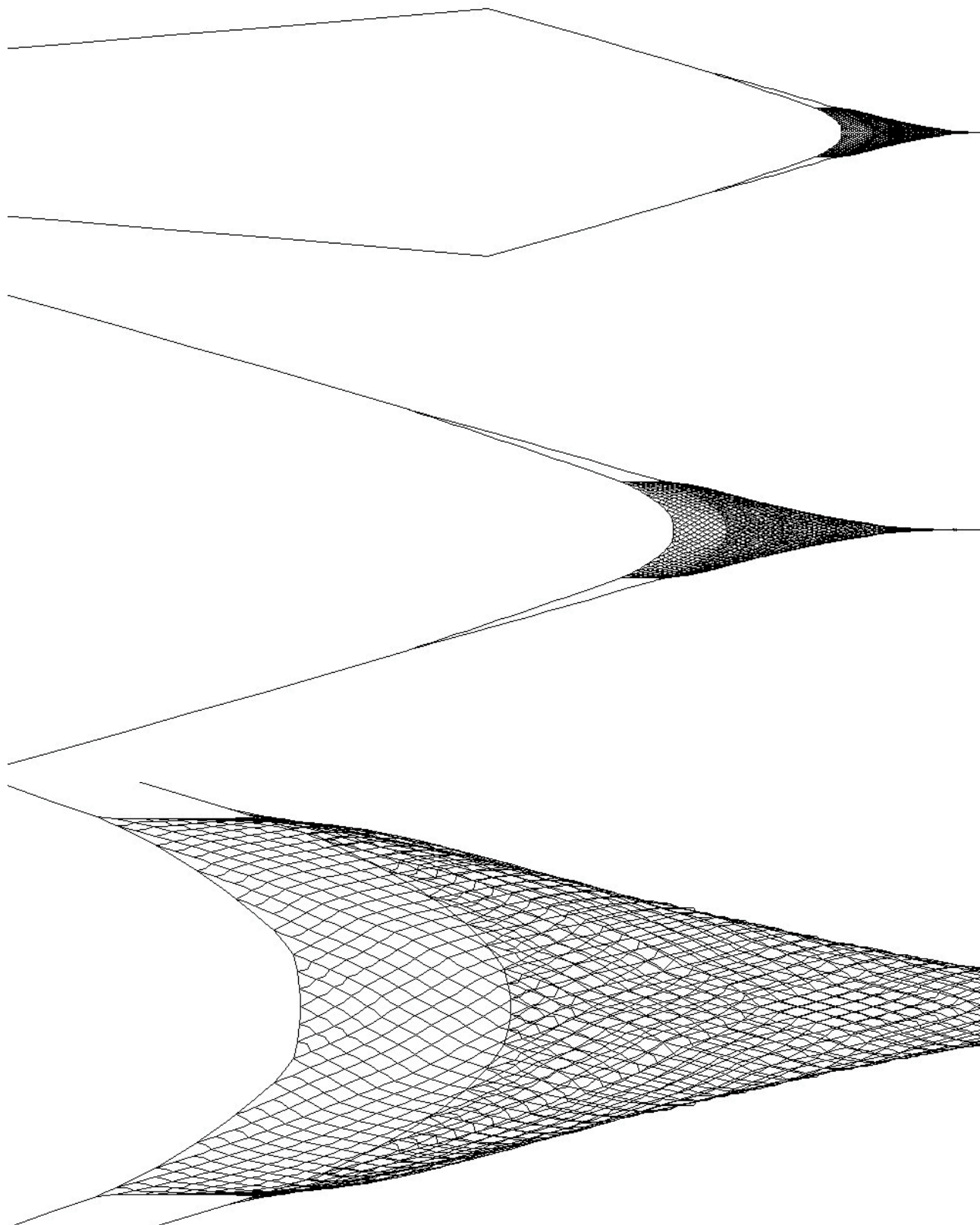
Figur 6 : To panels trawl med to stjerner estimat



