

MINISTERIE VAN LANDBOUW
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Kommissie voor Toegepast Wetenschappelijk Onderzoek
in de Zeevisserij (T. W. O. Z.)
(Voorzitter : F. LIEVENS, directeur-generaal)

Telboek in de Zeevisserij
No. 43

Vergelijkende weerstandsmetingen
van
garnaalboomnetten.

A. VAN MIDDELEM.
Februari 1974.

96

Inleiding.

In de laatste decennia werden in de visserij steeds grotere vermogens gefinstalleerd die o.m. tot doel hebben grotere netten en/of zwaarder vistuig te slepen.

In de visserijmiddens bestaan echter zekere twijfels omtrent de weerstand en de vangmatigheid van garnaalnetten geminderd volgens de snitverhouding $1/2$ of $2/3$.

Onderhavig verslag wijdt een studie aan het vergelijkend garnaalnettenonderzoek, uitgevoerd aan boord van een bokkenvaartuig, met het oog op het bepalen van het meest efficiënt net zowel op kwalitatief, als op kwantitatief gebied.

In de eerste paragraaf wordt de doelstelling van het onderzoek toegelicht. Paragraaf 2 geeft een overzicht van de proefomstandigheden. De derde paragraaf bespreekt de metingen zowel op zuiver technisch, als op visserijtechnisch gebied. Het statistisch verwerkt cijfermateriaal van het onderzoek wordt in paragraaf 4 besproken. Tenslotte worden in het laatste paragraaf enkele praktische besluiten getrokken.

§ 1. Doelstelling.

Het onderzoek heeft tot doel de totale weerstand van een konventioneel garnalenboomnet geminderd $1/2$ te vergelijken met een garnalenboomnet geminderd volgens de snitverhouding $2/3$.

In geval beide netten gelijke vangsten opbrengen, doch een specifiek weerstandsverschil bezitten kan worden overgeschakeld op één bepaald net geminderd volgens de snitverhouding $1/2$ of $2/3$.

Uit een kleinere weerstand volgt onmiddellijk dat ofwel de vaartsnelheid hoger kan worden opgedreven met het gevolg dat een groter afstand per tijdseenheid (bv. 1 uur) kan worden afgelegd, ofwel het vistuig (lengte korrestok) kan worden vergroot, hetgeen neerkomt op een grotere beviste oppervlakte. Uiteraard moet uit beide veronderstellingen een hogere vangst volgen.

Het ligt tevens in de bedoeling naast het bepalen van het weerstandsverschil, de "meer" beviste oppervlakte (meersnelheid) te bepalen waaruit de meervangst moet kunnen worden afgeleid.

§ 2. Proefomstandigheden.

1. Vaartuig.

Het onderzoekingsvaartuig "Hinders" heeft een lengte van 21 m, een breedte van 6,44 m en een holte van 2,90 m. De tonnage bedraagt 78 BT en het schip wordt door een motor van 240 pk voortgestuwd.

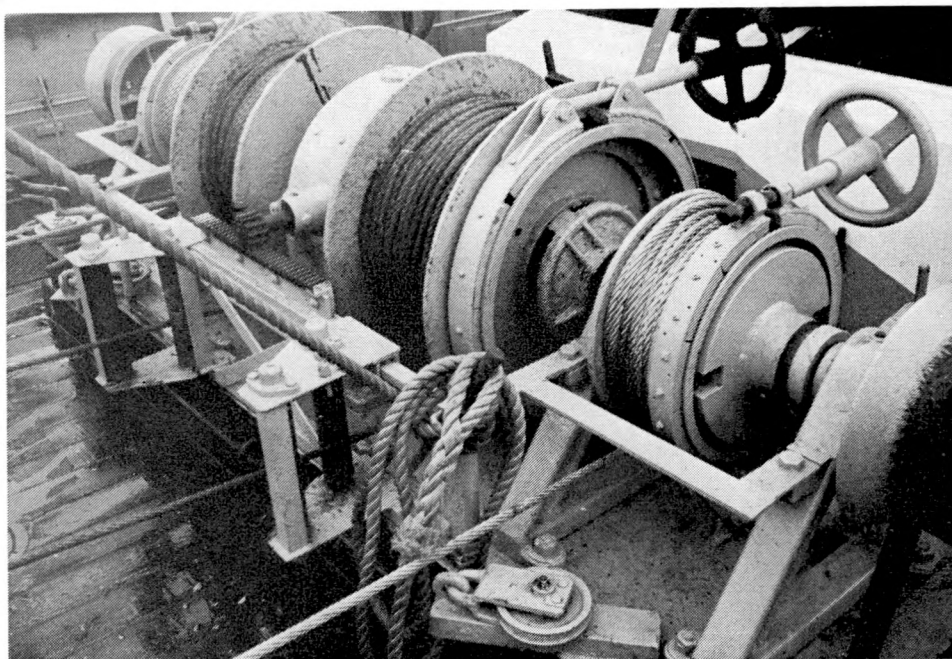
Het vaartuig is gebouwd als zijtrawler, doch werd achteraf voor het bedrijven van de boomkorrevisserij omgebouwd. Het schip heeft een viertrommellier (figuur 1), die vanop het dek wordt bediend.

2. Dekindeling.

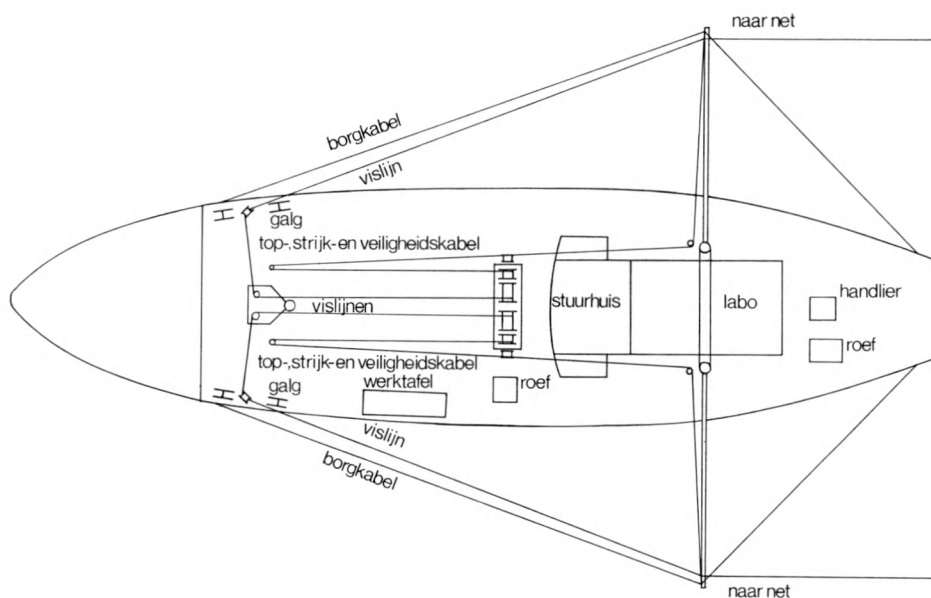
Figuur 2 geeft een afbeelding van het dek met de loop van de vislijnen en de veiligheidskabels voor het bedrijven van de boomkorrevisserij. Figuur 3 stelt de portiek of bipod-mast voor waaraan de bomen zijn vastgemaakt. De bevestiging van de lummels bevindt zich nagenoeg 1,7 m boven het dek. De veiligheidskabel voor het toppen en strijken van de gieken loopt door een katrol die boven aan de portiek is bevestigd. De bomen hebben een lengte van 5,5 m en zijn in de midden zwaarder uitgevoerd.

3. Visserijmethode.

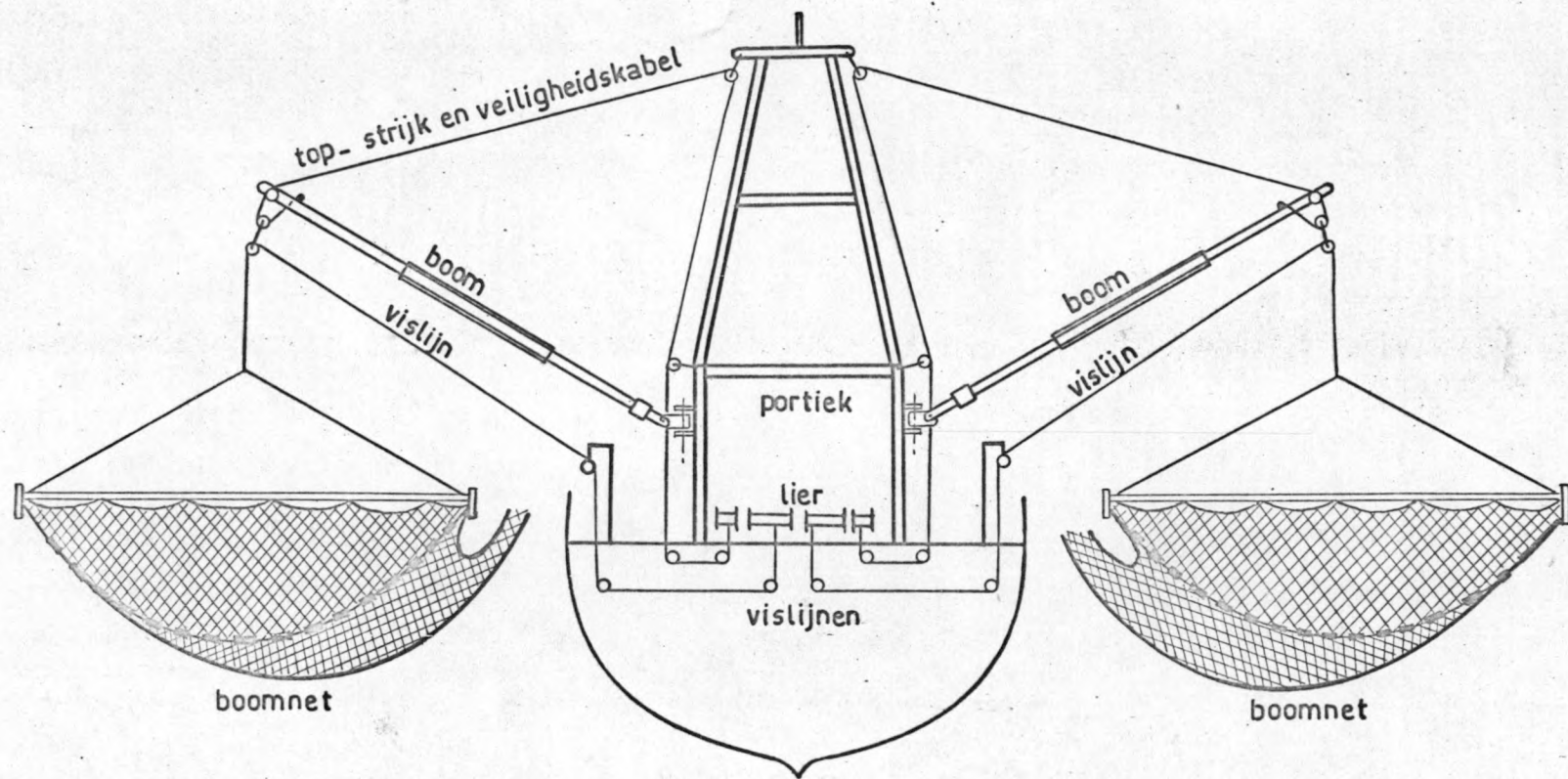
Zoals reeds werd aangehaald, werden voor het vergelijkend onderzoek boomnetten gekozen.



Figuur 1 — Viertrommellier.



Figuur 2 — Dekindeling, loop van de vislijnen en veiligheidskabels.



Figuur 3 - PORTIEK, BOMEN, NETTEN.

De reden van deze keuze ligt in het feit dat boomnetten zich bijzonder goed lenen voor vergelijkend netten onderzoek, vermits de twee te onderzoeken netten zich in identieke omstandigheden bevinden t. a. v. :

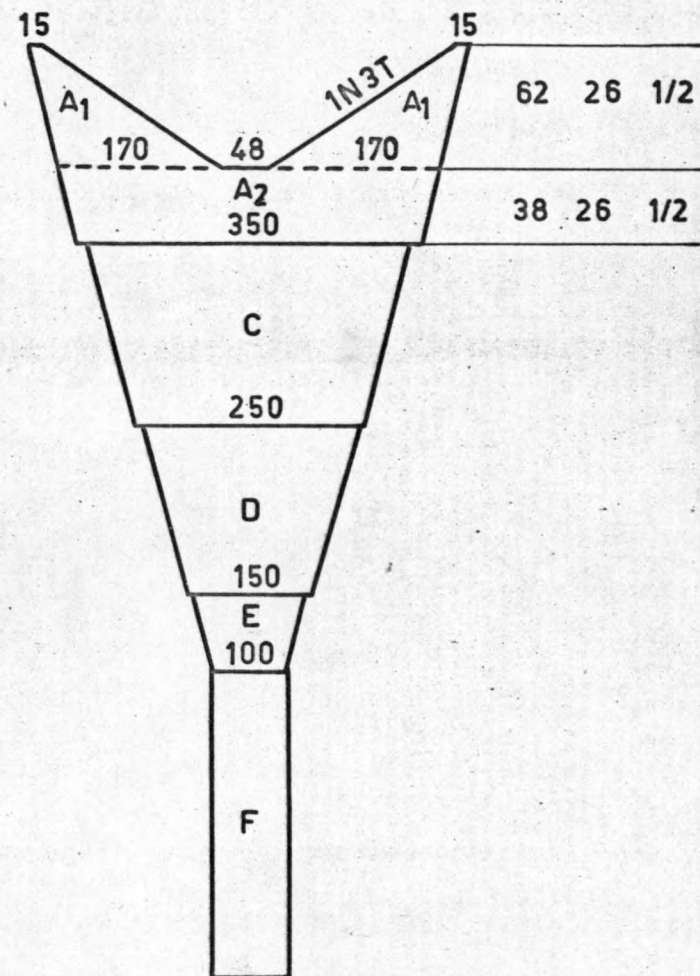
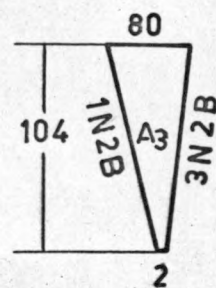
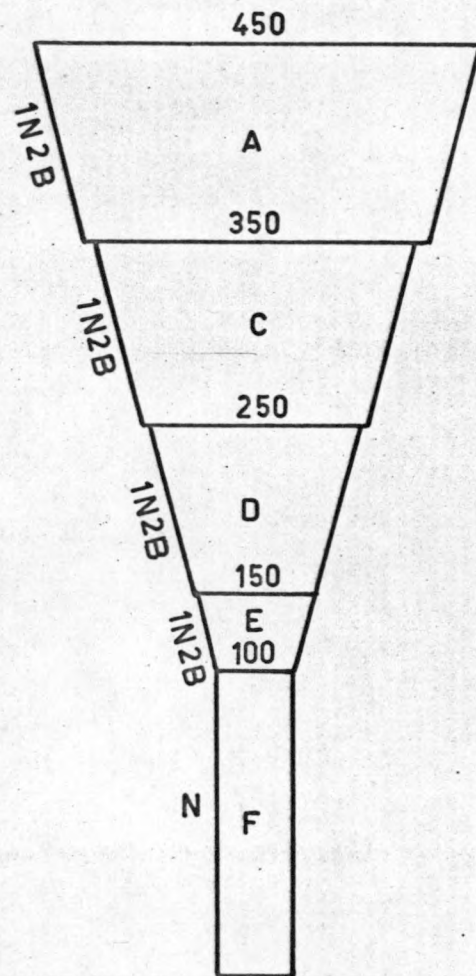
- bodemgesteltemis,
- sleepsnelheid,
- stromingsrichting,
- visgrond of visplaats,
- netopening,
- lengte boven- en onderpees,
- diepte van de zee,
- lengte vislijnen,
- weersomstandigheden enz.