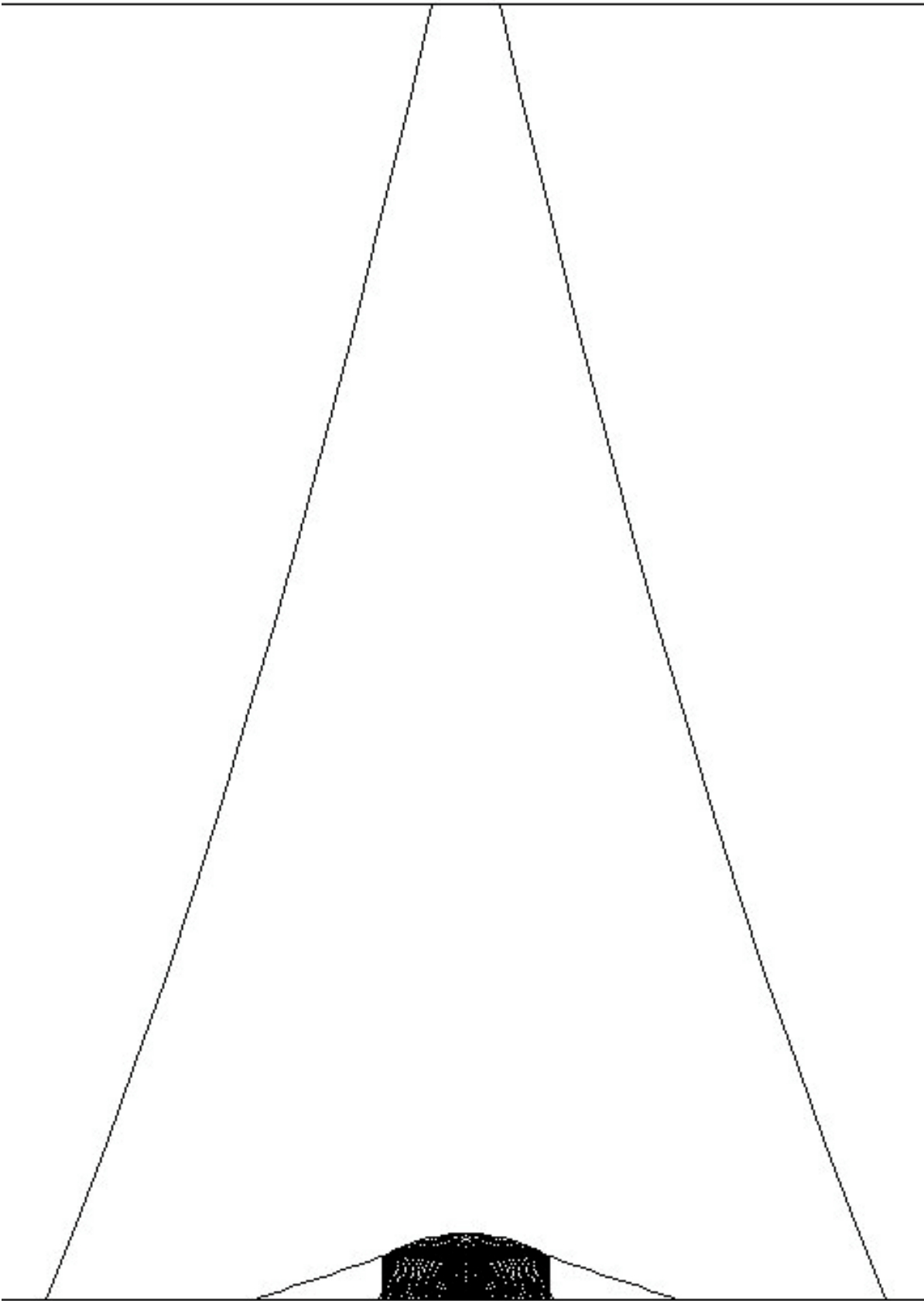
**Figur 7 : To panels trawl set fra siden**



**Figur 8 : To panel trawl set fra siden nærbillede**

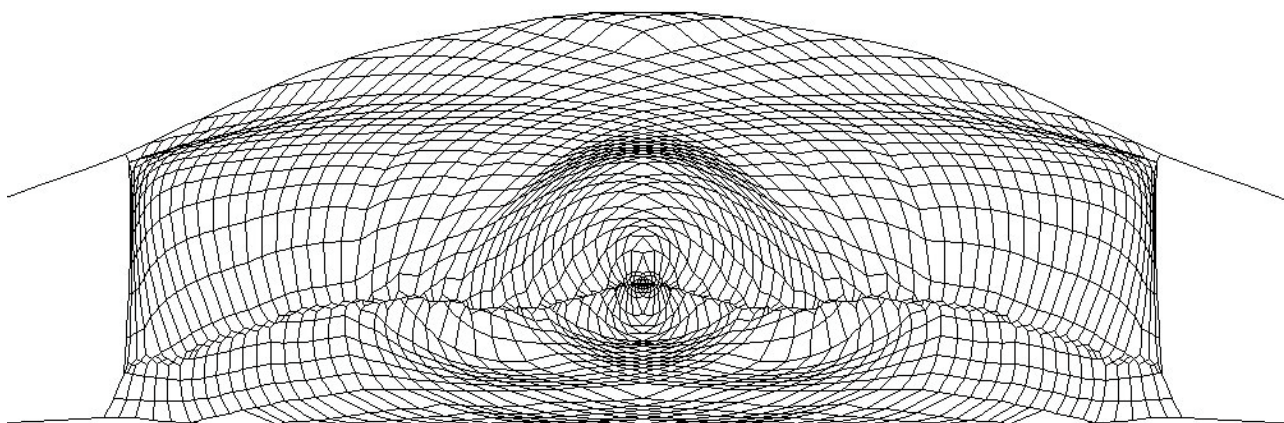
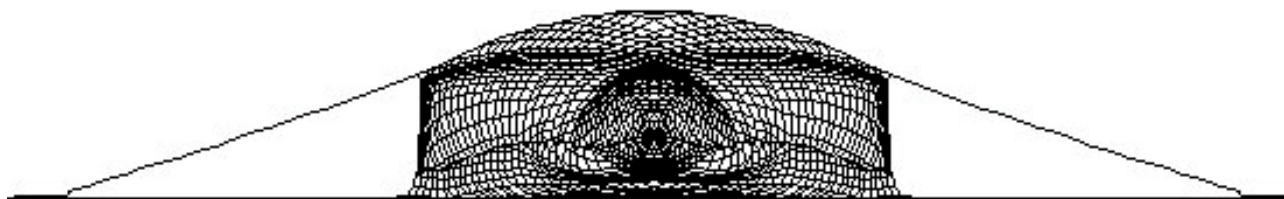


**Figur 9 : To panel trawl med to stjerner set ovenfra**



Figur 10 : To panel trawl med to stjerner forfra





**Figur 11 : To panel trawl forfra nærbillede**

Trawl file name : [U:\Ny Gene Torsketrawl\3 bridles NGT forslag CATS 4 knots] Date : 29-07-03

Towing speed [knots] : 4.00

Distance between tow blocks [m] : 8.00

Water depth [m] : 150.00

Trawl wires 600 m

Mellem liner 90 m

Opdrit 65 stk 11 liter kugler

Stjerter 2\*20+3\*20

Gear 18" Rockhopper

Spread of rockhopper 19.1 m

Spread of trawl doors 75.4 m

Spread of side wings 24.3 m

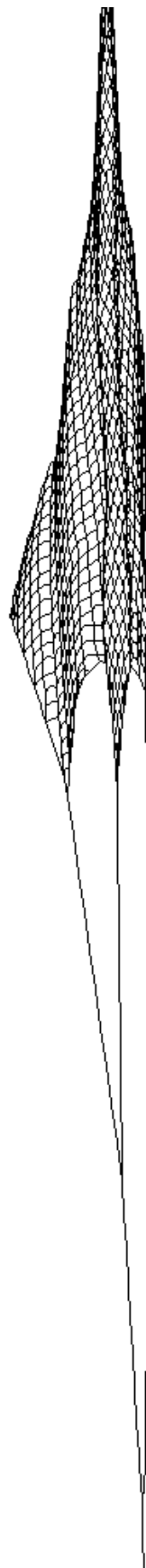
Spread of upper wings 19.2 m

Height at wing end 4.7 m

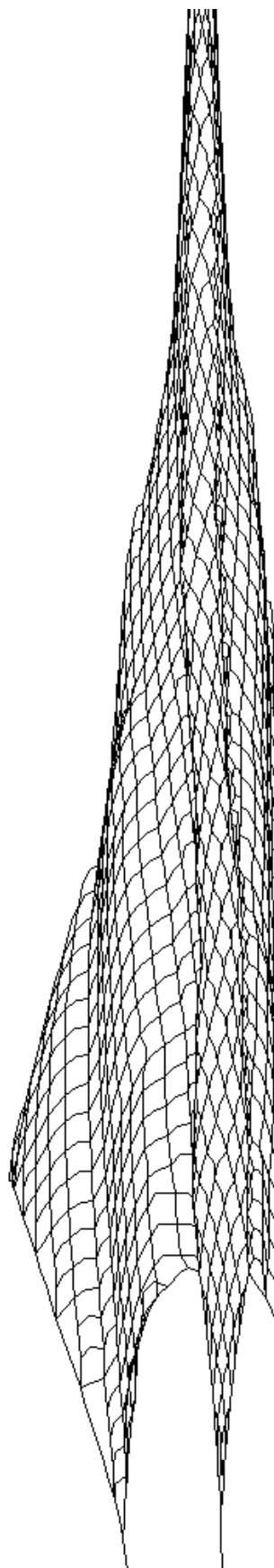
Height at trawl center 8.6 m



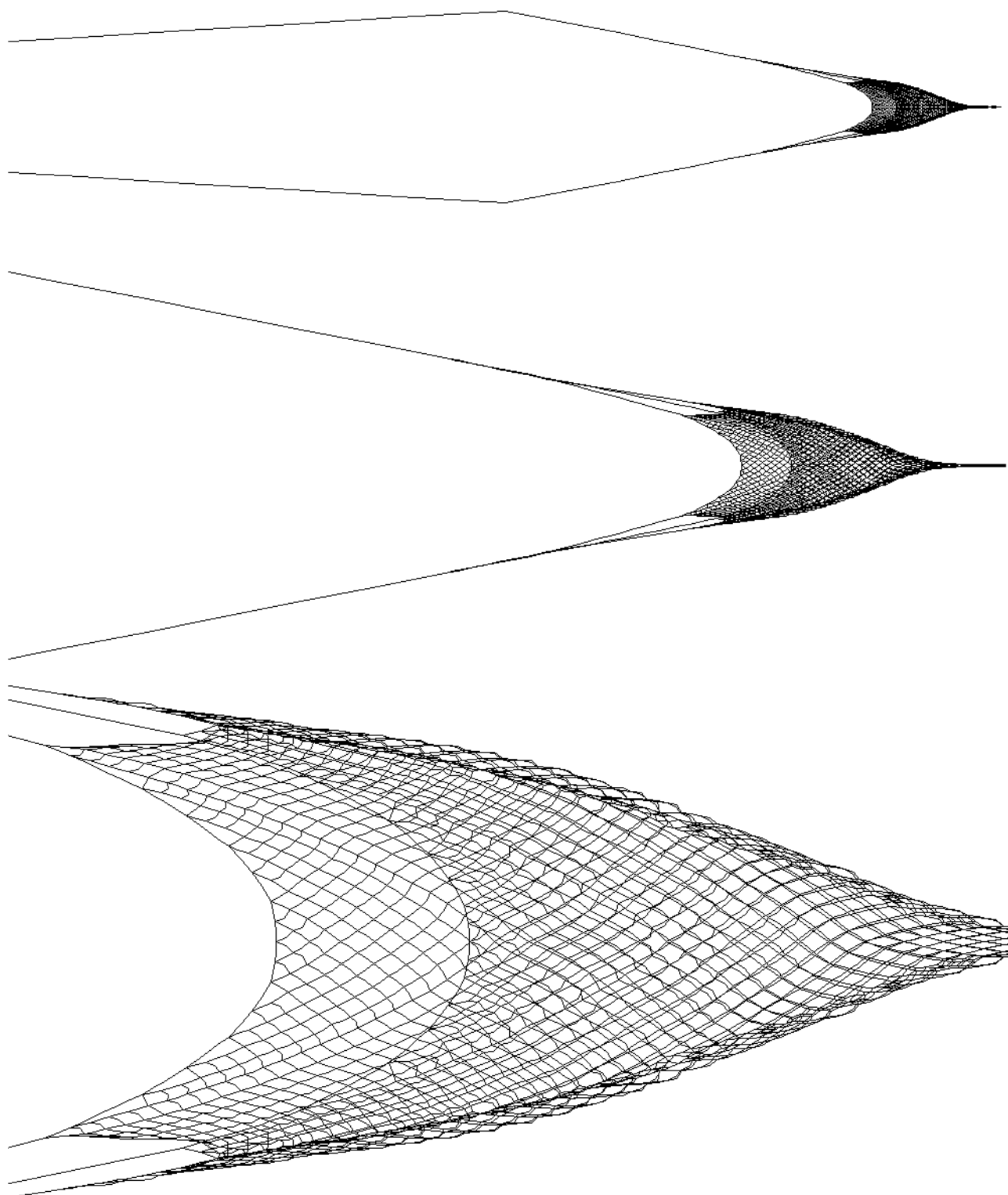
Figur 12 : Estimat for fire panels tre stjerner trawl