4. Netten.

In het vergelijkend netonderzoek werden opzettelijk twee netten getest met dezelfde muilopening (zelfde boven-, onder-, klossenpees), ten einde geen arbitraire correctiefactoren te moeten toepassen, zowel voor de vangst als voor de sleepweerstand. Uitgaande van een opzet van 450 mazen (konventioneel net) werden door toepassing van de regels voor het snijden van netwerk, de diverse overeenkomstige netdiepten berekend. Telkens werd er voor gezorgd dat het aantal mazen aan de boven- en onderkant dezelfde waarde hadden bij de twee netten (figuren 4 en 5).

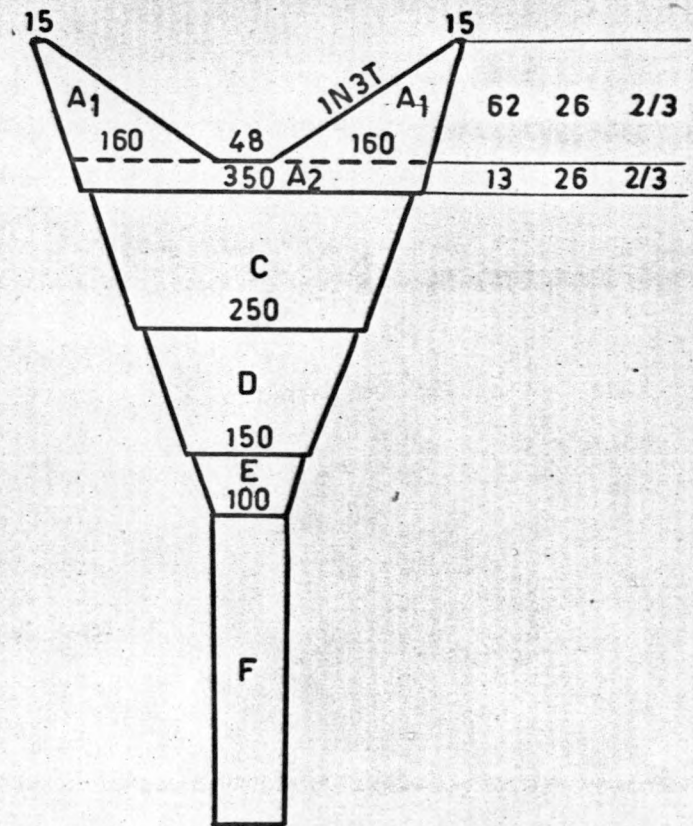
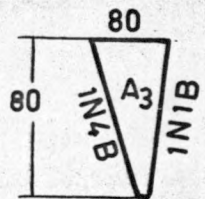
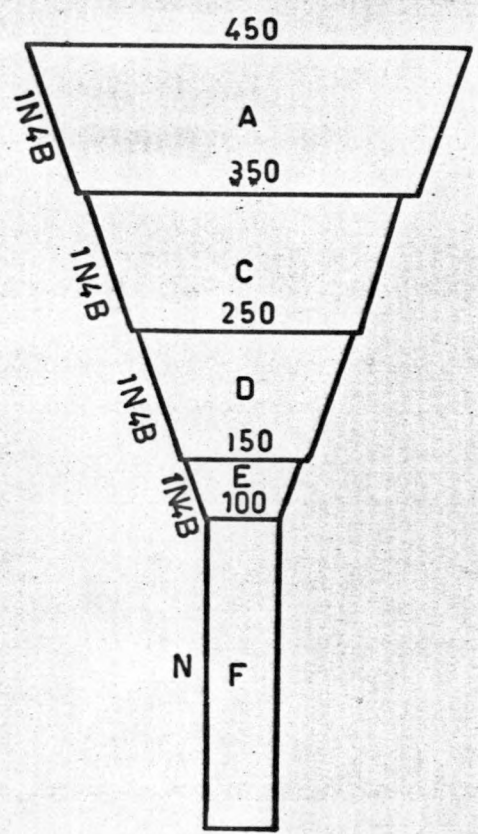
Het vergelijkend net werd op de volgende manier uit de konventioneel net afgeleid. Netdeel A van het konventioneel net bezit 450 mazen aan de bovenzijde en 350 mazen aan de onderzijde. Uitgaande van een snitverhouding $2/3$ wordt een diepte gevonden van :

Aantal mazen	Maaslengte in mm	Snitverhouding	R tex
100	26	1/2	530
100	24	1/2	530
100	22	1/2	530
50	20	1/2	530
200	20	0/1	640



Figuur 4 - GARNALENNET VOOR 6 METER STOK

Aantal mazen	Maaslengte in mm	Snitverhouding	R tex
75	26	2/3	530
75	24	2/3	530
75	22	2/3	530
38	20	2/3	530
200	20	0/1	640



Figuur 5 - GARNALENNET VOOR 6 METER STOK

$$3 \cdot \frac{(450 - 350)}{2.2} = 75 \text{ mazen}$$

Door de berekeningen op analoge manier op de vorige gegevens van het konventioneel net toe te passen, komt trapsgewijze het nieuwe net tot stand.

Met het oog op het opstapelen van de vangst in de kuil werd voor beide netten gelijke kuildiepten gekozen.

De diepten van 100 en 50 mazen van het net geminderd $1/2$ komen respectievelijk overeen met 75 en 38 mazen voor het net geminderd $2/3$. Zoals tevens uit de karakteristieken van de garens volgt, werden per netdeel gelijke garentiters genomen.

De karakteristieken kunnen als volgt worden samengevat :

(a) Garnaalboomnet geminderd $1/2$ (tabel 1 en figuur 4).

- het net is gekonstrueerd uit wit polyamide garen,
- de boven- en onderpees zijn respectievelijk 6 m en 7,7 m,
- de maximum- en minimumbreeksterkte van het garen belopen respectievelijk 31 kg in de kuil en 26 kg in het voor-net,
- de kuil heeft een garentiter van 640 tex, terwijl de resterende netdelen een garenummer van 530 tex bezitten,
- het aantal mazen varieert tussen 15 tot 450 aan de bovenkant en van 2 tot 350 aan de onderkant,

Tabel 1 - Karakteristieken van het visnet.

Netdeel	A	A ₁	A ₂	A ₃	C	D	E	F	
Materieel	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	
Kleur	wit	wit	wit	wit	wit	wit	wit	wit	
Maaslengte in mm	26	26	26	26	24	22	20	20	
Breeksterkte garen in kg	26	26	26	26	26	26	26	31	
Garentiter in tex	530	530	530	530	530	530	530	640	
Lengte pees in m	6								
Lengte loodzeel in m	7,7								
Aantal mazen bovenkant	450	15	388	80	350	250	150	100	
Aantal mazen onderkant	350	170	350	2	250	150	100	100	
Diepte per netdeel	100	62	38	104	100	100	50	200	
Snitverloop	buiten	1N2B	1N2B	1N2B	1N2B	1N2B	1N2B	1N2B	N
	binnen		1N3T		3N2B				
Snitverhouding	buiten	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	0/2
	binnen		3/1		1/4				

- de maas lengte wisselt af tussen 26 mm in het voornet om geleidelijk over te gaan tot 24, 22 en 20 mm in de kuil,

- de netstukken A, C en D bezitten een diepte van 100 mazen, terwijl de diepte van de netstukken A_1 en A_2 met 62 en 38 mazen overeenkomt,

- de kuil is over een afstand van 200 mazen gesneden volgens de snit N,

- de symmetrie vangt aan vanaf de onderkant van de buikvleugels,

- aan de binnenkant van de buikvleugels is het netstuk geminderd volgens het snitverloop 1N3T en aan de buitenkant volgens het snitverloop 1N2B,

- in het voornet wordt een spievormig netstuk verwerkt dat aan de bovenzijde 30 mazen breed is en gekenmerkt wordt door de snitverlopen 1N2B (1/2) en 3N2B (1/4), die 104 mazen diep zijn uitgesneden,

- het net bezit 4 snitten gekarakteriseerd door 1N2B, 3N2B, 1N3B en N

(b) Garnaalboomnet geminderd 2/3 (tabel 2 en figuur 5).

- het net is samengesteld uit wit polyamide garen,
- de boven- en onderpees hebben respectievelijke een lengte van 6 m en 7,7 m,

- de breeksterkte van het garen varieert tussen 26 kg in het voornet en 31 kg in de kuil,

- de garentiter beloopt voor de kuil 64 tex en voor de overige netdelen 530 tex,

- het aantal mazen wisselt af tussen 15 en 450 voor de bovenkant en van 0 tot 350 voor de onderkant,

- de maas lengte beloopt 26 mm in het voornet en 20 mm in de kuil ; de tussen deze netdelen bevindende stukken hebben maas lengten van 24 en 22 mm

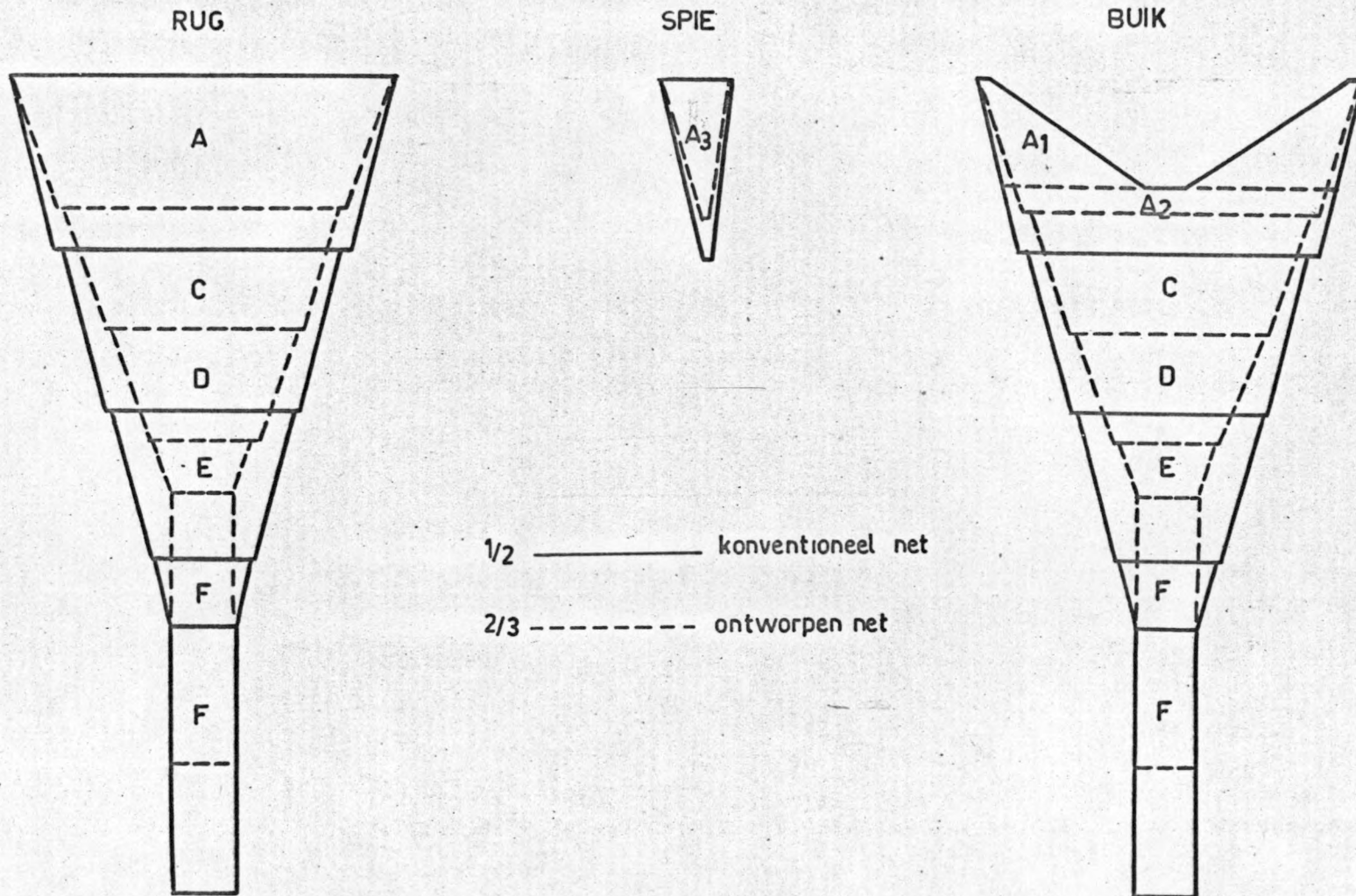
Tabel 2 - Karakteristieken van het vistuig.

Netdeel	A	A ₁	A ₂	A ₃	C	D	E	F	
Materieel	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	
Kleur	wit	wit	wit	wit	wit	wit	wit	wit	
Maaslengte in mm	26	26	26	26	24	22	20	20	
Breeksterkte garen in kg	26	26	26	26	26	26	26	31	
Garentiter in tex	530	530	530	530	530	530	530	640	
Lengte pees in m	6								
Lengte loodzeel in m	7,7								
Aantal mazen bovenkant	450	15	368	80	350	250	150	100	
Aantal mazen onderkant	350	160	350	0	250	150	100	100	
Diepte per netdeel	75	62	13	80	75	75	38	200	
Snitverloop	buiten	1N4B	1N4B	1N4B	1N4B	1N4B	1N4B	1N4B	N
	binnen		1N3T		1N1B				
Snitverhouding	buiten	1/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	0/1
	binnen		3/1		1/3				

- de netdelen A, C en D hebben een diepte van 75 mazen ; voor de netstukken A_1 en A_2 is de diepte respectievelijk 62 en 13 mazen,
- netdeel E heeft een diepte van 38 mazen,
- de kuil heeft een diepte van 200 mazen,
- vanaf de onderkant van de buikvleugels verloopt het net symmetrisch, met een snitverloop van 1N4B (2/3) voor het ganse net en N (0/1) voor de kuil,
- de buikvleugels hebben een snitverloop van 1N4B (2/3) aan de buitenzijde en 1N3T (3/1) aan de binnenzijde,
- het spievormig netstuk tussen de buik en rug bezit 80 mazen aan de bovenzijde en wordt geminderd volgens de snitverlopen 1N4B (2/3) aan de buitenzijde en 1N1B (1/3) aan de binnenzijde over een diepte van 80 mazen,
- het net wordt gekenmerkt door 4 snitverlopen, met name 1N4B, 1N1B, 1N3T en N.

Figuur 6 geeft een overzicht van de twee netten. De volle lijnen stellen het konventioneel net voor geminderd volgens de snitverhouding 1/2 en de stippellijnen komen overeen met het net geminderd 2/3. Uit de figuur 6 kan onmiddellijk worden afgeleid, dat beide netten een gelijke muilopening bezitten. Het konventioneel net (volle lijnen en geminderd 1/2) valt langer uit dan het vergelijkend net (stippellijn en snitverhouding 2/3).

Beide netten werden afwisselend aan stuurboordzijde en aan bakboordzijde aangeslagen.



Figuur 6 - GARNALENNETTEN GEMINDERD 1/2 EN 2/3

5. Visplaats.

De proefreizen werden uitgevoerd langsheen de Belgische kust en meer bepaald op de visgronden "Wenduine Bank" en Oostende West".

De visgronden zijn weergegeven door de gearceerde oppervlakte van figuur 7 (Wenduine Bank) en figuur 8 (Oostende West).

Beide visgronden leveren minder gevaar op van vastslaan en beschadiging van de netten, hetgeen het verloop van de proeven in de hand werkt.

De gegevens voor "Wenduine Bank" en "Oostende West" zijn voor enkele slepen in tabellen 3, 4, 5, 6, 7 en 8 samengevat.

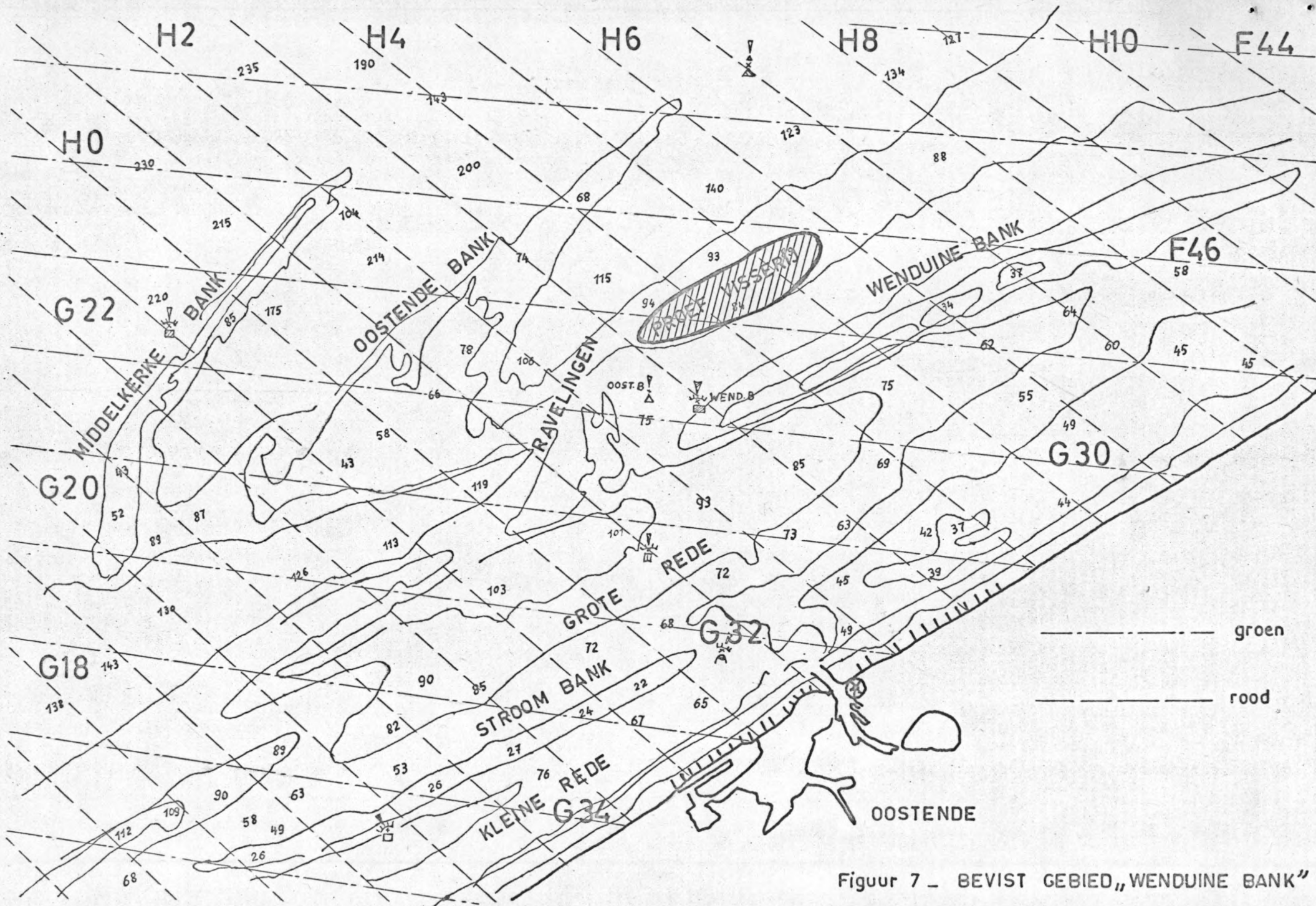
6. Korijzers.

De korrestokken werden ontworpen voor een net met een bovenpees van 6 meter. De schaatsen of korijzers hebben een hoogte van 0,65 m, hetgeen uiteraard de netopening bepaalt. Het gewicht per korijzer bedraagt nagenoeg 95 kg. De korrestok zelf weegt circa 90 kg.

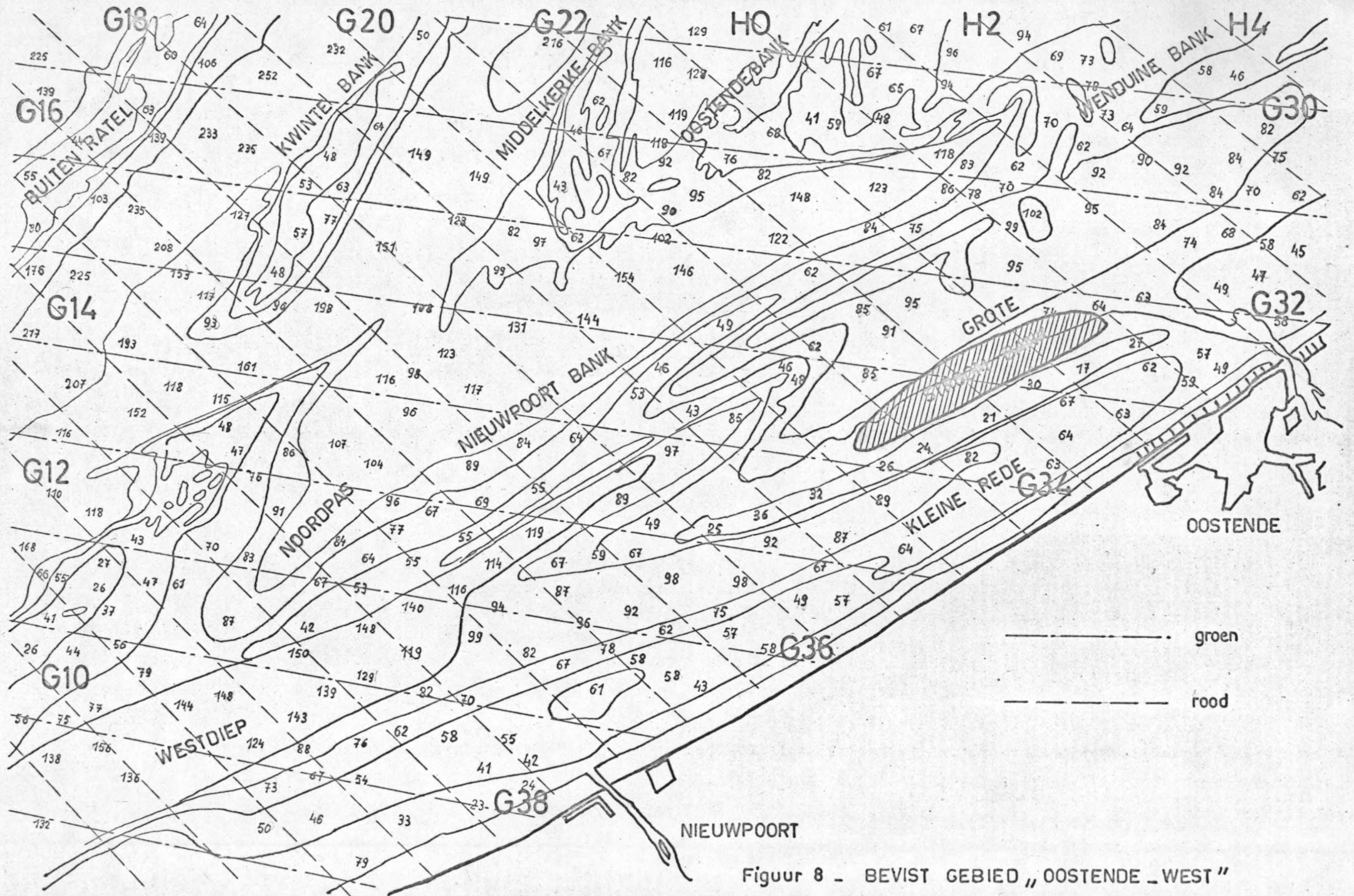
7. Meetapparatuur.

(a) Voeding.

Gezien de meeste industriële meetapparatuur ontworpen is voor 220 V wisselspanning diende de boordspanning van 24 V gelijkspanning te worden omgevormd. Rekening houdend met de schommelende batterijspanning van het schip werd tevens een spanningsstabilisator voor het voeden van de meetapparatuur aangewend (figuur 9).



Figuur 7 - BEVIST GEBIED „WENDUINE BANK“



Figuur 8 - BEVIST GEBIED „OOSTENDE - WEST”

Tabel 3 - Gegevens over enkele slepen.

Schip ; Hinders		pk : 240					
Soort visserij : Bokken							
Nettypes : Garnaal			B. B.		S. B.		
			2/3		1/2		
Doel van de proefreis : Vergelijkende weerstandsmetingen							
Begin sleep		9h40	10h10	12h35	14h05	15h05	
Positie	rood	zoneletter	H	H	H	H	
		lanenummer	3.15	4.50	4.05	4.30	3.65
	groen	zoneletter	F	F	F	F	F
		lanenummer	47.15	46.35	46.30	46.30	46.95
Einde sleep		10h00	10h30	13h00	14h35	15h35	
Positie	rood	zoneletter	H	H	H	H	
		lanenummer	4.00	3.80	2.10	4.05	5.70
	groen	zoneletter	F	F	F	F	F
		lanenummer	46.60	46.80	46.65	46.80	45.90
Windkracht in Beaufort		2à3	2à3	2à3	2à3	2à3	
Windrichting		ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	
Stroomrichting		ONO	ONO	ONO	ONO	ONO	
Diepte in meter		12	14	12	12	12	
Lengte vislijn in meter		40	40	40	40	40	
Toeren/min. motor		650	700	700	700	700	
Trekkracht in kg	S. B.	470	450	450	440	410	
	B. B.	420	420	380	390	360	
Resultaten en opmerkingen :							
Gelijke vangsten van S. B. en B. B.							
Slijk in beide netten.							

Tabel 4 - Gegevens over enkele slepen.

Schip : Hinders		pk : 240					
Soort visserij : Bokken							
Nettypes : Garnaal			B. B.		S. B.		
			2/3		1/2		
Doel van de proefreis : Vergelijkende weerstandsmetingen							
Begin sleep		9h45	10h50	12h05	13h15	14h25	
Positie	rood	zoneletter	H	H	H	H	
		lanenummer	3.05	3.90	2.95	5.15	3.20
	groen	zoneletter	F	F	F	F	F
		lanenummer	47.35	47.15	47.50	46.00	47.20
Einde sleep		10h45	11h30	13h05	14h15	15h20	
Positie	rood	zoneletter	H	H	H	H	
		lanenummer	3.80	3.65	5.30	2.85	5.95
	groen	zoneletter	F	F	F	F	F
		lanenummer	47.15	47.35	45.85	47.35	45.60
Windkracht in Beaufort		3	4	4	3	3	
Windrichting		verander- lijk	ZW	ZW	ZW	ZW	
Stroomrichting		WZW	WZW	WZW	stil	ONO	
Diepte in meter		8	8	10	14	13	
Lengte vislijn in meter		30	30	30	30	30	
Toeren/min. motor		700	700	700	700	700	
Trekkracht in kg	S. B.	620	630	690	760	660	
	B. B.	610	620	640	740	550	
Resultaten en opmerkingen :							
Gelijke vangsten van S. B. en B. B.							
Hoge krachten ten gevolge van de bloei.							

Tabel 5 - Gegevens over enkele slepen.

Schip : Hinders		pk : 240					
Soort visserij : Bokken							
Nettypes : Garnaal			B. B.		S. B.		
			2/3		1/2		
Doel van de proefreis : Vergelijkende weerstandsmetingen							
Begin sleep		10h10	10h55	12h10	13h20	14h05	
Positie	rood	zoneletter	G	G	G	G	
		lanenummer	23.00	21.45	21.80	22.00	23.20
	groen	zoneletter	G	G	G	G	G
		lanenummer	32.75	33.45	33.20	33.20	32.45
Einde sleep		10h50	12h00	13h10	13h55	15h05	
Positie	rood	zoneletter	G	G	G	G	
		lanenummer	21.20	21.55	21.65	23.65	22.15
	groen	zoneletter	G	G	G	G	G
		lanenummer	33.60	33.30	33.35	32.10	33.00
Windkracht in Beaufort		5	5	5	5	5	
Windrichting		ZW	ZW	ZW	ZW	ZW	
Stroomrichting		WZW	WZW	WZW	WZW	WZW	
Diepte in meter		5	5	7	10	10	
Lengte vislijn in meter		30	30	30	30	30	
Toeren/min. motor		700	700	650	700	700	
Trekkracht in kg		S. B.	370	400	380	400	
		B. B.	370	320	360	360	420
Resultaten en opmerkingen :							
Gelijke vangsten van S. B. en B. B.							
Sleep 5 : BB kracht groter dan SB kracht.							

Tabel 6 - Gegevens over enkele slepen.