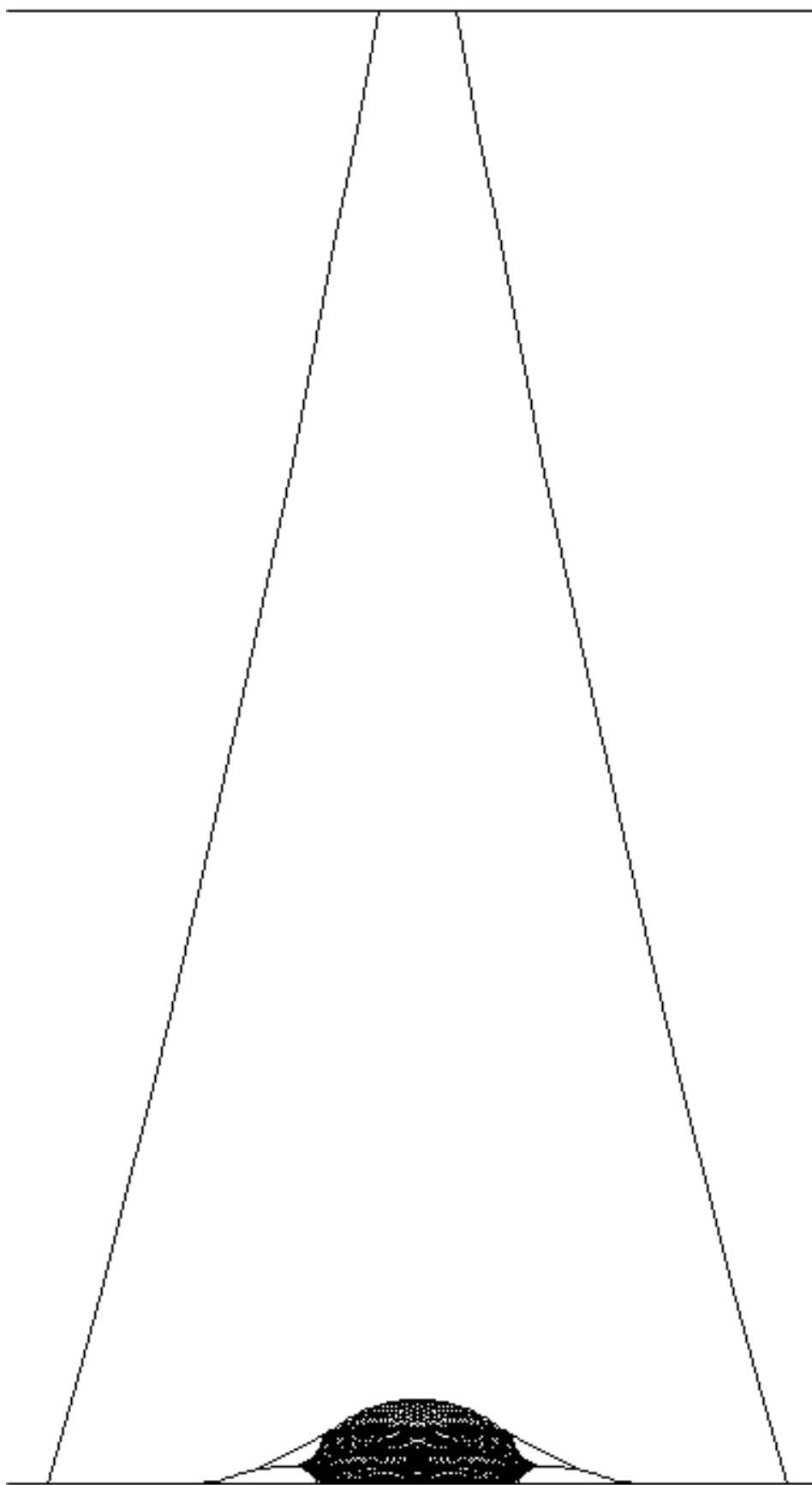
**Figur 13 : Fire panels torsketrawl set fra siden**