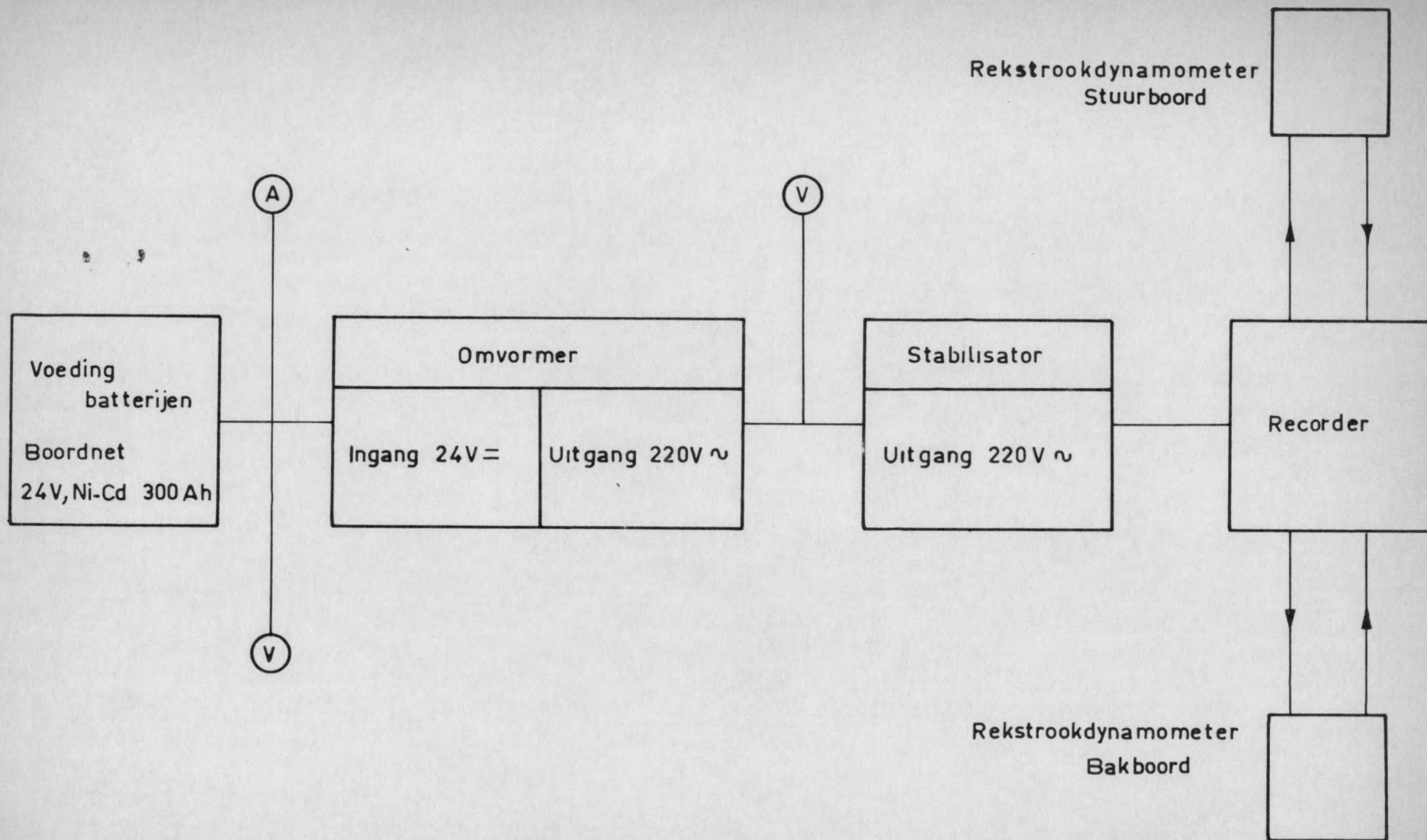
Schip : Hinders		pk : 240					
Soort visserij : Bokken							
Nettypes : Garmaal			B. B.		S. B.		
			1/2		2/3		
Doel van de proefreis : Vergelijkende weerstandsmetingen							
Begin sleep		9h45	11h00	12h30	13h40	14h55	
Positie	rood	zoneletter	G	G	G	G	
		lanenummer	19.40	17.80	17.50	17.90	18.10
	groen	zoneletter	G	G	G	G	G
		lanenummer	34.95	35.65	35.80	35.65	35.70
Einde sleep		10h50	12h15	13h35	14h50	15h40	
Positie	rood	zoneletter	G	G	G	G	
		lanenummer	17.65	17.15°	17.45	18.35	17.85
	groen	zoneletter	G	G	G	G	G
		lanenummer	35.75	36.00	35.90	35.40	35.55
Windkracht in Beaufort		4	5	5	6	6	
Windrichting		ZW	ZW	ZW	ZW	ZW	
Stroomrichting		WZW	WZW	WZW	ONO	ONO	
Diepte in meter		8	7	8	8	8	
Lengte vislijn in meter		30	30	30	30	30	
Toeren/min. motor		600	700	700	600	600	
Trekkracht in kg		S. B.	380	400	500	430	410
		B. B.	420	440	600	430	460
Resultaten en opmerkingen :							
Gelijke vangsten aan SB en BB							
Sleep 1 : gedraaid aan G17 en G35.90							

Tabel 7 - Gegevens over enkele slepen.

Schip : Hinders		pk : 240					
Soort visserij : Bokken							
Nettypes : Garnaal			B. B.		S. B.		
			1/2		2/3		
Doel van de proefreis : Vergelijkende weestandsmetingen							
Begin sleep		10h10	11h20	12h40	13h55	15h20	
Positie	rood	zoneletter	G	G	G	G	
		lanennummer	19.10	18.60	18.80	17.75	18.15
	groen	zoneletter	G	G	G	G	G
		lanennummer	35.00	35.20	35.20	35.70	35.45
Einde sleep		11h10	12h30	13h50	15h15	15h55	
Positie	rood	zoneletter	G	G	G	G	G
		lanennummer	18.30	18.55	17.15	18.25	17.90
	groen	zoneletter	G	G	G	G	G
		lanennummer	35.40	35.40	36.00	35.40	35.65
Windkracht in Beaufort		4	4	4	4	4	
Windrichting		ZW	ZW	ZW	ZW	ZW	
Stroomrichting		WZW	ONO	ONO	ONO	ONO	
Diepte in meter		8	9	10	10	10	
Lengte vislijn in meter		30	30	30	30	30	
Toeren/min. motor		600	600	600	600	600	
Trekkracht in kg		S. B.	410	390	420	440	420
		B. B.	470	400	450	470	460
Resultaten en opmerkingen :							
Gelijke vangsten aan SB en BB.							
Kortste net vertoont neiging tot trillingen.							

Tabel 8 - Gegevens over enkele slepen.

Schip : Hinders		pk : 240				
Soort visserij : Bokken						
Nettypes : Garnaal			B. B.		S. B.	
			1/2		2/3	
Doel van de proefreis : Vergelijkende weerstandsmetingen						
Begin sleep		10h10	11h20	12h35	13h40	14h50
Positie	rood	zoneletter	G	G	G	G
		lanenummer	19.30	18.00	17.20	17.90
	groen	zoneletter	G	G	G	G
		lanenummer	35.20	35.50	36.10	35.70
Einde sleep		11h10	12h25	13h30	14h40	15h30
Positie	rood	zoneletter	G	G	G	G
		lanenummer	17.30	17.10	18.45	18.75
	groen	zoneletter	G	G	G	G
		lanenummer	36.00	36.10	35.45	35.30
Windkracht in Beaufort		4	4	4	4	4
Windrichting		ZZW	ZZW	ZZW	ZZW	ZZW
Stroomrichting		ONO	ONO	WZW	WZW	WZW
Diepte in meter		8	8	6	6	6
Lengte vislijn in meter		25	25	25	25	25
Toeren/min. motor		600	600	600	600	600
Trekkracht in kg		S. B.	400	450	450	400
		B. B.	460	480	480	430
Resultaten en opmerkingen :						
Gelijke vangsten aan SB en BB.						
Kortste net trilt.						



Figuur 9 _ BLOKSCHEMA VOEDING

(b) Dynamometer.

De trekmeter (figuur 10) is uitgerust met vier rekstrookjes R1, R2, R3 en R4 die elk in een tak van een brugschakeling zijn opgenomen (figuur 11). Benevens de vier vermelde rekstrookjes zijn weerstanden voorzien voor :

- de nulpuntinstelling,
- de temperatuurkompensatie,
- de gevoeligheidsafregeling en
- de impendantie aanpassing.

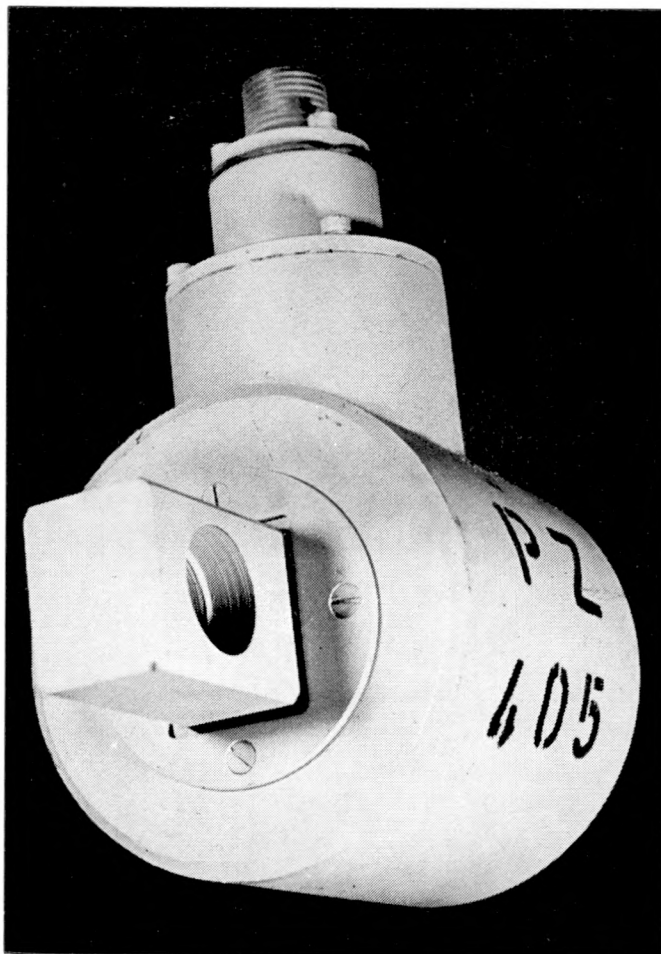
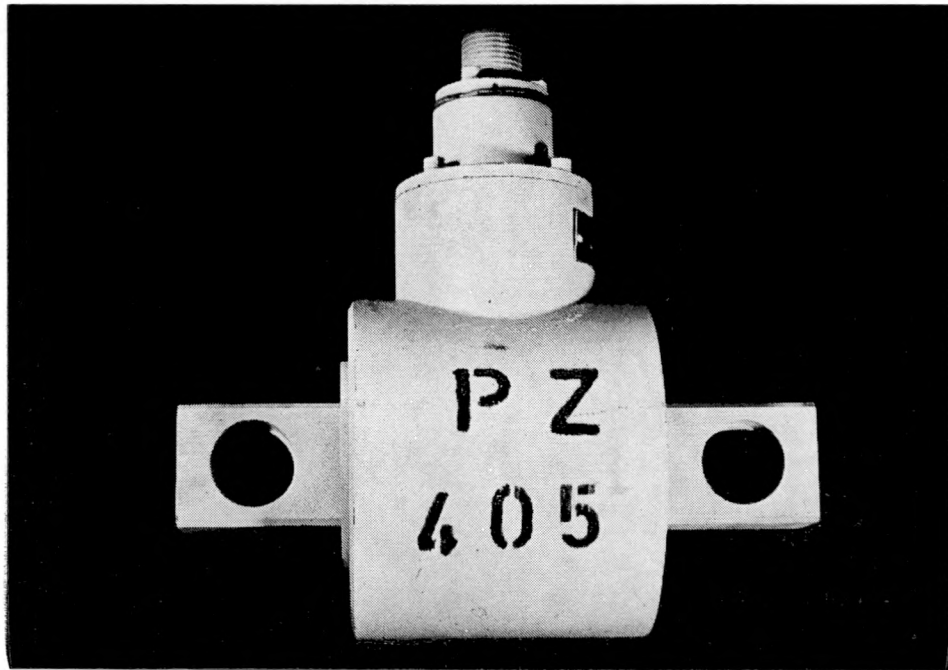
Tengevolge van de vervorming van het materieel, veroorzaakt door de belasting, ondergaan de rekstrookjes een weerstandsverandering die een stroomwijziging tot gevolg heeft. Deze stroom activeert een versterker die een meetwagen in beweging brengt.

Uit de aard van de constructie volgt dat geen bewegende onderdelen bij de dynamometer voorhanden zijn die vatbaar zijn voor sleet. De opnemer is voorzien van 4 uitwendige geleiders waarvan twee voor de voeding en twee voor de ingebouwde versterker van de recorder die een servo-mechanisme voorzien van automatische compensatie bedient.

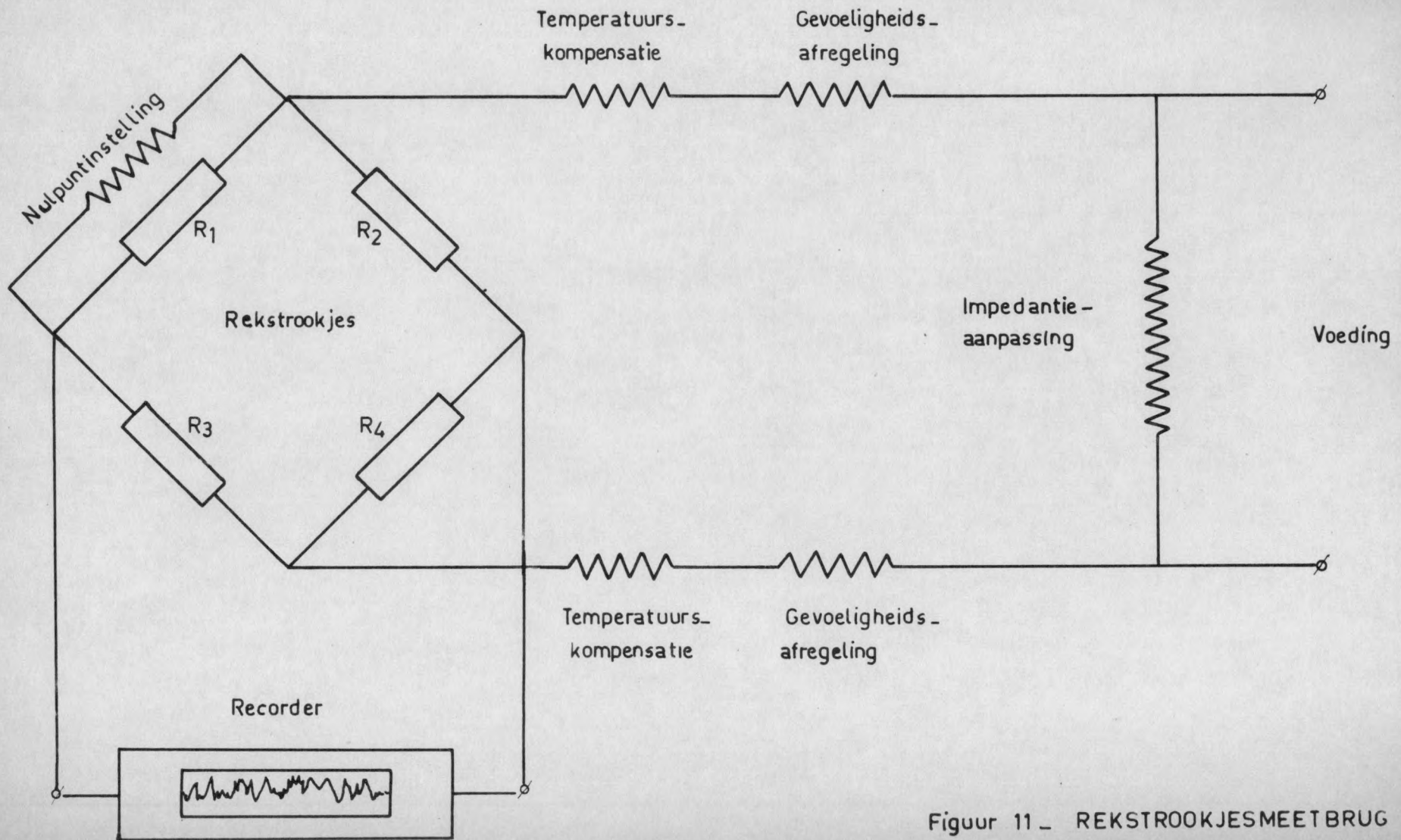
(c) Recorder.