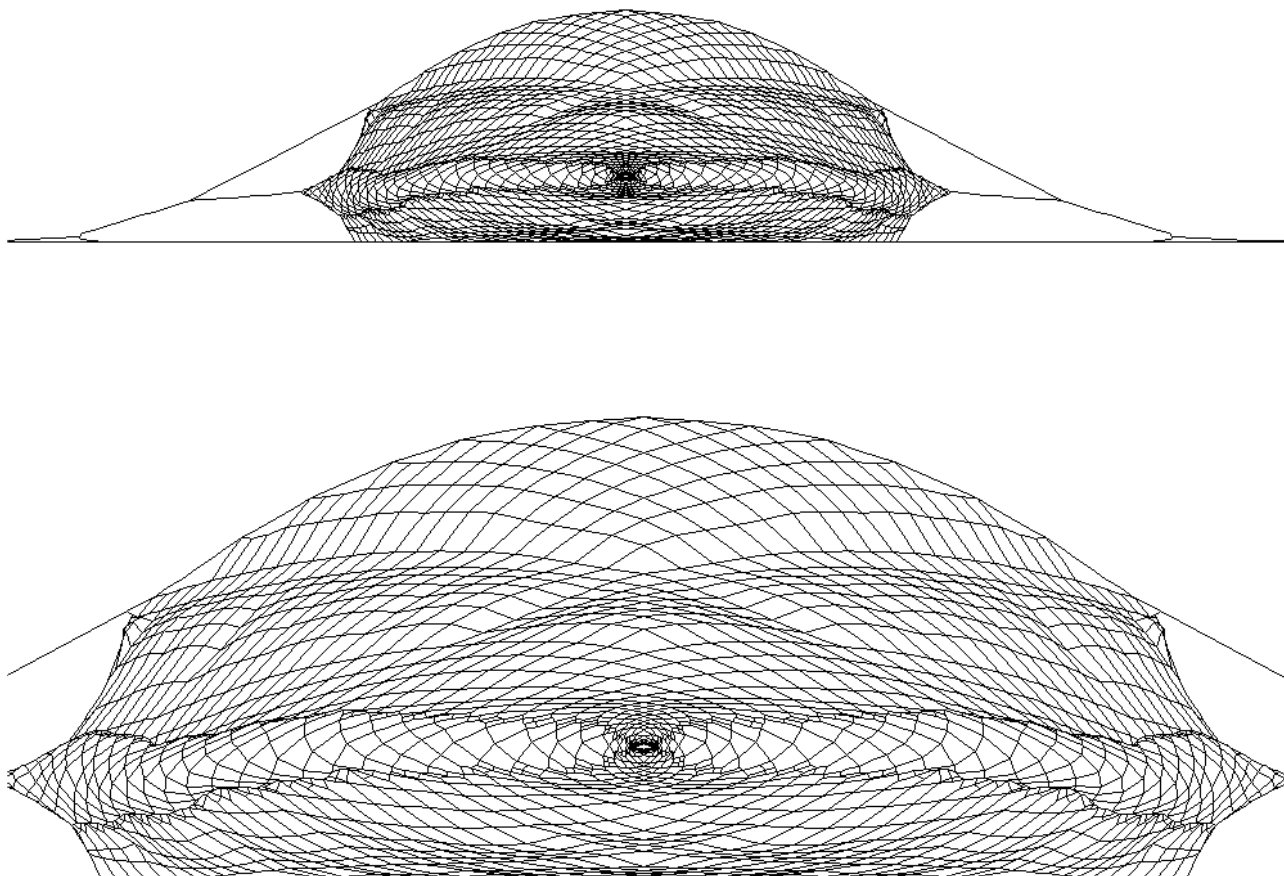
**Figur 14 : Fire panels trawl set fra siden nærbillede**



**Figur 15 : Fire panels trawl med tre stjerner set ovenfra**



**Figur 16 : Fire panels trawl med tre stjerner set forfra**



**Figur 17 : Fire panels trawl forfra nærbillede**

Havforskningsen / SFH		Model nr.: 651											
Ny generations torsketrawl		Skala: 1 : 10											
Thyborøn type 2 115"													
Mellemline	30												
Sjætter	2*20+3*25												
Kugler	65 stk 11 "												
Rub/gear	Pladegear rockhopper i midt												
Andet													
Test	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Slæbefart	Knob	3,0	3,5	4,0	4,5	4,0	3,0	4,0	4,5	4,0	4,0	3,0	4,5
Afstand mellem skovle	m	53,2	54,9	55,6	56,8	68,9	53,8	57,0	58,4	68,7	72,0	68,5	73,4
Spil	Overtælle	17,9	18,5	18,8	19,2	21,4	17,8	18,4	18,9	20,4	22,7	21,8	22,8
	Undertælle	18,9	19,5	20,0	20,1	22,4	18,6	17,4	17,7	19,7	22,1	21,2	22,3
Højde	Spids	8,1	7,4	6,5	5,6	5,1	8,1	6,6	5,7	5,6	5,4	7,5	4,7
	Midt	11,2	10,3	9,1	7,9	6,9	11,6	9,2	8,6	7,7	6,4	9,0	5,4
Belastning pr. side	tons	3,53	4,33	5,25	6,44	5,58	3,65	5,45	6,62	5,67	5,92	3,86	7,22
Test	Bemærkninger	Test											
2	Original rigning, spil på fiskeline målt ved Danleno	6 Rignet med normalt gear, last bag døre 3,06 tons											
	Belastning bag døre 2,89 tons	7 som test 6, last bag døre 4,56 tons											
2	som test 1	8 Som test 7, belastning bag døre 5,48 tons											
	Belastning bag trawl døre 3,57 tons	9 mer afstand mellem døre, last bag døre 4,75 tons											
3	som test 2, belastning bag trawl døre 4,31 tons	10 10 m sveiper, last bag døre: 4,95 tons											
4	som test 3, belastning bag trawl døre 5,24 tons	11 som test 10, last bag døre 3,32 tons											
5	Større afstand mellem trawldøre	12 som test 11, last bag døre 5,95 tons											
	Belastning bag døre 4,59 tons												

19. maj 2003

SINTEF Fiskeri og havbruk, 9850 Hirtshals

Figur 18 : Firepanels trawl forsøgsresultater fra forsøg i prøvetank





Model nr.: 651  
Skala: 1 : 10

Havforskningen / SFH  
Ny generations torsketrawl  
Thyborøn type 2 115"

Mellemline 30  
Stjerner 2\*20+3\*25

Kugler 65 stk 11 "

Rub/gear Pladegear  
rockhopper i midt

Andet

Test	Nr.	1	2	3	4	5
Slæbefart	Knob	4,0	3,0	3,0	4,0	4,0
Afstand mellem skovle	m	57,7	54,9	54,3	56,6	71,8
Spil	Overtælle	18,8	18,1	17,0	17,7	22,3
	Undertælle	19,7	19,0	18,6	19,3	23,8
Højde	Spids	6,8	8,3	8,7	7,7	6,7
	Midt	9,3	11,5	13,5	12,0	8,7
Belastning pr. side	tons	5,60	3,70	3,79	5,73	6,48