Het registreertoestel is een automatische meetbrug volgens het principe van een brugschakeling met servo-mechanisme voor automatische compensatie. De effectieve papierbreedte bedraagt 250 mm met een overeenkomstige lengte van 25 meter.

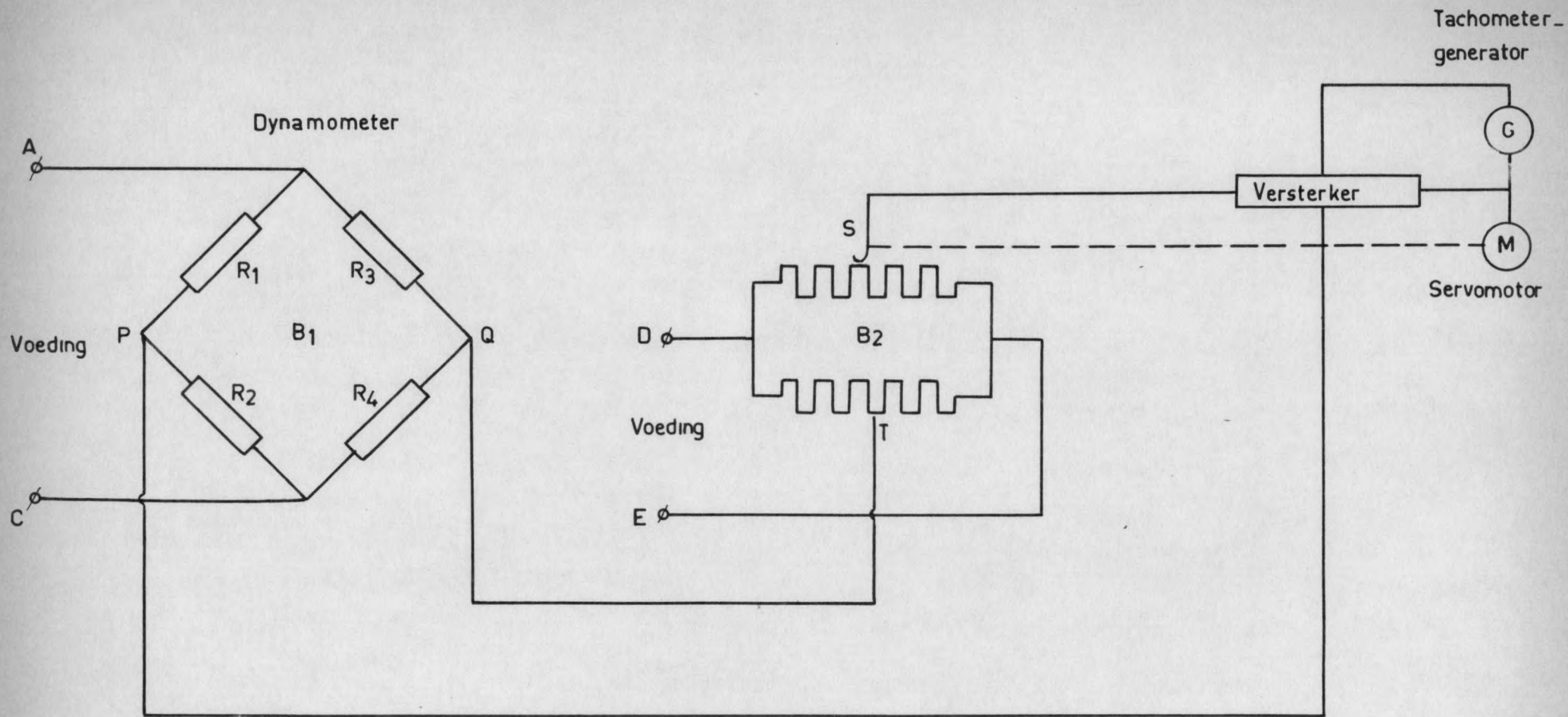
De meetinrichting (figuur 12) bestaat uit twee meetbruggen B1 en B2. B1 stelt de meetbrug van de dynamometer voor, terwijl B2 de meetbrug voorstelt voor de recorder.



Figuur 10 — Rekstrookjesdynamometer.



Figuur 11 - REKSTROOKJESMEETBRUG



Figuur 12 - MEETINRICHTING

De uitgangen PQ en ST zijn met elkaar verbonden via een versterker. Bij belasting van de dynamometer ontstaat een weerstandsverandering voor de rekstrookjes die het potentiaalverschil tussen de punten P en Q wijzigen. Dit potentiaalverschil wordt aan de versterker V gelegd die de servomotor M in werking stelt. Hierdoor wordt het glijkontakt S (sleper) van de meetpotentiometer, die mechanisch met de servomotor M gekoppeld is, verschoven tot er evenwicht van de brugspanningen PQ en ST optreedt. De demping van de meetwagen wordt verkregen door middel van een tachometer-generator G.

5. Meettechnisch en meetproblematiek.

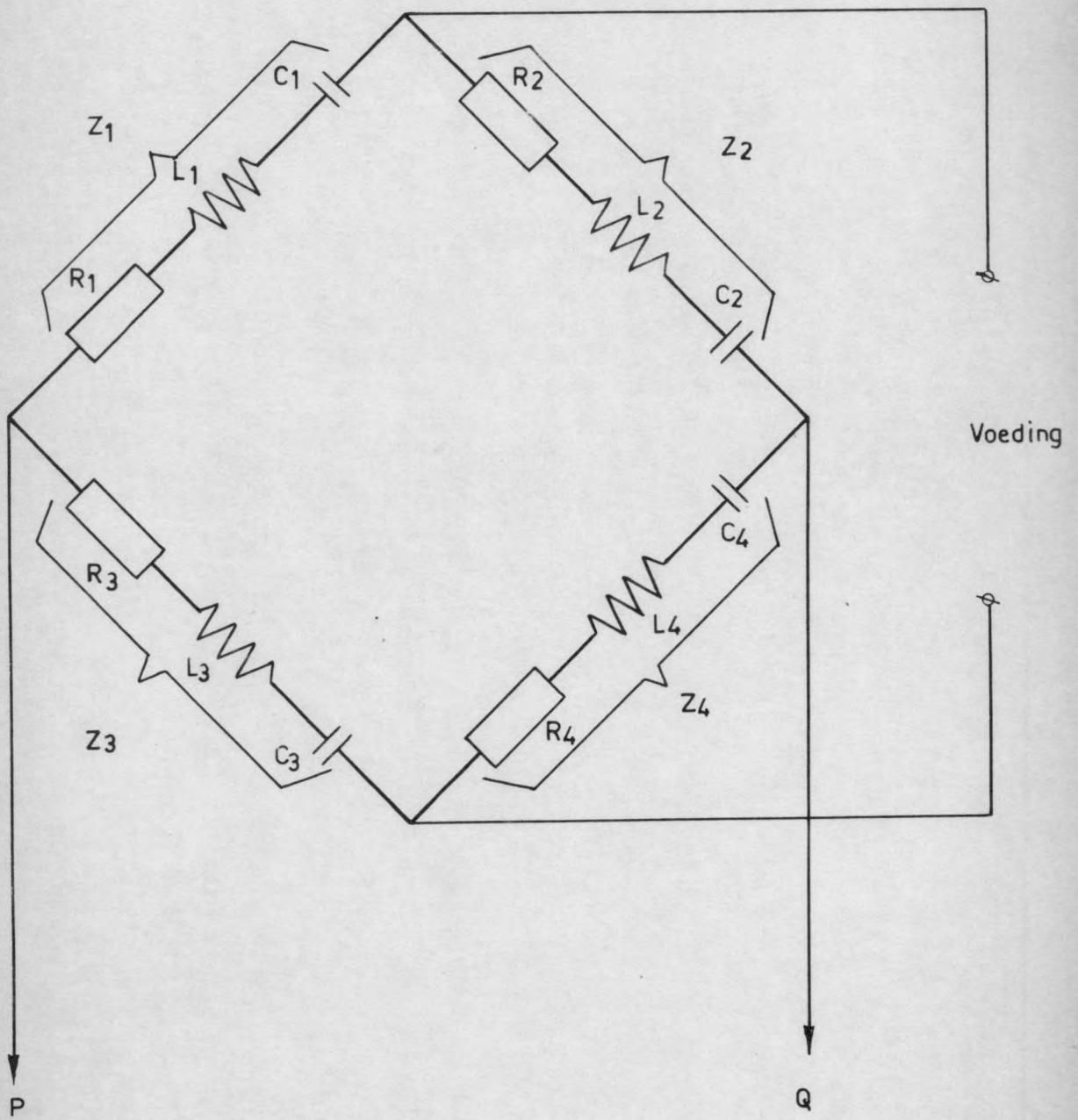
(a) Meetbrug (opnemer).

Figuur 13 geeft de voorstelling weer van de meetbrug die in elke tak een weerstand, een zelfinductie en een capaciteit bevat. De impedantievoorstelling onder complexe vorm is van de aard :

$$Z = R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

Uit de berekeningen blijkt (zie bijlage 1), dat voor het bekomen van de stilstand van de meetwagen aan twee voorwaarden moet voldaan worden : én het potentiaalverschil én de faseverschuiving tussen de punten P en Q moet op elk ogenblik gelijk zijn. Uit een en ander volgt, dat door de voortdurende schommelingen van de belasting tussen de punten P en Q telkens potentiaalverschillen en faseverschuivingen optreden. Hiervoor is het echter noodzakelijk enerzijds impedantieaanpassingen in te voeren en anderzijds over te gaan tot het dempen van het meetsysteem teneinde oscillaties voor de meetwagen te vermijden.

Het verbinden van de trekopnemer met het schrijfapparaat vereist uiteraard een meeraderige (afgeschermd) kabel. De lengte van deze kabel heeft een invloed op de aanwijzing en dient dan ook te



Figuur 13 - IMPEDANTIE BRUGSCHAKELING

worden aangepast. Door middel van een potentiometer kan de spanning van de meetpotentiometer worden gevarieerd om de invloed van de kabelweerstand van de dynamometer te compenseren. Het is aan te bevelen de geleiders van de verbindingkabel zó te kiezen dat hun weerstand zo klein mogelijk uitvalt, doch met een maximum waarde die 2 Ohm niet overschrijdt. De minimum doorsnede voor een lengte van 25 m wordt, wanneer veiligheidshalve een weerstand van 1 Ohm wordt gekozen ($\rho = 0,0175$ voor koperdraad) :

$$S = \frac{\rho \cdot L}{R} = \frac{0,0175 \times 25}{1} = 0,43 \text{ mm}^2$$

Hoe kleiner de verbindingweerstand, hoe gemakkelijker de afregeling geschiedt. Vermits $1,5 \text{ mm}^2$ een kourante doorsnede is, werd een 4 aderige kabel gekozen van $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$. Hiervoor wordt een weerstand gevonden gelijk aan :

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,0175 \times 25}{1,5} = 0,29 \text{ Ohm}$$

die ruimschoots lager ligt dan 1 Ohm.

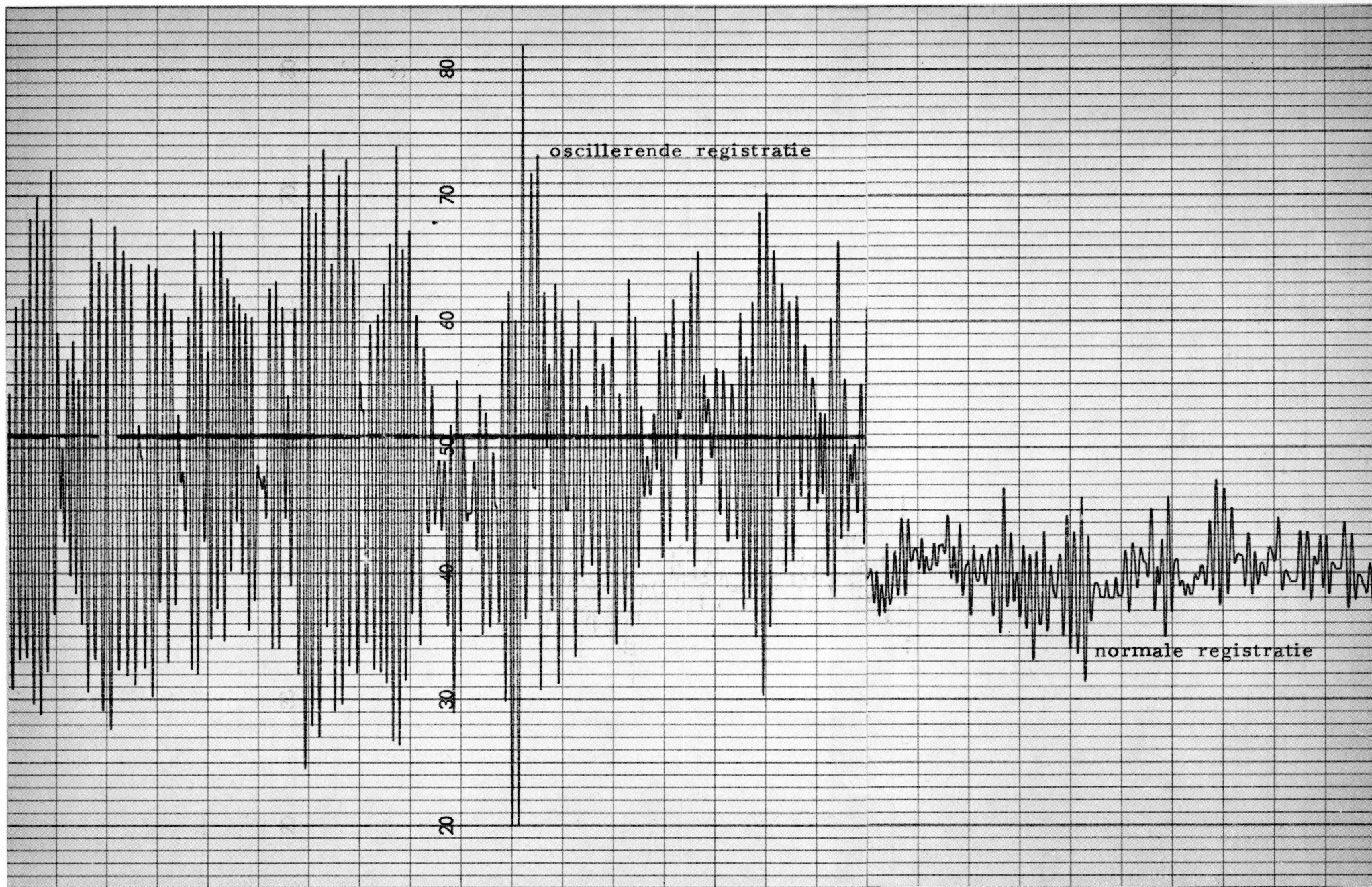
Uit de theoretische beschouwingen volgt, dat de impedantie van de verbindingkabel een niet te verwaarlozen rol speelt en het meetcircuit van het schrijfapparaat zowel inductief, als capacitief moet worden afgeregeld.