Test	Bemærkninger	Test	Bemærkninger
1	rigget med pladegear over midt, last bag døre 4,5 tons		
2	som test 1, last bag døre 2,99 tons		
3	rigget med 2 m <sup>2</sup> kite på midten, last bag døre 3,08 tons		
4	som test 3, last bag døre 4,69 tons		
5	rigget med 10 m sveiper ellers som 4 last bag døre 5,48 tons		

3. juni 2003

SINTEF Fiskeri og havbrug, 8850 Hirtshals

Figur 19 : Fire panel trawl forsøgsresultater fortsat



Model nr.: 652  
Skala: 1 : 10

Havforsknigen / SFH  
Ny generations torsketrawl to panels  
Thyborøn type 2 115"

Mellemline 30  
Stjerner 2\*45 m

Kugler 65 stk 11 "

Rub/gear Rockhopper gear 400 mm afstand sider  
rockhopper gear 200 mm afstand center

Andet

Test	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Slæbefart	Knob	3,0	3,5	4,0	4,5	4,0	3,0	3,5	4,0	4,5	4,0	3,0	4,0	4,5	4,0	3,0
Afstand mellem skovle	m	55,0	56,8	57,2	59,0	70,1	55,0	56,8	57,9	59,6	72,0	70,5	72,7	74,1	72,7	69,8
Spil	Overtælle	18,3	18,7	18,9	19,2	20,7	18,6	19,1	19,3	19,6	21,3	22,6	22,9	23,2	23,5	23,2
	Undertælle	16,5	16,9	17,0	17,4	19,1	18,3	18,5	19,4	19,4	21,7	22,8	23,5	23,7	23,4	22,8
Højde	Spids	6,0	5,8	5,4	4,9	5,0	5,6	5,1	4,7	4,1	4,3	5,2	4,2	3,7	3,6	4,6
	Midt	9,5	8,6	7,7	6,9	6,5	8,8	7,7	6,4	6,2	5,3	6,9	5,1	4,5	4,6	6,4
Belastning pr. side	tons	3,64	4,49	5,41	6,53	5,59	3,40	4,22	5,14	6,19	5,38	3,60	5,55	6,78	5,74	3,67

Test	Bemærkninger	Test	Bemærkninger
1	Original rig, spil på fiskeline målt ved danleno	7	som test 6, belastning bag døre : 3,46 tons
	Belastning bag døre : 2,94 tons	8	som test 7, belastning bag døre , 4,2 tons
2	som test 1 belastning bag døre 3,65	9	som test 8, belastning bag døre 5,02 tons
3	som test 2, belastning bag døre 4,40 tons	10	mere afstand mellem døre, belastning bag døre 4,4 tons
4	som test 3, belastning bag døre 5,26 tons	11	rigget med 10 m sveiper, last bag døre 3,0 tons
5	Mere afstand mellem døre	12	som test 11, last bag døre 4,65 tons
	belastning bag døre 4,53 tons	13	som test 12, last bag døre 5,6 tons
6	Rigget med pladegear på siden, last bag døre 2,79 tons	14	rigget med korte sømme, last bag døre 4,79 tons

19. maj 2003  
SINTEF-Fiskeri og havbruk, 8850 Hirtshals

Figur 20 : To Panels trawl forsøgsresultater prøvetank



Model nr.: 651A  
Skala: 1 : 10

Havforskningen / SFH  
Ny generations torsketrawl topanel 400\* 200  
Thyborøn type 2 115"

Mellemline 10  
Stjerner 2\*45 m

Kugler 65 stk 11 "