(b) Meetcircuit.

De vergelijking van de meetketen kan door de volgende betrekking worden voorgesteld :

$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = wE_m \cos wt$$

Deze vergelijking wordt uitgewerkt en gekommentarieerd bij bijlage 2.



Figuur 14 — Diagram van de oscillaties bij omwisselen van dynamometer.

§ 3. Metingen.

1. Twee-dynamometersysteem met monospoorrecorder.

Het afwisselend aansluiten van hetzij de ene, hetzij de andere dynamometer (SB en BB) aan een monospoorrecorder met continue registratie stuitte op impedantiemoelijkheden. Zoals vermeld onder punt 8 moet de krachtopnemer met aansluitkabel voor koppeling op het meetsysteem worden afgeregeld. In het huidig geval met twee opnemers moet voor elke dynamometer een aparte impedantieaanpassing gebeuren. Wanneer de afregeling voor de SB trekopnemer geschied is, kunnen bij overschakeling naar de BB dynamometer, zonder nauwkeurige aanpassing, oscillaties van de meetwagen ontstaan, zodat de nauwkeurigheid van de registratie in het gedrang wordt gebracht.

Figuur 14 toont een trekkrachtopname aan stuurboordzijde met de ene dynamometer en aan bakboordzijde een meting met de andere trekopnemer. Het diagram geeft de normale registratie voor een zijde van het schip. Bij overschakeling naar de andere zijde treden oscillaties op van de meetwagen tengevolge van een slechte impedantieaanpassing. Deze schommelingen zijn zeer hevig en op een bepaald ogenblik ligt de minimum en maximum kracht respectievelijk rond 200 en 820 kg, wat uiteraard niet toelaat nauwkeurig te meten. Een dergelijke registratie verliest aan nauwkeurigheid bij het bepalen van de gemiddelde kracht (bv. door planimetrie).

Tevens kan het voorkomen dat de gevoeligheid dermate wordt verminderd (bij onvoldoende impedantieaanpassing) dat het meetsysteem al kruipend naar nul gaat (figuur 15).

Het tweedynamometersysteem met monospoorrecorder biedt het nadeel dat de twee dynamometers indentieke karakteristieken moeten bezitten en nauwkeurig moeten worden geijkt om het invoeren van correctiefactoren te vermijden.

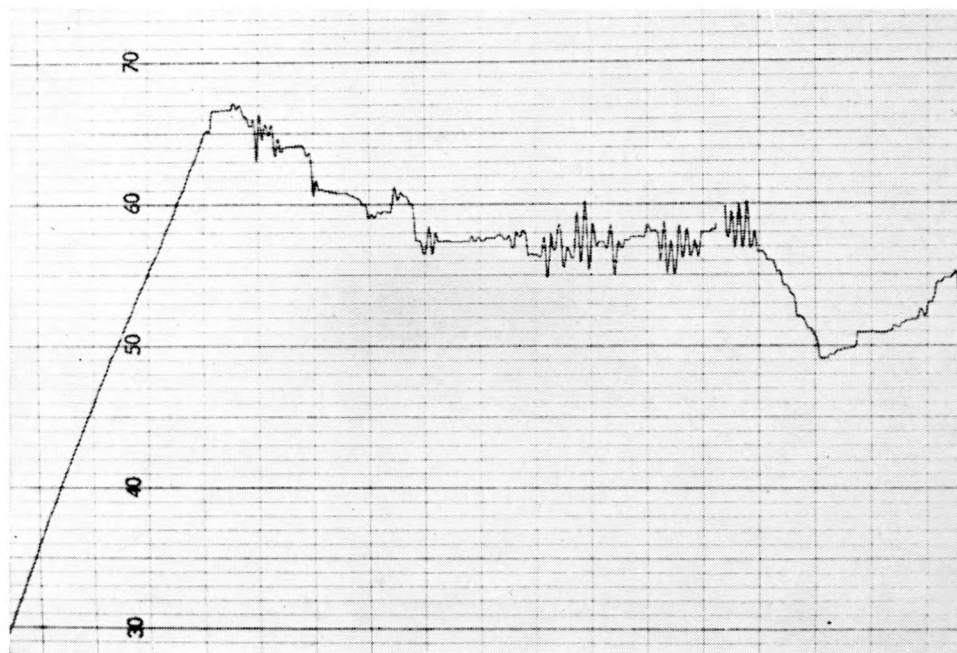
Door middel van een tijdschakelaar werden de opmetingen om de 51 minuten omgewisseld, zodat in werkelijkheid niet simultaan werd geregistreerd.

2. Eén dynamometersysteem met monospoorrecorder.

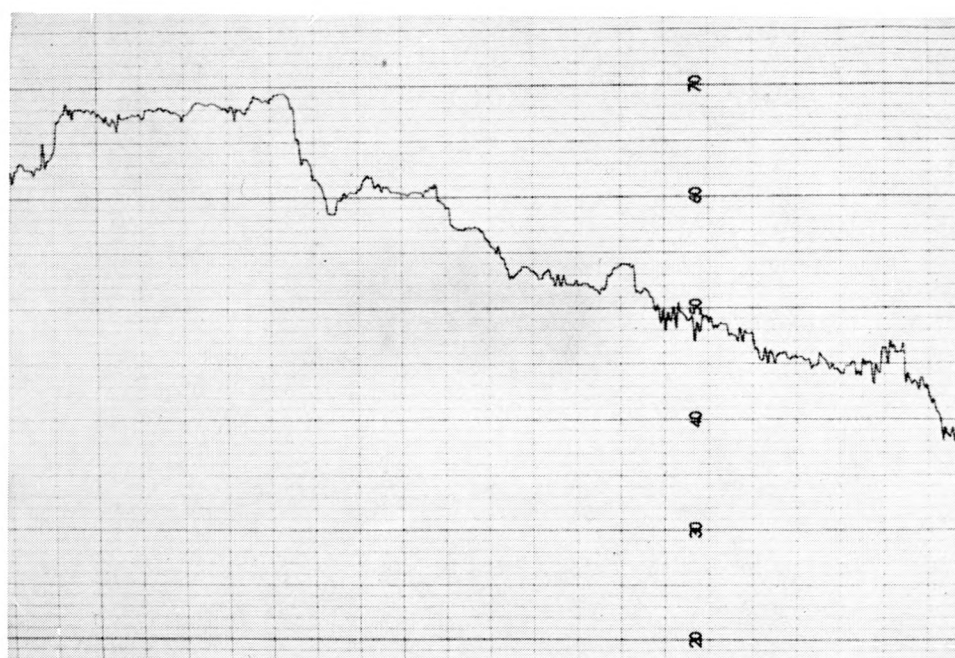
Een dergelijke meetmethode heeft het nadeel dat niet simultaan kan worden gemeten en dat telkens moet worden gevierd en gewonden, van circa 1 meter, voor het aanbrengen en wegnemen van de opnemer van SB naar BB en vice versa. Oorspronkelijk werden de metingen uitgevoerd achter de galgen (tussen de boom en de galg), doch gezien de moeilijkheden die rezen tijdens het omwisselen van de dynamometer van de ene zijde van het schip naar de andere zijde werd aan de fundatie van de lier een oog gelast die toelaat gemakkelijker over te gaan van de SB vislijn naar de BB vislijn.

Het meten met één dynamometer biedt echter het voordeel dat geen correctiefactoren moeten worden ingevoerd, vermits dezelfde karakteristieken van de dynamometer gelden voor de metingen aan SB- en BB-zijde.

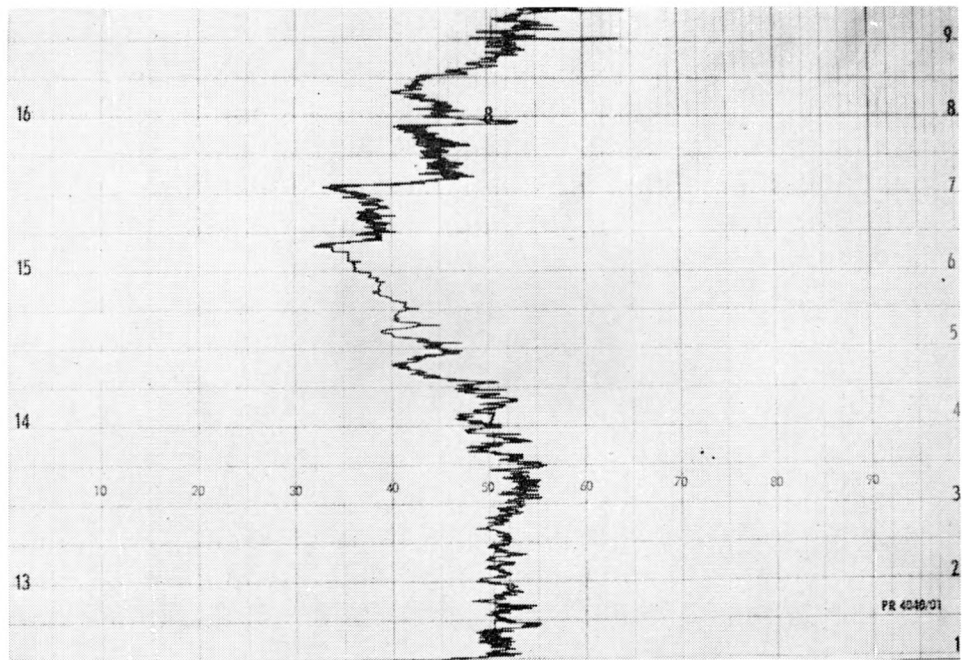
Het nadeel dat niet simultaan kan worden gemeten is even bezwaarlijk als bij het tweeopnemersysteem. Ook hier werd om de 5 minuten omgewisseld van SB naar BB, teneinde de invloed van visplaats en stroming zoveel mogelijk te elimineren.



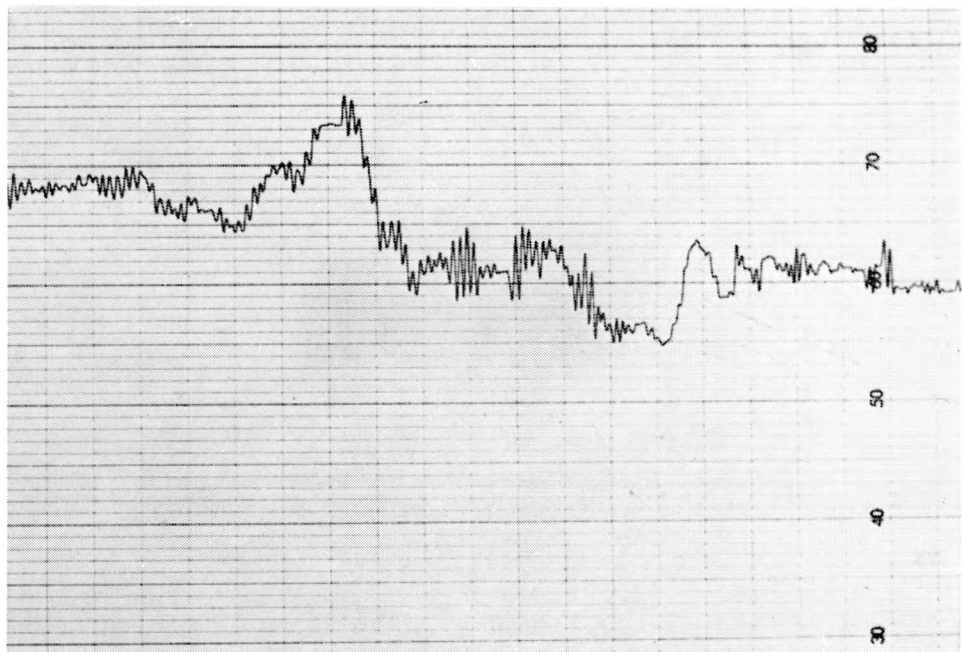
Figuur 15 — Diagram van een gevoeligheidsopname.



Figuur 16 — Diagram van de invloed van het toerental.



Figuur 17 — Diagram van een te laag gekozen opnamesnelheid.



Figuur 18 — Diagram van de invloed van de getijden.

3. Twee dynamometersysteem met dubbelspoorreorder.

Het tweedynamometersysteem gekoppeld aan een dubbelspoorreorder biedt het voordeel dat voortdurend simultaan kan worden gemeten. De invloed van de getijden, bodemgesteltonis, wijziging toerental enz. worden ipso facto geëlimineerd.

Als nadeel geldt echter dat de karakteristieken van de dynamometers enerzijds en de ingangimpedanties van de recorder anderzijds identieke eigenschappen moeten bezitten.

Het ijken van de dynamometers geschiedt het best door serie schakeling waarbij uiteraard dezelfde indicaties moeten geregistreerd worden. Indien dit niet het geval is kan door middel van de nulpunt- of schaalonderdrukker gelijke aanduidingen worden bekomen. Een dergelijke correctie is enkel juist in de veronderstelling dat de fout zich lineair voordoet over de ganse schaalbreedte. Het afregelen van beide dynamometers geschiedt echter maar voor één bepaalde kracht wat niet uitsluit dat er ook nog een wijziging kan optreden in de gevoeligheid, demping enz.