Rub/gear Pladegear  
pladegear i midt

Andet

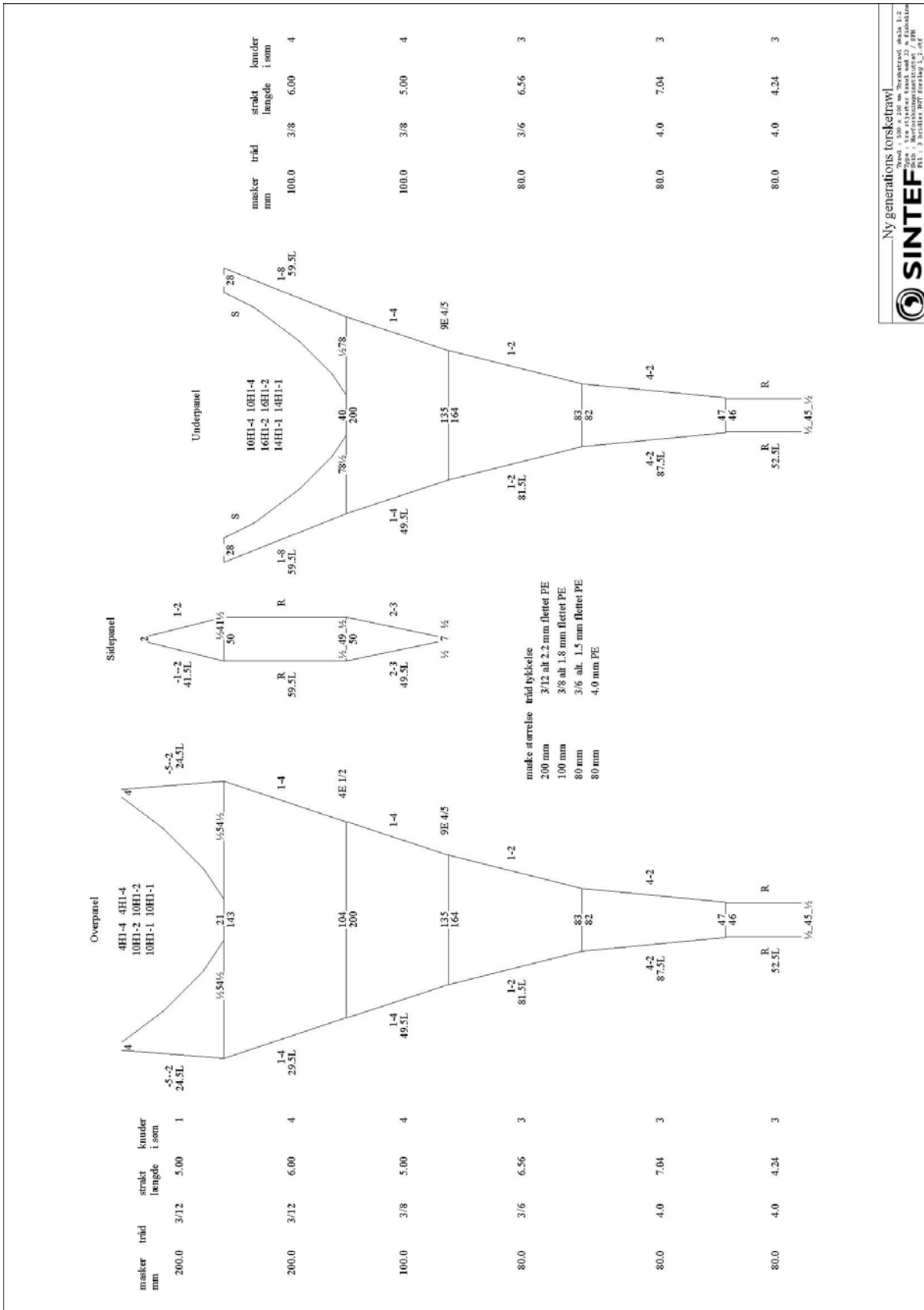
Test	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Slæbefart	Knob	3,0	4,0	4,5	3,0	4,0	4,5	4,0	4,0
Afstand mellem skovle	m	71,7	73,9	74,3	58,4	62,5	63,2	74,0	59,8
Spil	Overtælle	22,8	23,1	23,2	19,0	19,8	19,9	22,9	19,4
	Undertælle	22,9	23,7	24,0	18,8	20,1	20,4	24,6	20,5
Højde	Spids	5,3	4,4	3,8	5,7	5,0	4,5	4,8	4,7
	Midt	6,9	5,5	4,9	8,8	7,0	6,4	5,8	6,9
Belastning pr. side	tons	3,57	5,57	6,77	3,35	5,17	6,29	5,75	5,22

Test	Bemærkninger	Test	Bemærkninger
1	Original rigning, højde af bryst over bunde 2,5 m	8	Bryst højde 2,5 m + 0,5 i over bridle, bag døre 4,58 tons
2	Last bag døre 2,80 tons		rigget med 30 m svejp, original bridles
3	som test 1, last bag døre 4,40 tons, højde bryst 2,5 m		højde af bryst 2,6 m, last bag døre 4,04 tons
4	som test 2, last bag døre 5,35 tons højde af bryst : 2,4 m		
5	Rigget med 30 m svejper, højde bryst 2,8 m last bag døre		
6	som test 4, last bag døre 3,98 tons		
7	som test 5, højde bryst 2,7 m, last bag døre 4,82 tons		
	Føring ændret på fiskeline, rigget med 10 m svejp		