4. Keuze meetsysteem.

Na enkele oriënterende proeven werd uiteindelijk geopteerd voor het één dynamometersysteem met monospoorreorder. Het enige bezwaar dat gemeten wordt met tussensporen van 5 minuten, wat gebeurlijk een wijziging van de bodemgesteltonis insluit, werd als volgt ondervangen : door voorafgaande proeven werd op dezelfde visgrond met een bodemnet trekkrachtmetingen uitgevoerd die aantoonen dat over het beschouwd meetgebied geen wijzigingen optraden in de trekkracht. De keuze van het meetsysteem wordt dan ook meteen gejustifieerd en er hoeft noch met visserijtechnische noch met meettechnische correcties rekening te worden gehouden.

5. Toerental.

Figuur 16 geeft een overzicht van de weerstandsverandering bij variërend toerental. Hieruit blijkt duidelijk dat de toeren niet mogen worden gewijzigd bij niet simultane metingen.

6. Registratie.

Figuur 17 stelt een registratie voor van een te laag gekozen opnamesnelheid. Het weergeven van twee verschijnselen die kort na elkaar plaats grijpen, geeft tot gevolg dat de indicaties elkaar overlappen of bedekken. De lijndikte op het diagram wordt dan te dik en onnauwkeurig weergegeven. Uiteraard werd dan ook een hogere papiersnelheid gekozen.

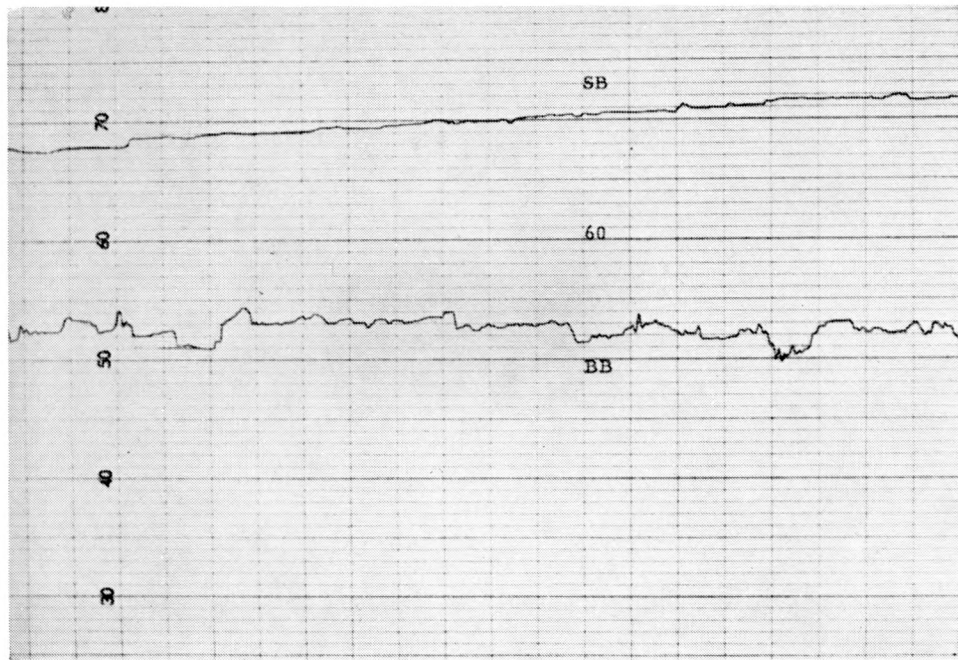
7. Invloed van de getijden.

Figuur 18 geeft een afbeelding van een diagram dat werd opgenomen "met tij" en "tegen tij". De gemiddelde kracht stijgt van 620 kg tegen tij tot 680 kg met tij. Uit deze opmeting kan onmiddellijk worden besloten dat altijd gedurende hetzelfde tij moet worden gevestigd bij niet simultane metingen.

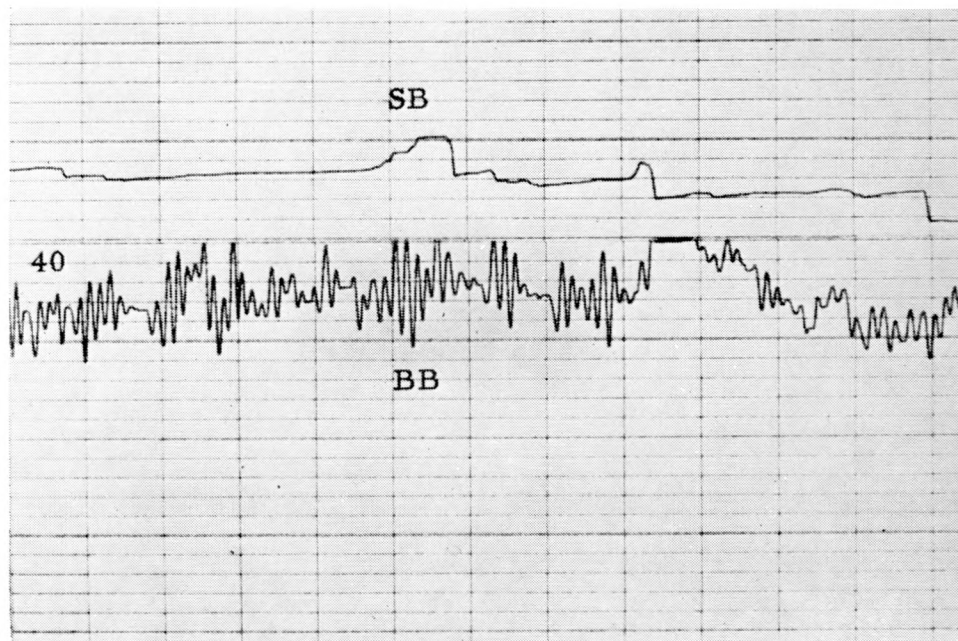
8. Opnamediagramms.

8.1. Klassiek net aan SB en gewijzigd net aan BB.

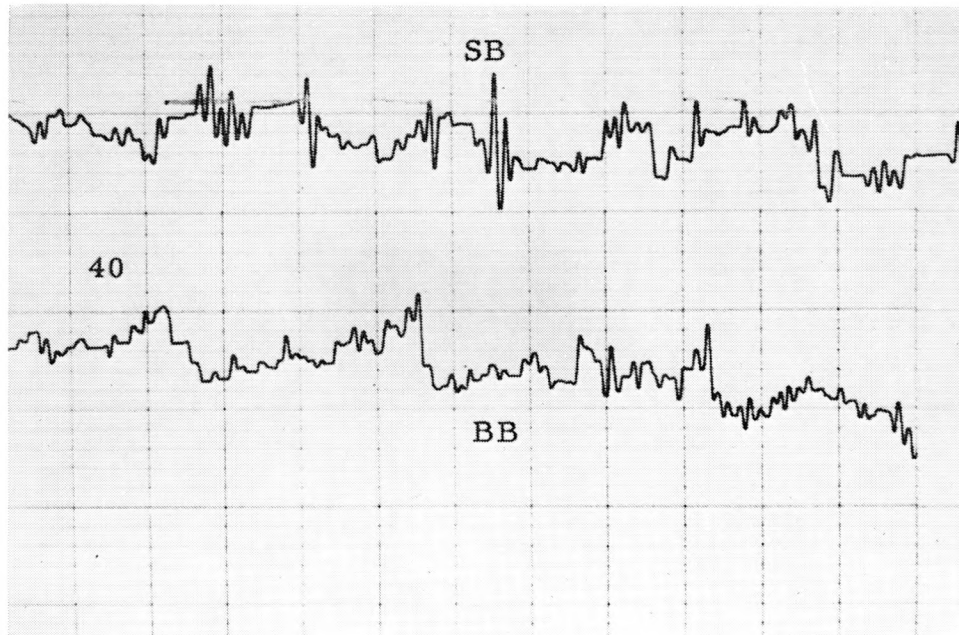
De registraties van deze opnamen zijn voorgesteld in de figuren 19 tot 24. Het verschil in trekkracht is duidelijk zichtbaar in de figuren 19, 20, 21 en 22. In de figuren 23 en 24 lopen de registraties zelfs door elkaar. Het trillingseffect is duidelijk merkbaar in de figuren 19, 20 en 24. Het relatief klein trekkracht verschil dat in sommige gevallen optreedt (figuren 23 en 24) wijst er op dat de meetmethode oordeelkundig moet worden gekozen en het gebruik van één en dezelfde apparatuur verantwoord is.



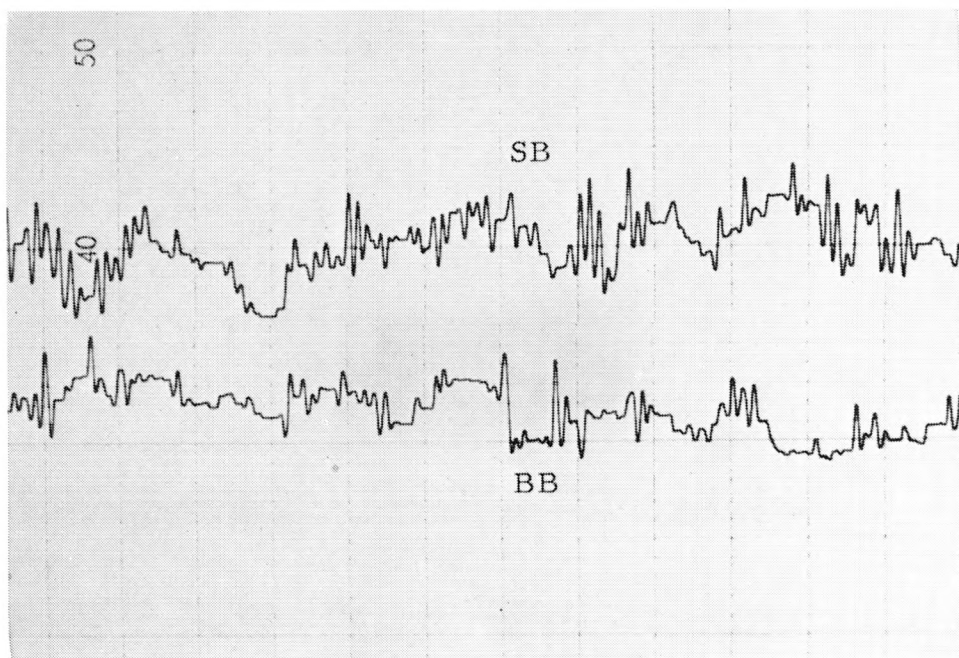
Figuur 19 — Diagram van een opname aan SB (1/2) en BB (2/3).



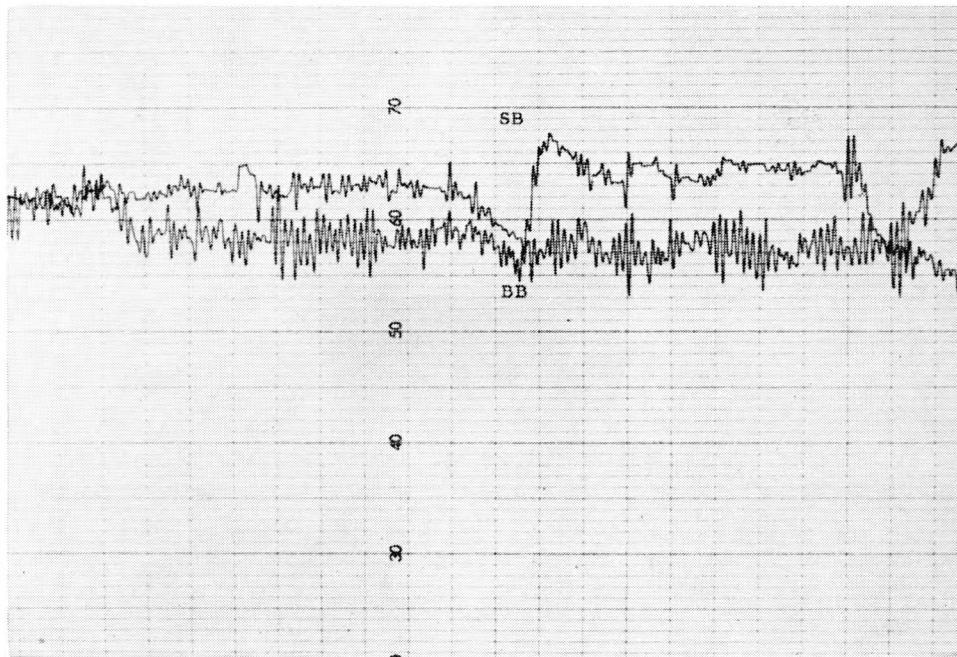
Figuur 20 — Diagram van een opname aan SB (1/2) en BB (2/3).



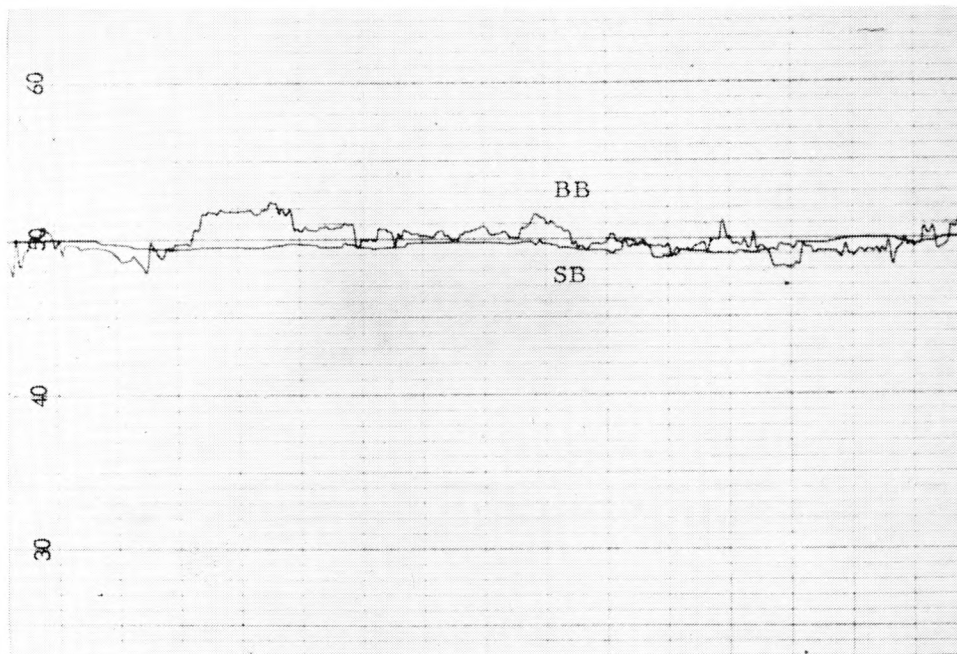
Figuur 21 — Diagram van een opname aan SB (1/2) en BB (2/3)



Figuur 22 — Diagram van een opname aan SB (1/2) en BB (2/3)



Figuur 23 — Diagram van een opname aan SB (1/2) en BB (2/3).



Figuur 24 — Diagram van een opname aan SB (1/2) en BB (2/3).