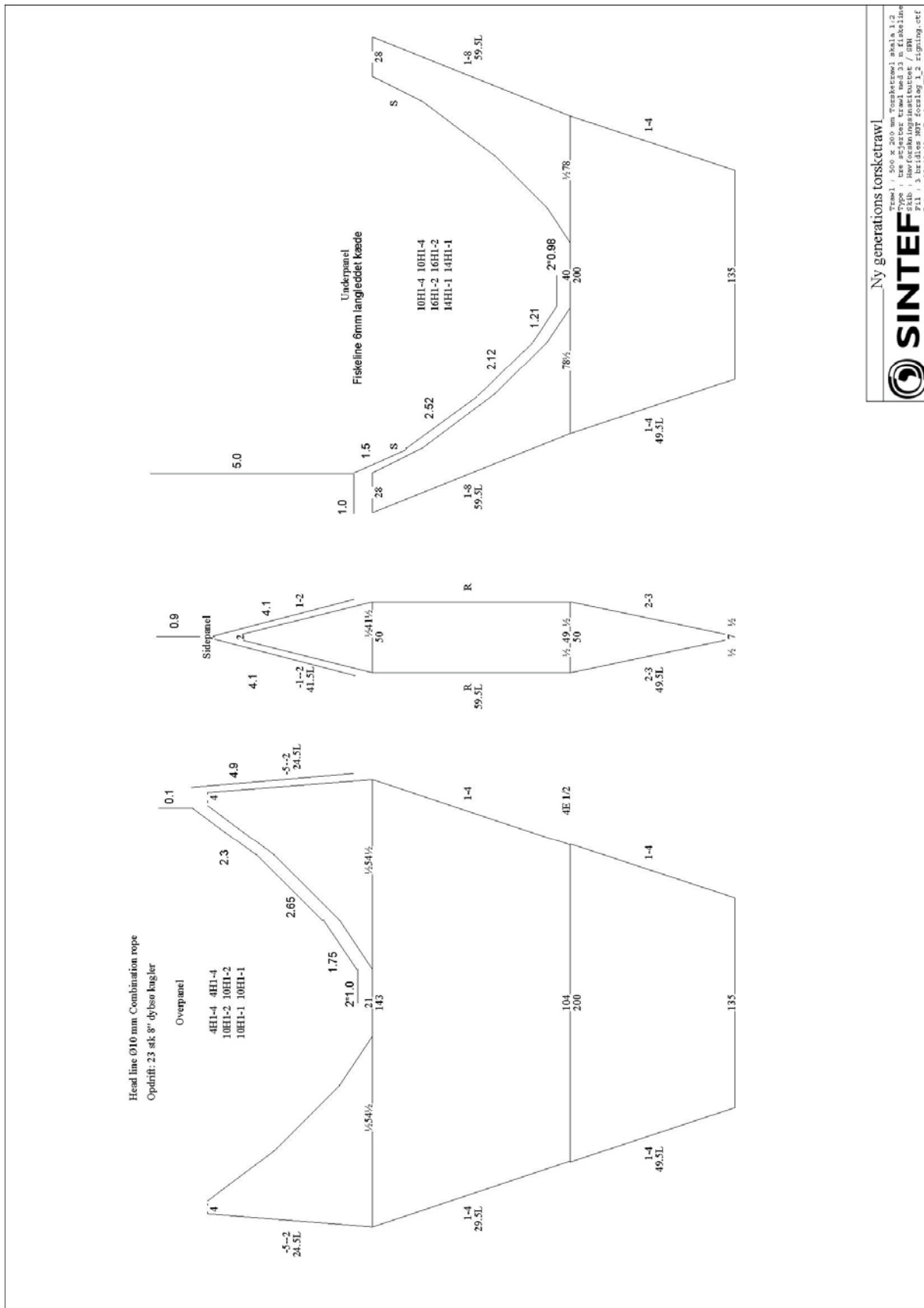
6. juni 2003

SINTEF Fiskeri og havbrug, 9850 Hirtshals

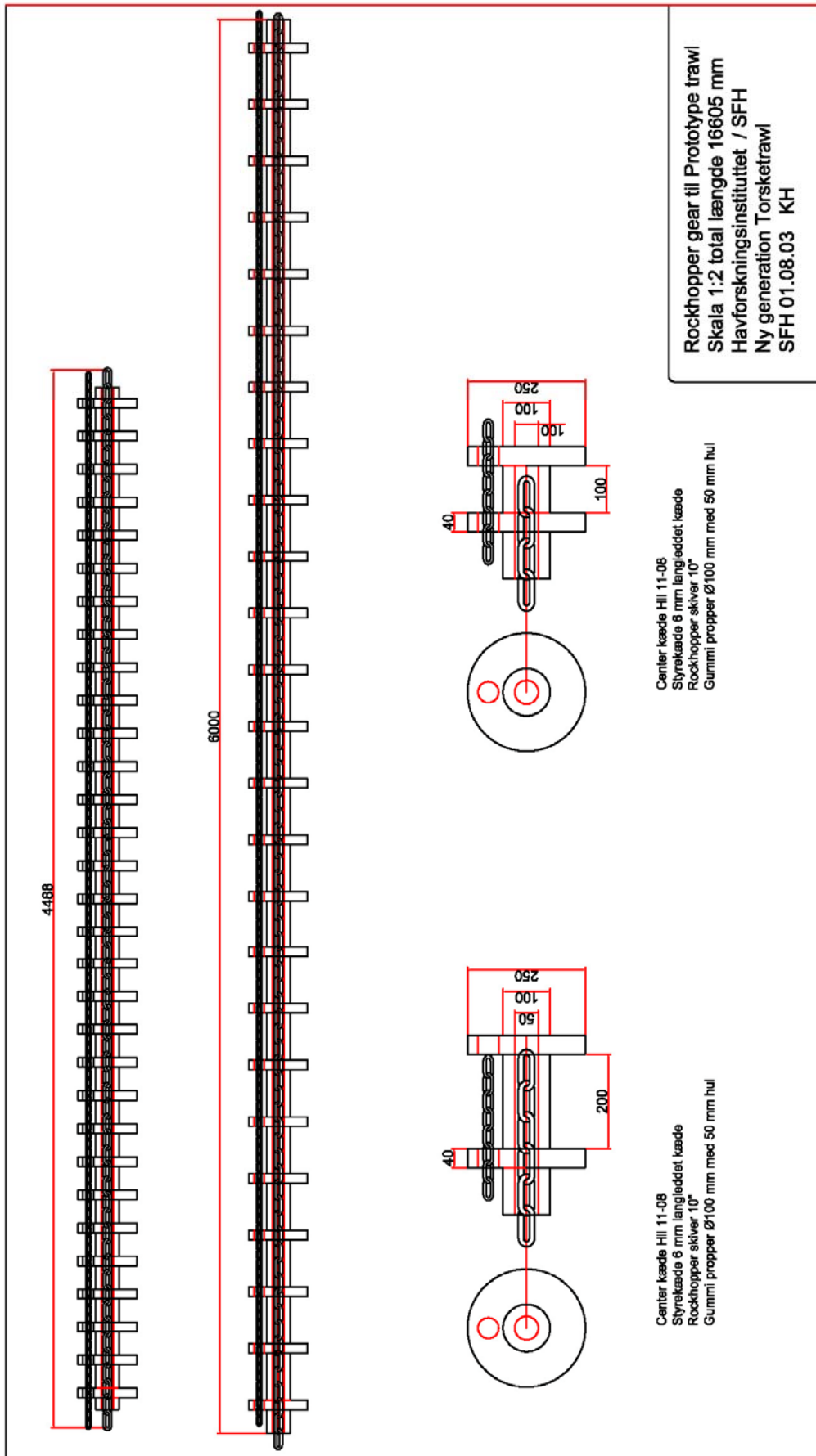
Figur 21 : To panels trawl 80 m omkreds forsøgsresultater fra prøvetank



Figur 22 : Fire panels trawl skala 1:2



Figur 23 : Rigning af 1:2 skala trawl model



**Figur 24 : Rockhopper gear brugt til 1:2 skala trawl model**