8.2. Klassiek net aan BB en gewijzigd net aan SB.

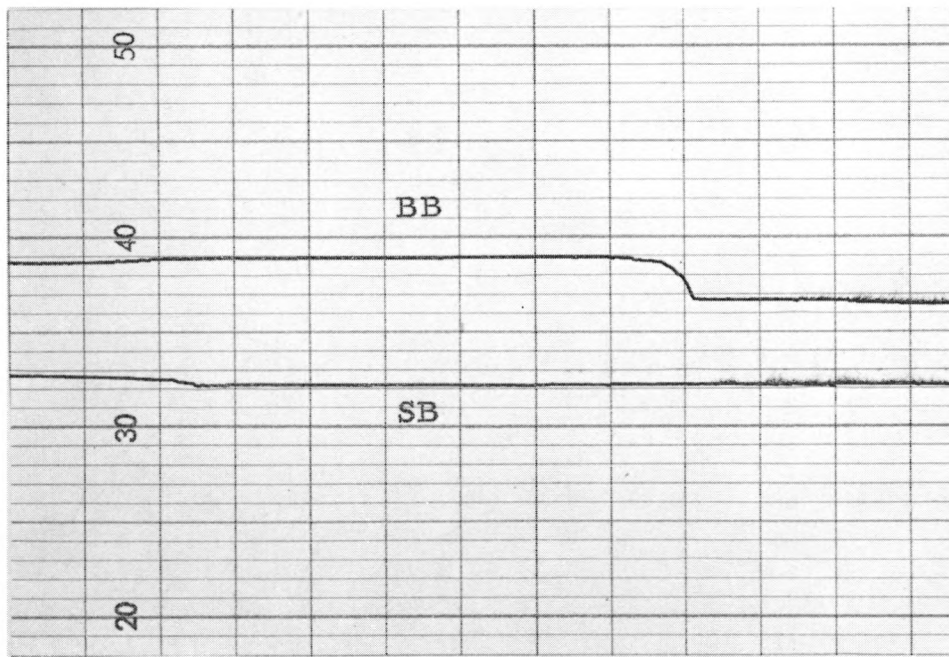
Met het oog op het elimineren van eventuele onbekende invloeden werden beide netten omgewisseld. Het langste- of klassiek net geminderd $1/2$ werd derhalve aan bakboord en het kortste of gewijzigd net geminderd $2/3$ aan stuurboord aangeslagen.

De opnamediagramms weergegeven in de figuren 25 tot 30 maken het onderwerp uit van de hiernavolgende bespreking. De variëteit in trekkracht komt goed aan bod in de figuren 25 en 26. Het trillingseffect van het kortste net wordt eens te meer geïllustreerd in de figuren 26 tot-30. Het overlappingsverschijnsel doet zich eveneens voor zoals bij de figuren 23 en 24 met het kortste net aan BB en het langste aan SB. Wanneer figuur 25 vergeleken wordt met de overige opnamediagramms blijkt dat het trillingseffect cumulatief is naarmate de sleepsnelheid (grote trekkracht) toeneemt.

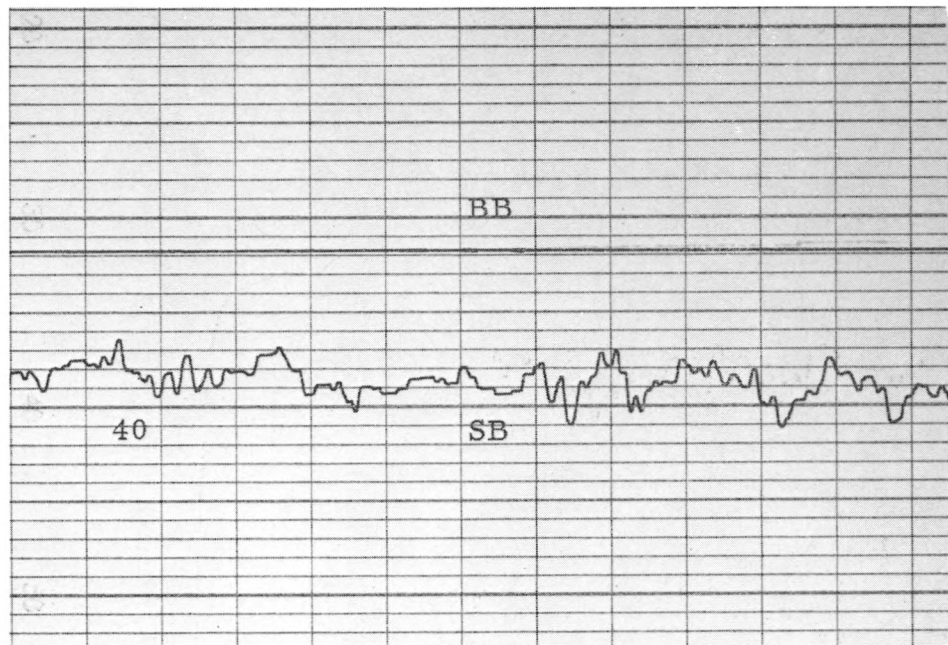
9. Vangsten.

Tijdens de proeven werden nagenoeg dezelfde hoeveelheid vangsten genoteerd aan stuurboord en aan bakboord.

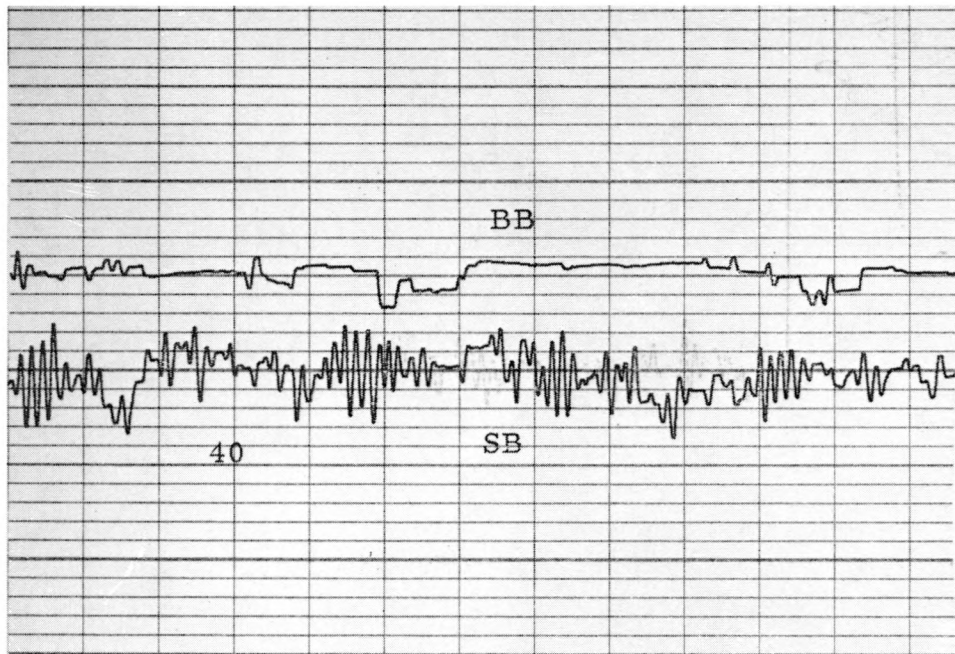
Het fenomeen van gelijke vangsten lag min of meer in de verwachtingen vermits beide netten dezelfde intreekaracteristieken bezitten (gelijke bovenpees, - onderpees, - klossenpees, - verticale en - horizontale opening).



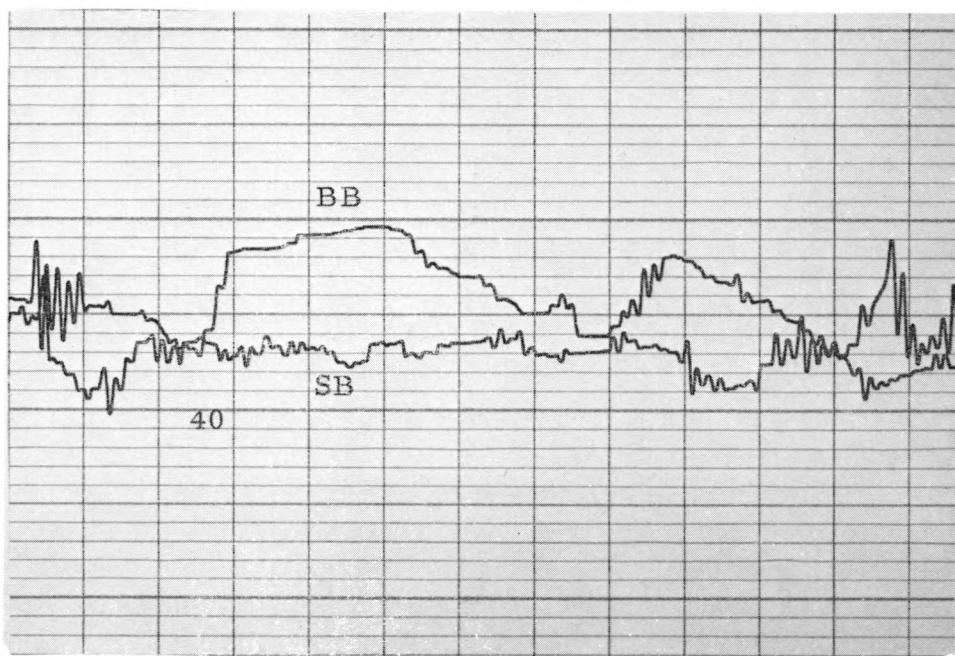
Figuur 25 — Diagram van een opname aan SB (2/3) en BB (1/2).



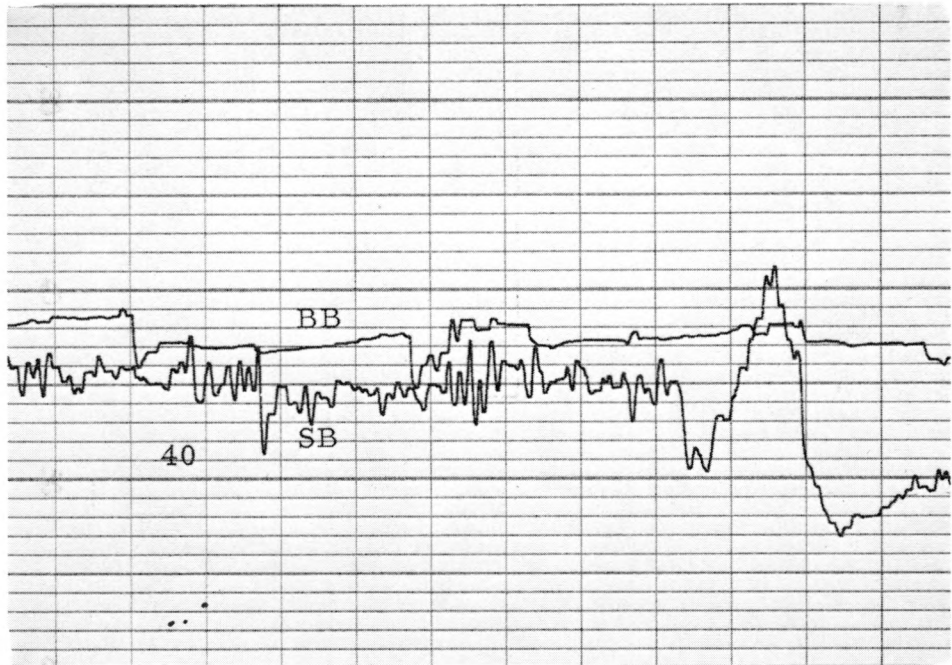
Figuur 26 — Diagram van een opname aan SB (2/3) en BB (1/2).



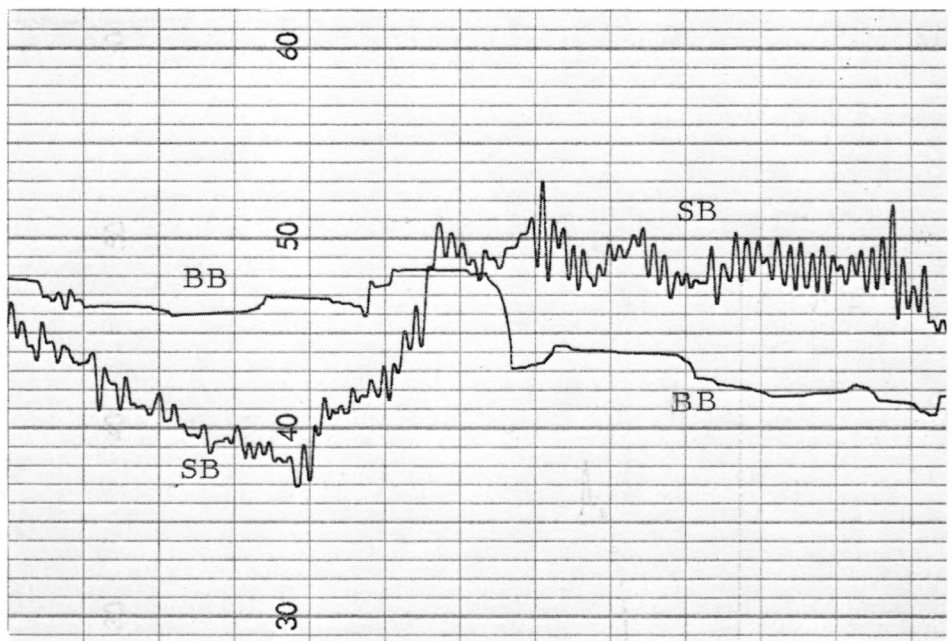
Figuur 27 — Diagram van een opname aan SB (2/3) en BB (1/2).



Figuur 28 — Diagram van een opname aan SB (2/3) en BB (1/2).



Figuur 29 — Diagram van een opname aan SB (2/3) en BB (1/2).



Figuur 30 — Diagram van een opname aan SB (2/3) en BB (1/2).

§ 4. Resultaten.

Het cijfermateriaal van het vergelijkend weerstandsonderzoek is samengevat in tabel 7. Het onderzoek behelst een totaal van 153 metingen of slepen. De eerste en tweede kolom geven respectievelijk de trekkrachten van het konventioneelnet KN en het gewijzigd net GN. De derde kolom geeft het verschil van trekkracht weer van het KN net t. a. v. het GN net (kracht KN - kracht GN = gemiddeld 33 kg of 7,4 %).

De gemiddelde trekkracht bedraagt 438 kg voor het KN net en 405 kg voor het GN net met als respectieve standaardafwijkingen 72,9 en 66,3 voor een reeks van 153 testen. Uit de berekeningen is gebleken dat volgens de t toets het verschil tussen de twee metingen significant is ($t = 0,21$ duidt op een significantiepeil van 0,5 %).

De weerstandsvermindering van nagenoeg 7,4 % heeft tot gevolg dat door het gebruik van netten geminderd volgens de snitverhouding $2/3$ een groter oppervlakte kan worden bevist dan met netten geminderd $1/2$, wat uiteraard tot een meeropbrengst moet leiden. De "meer" oppervlakte kan worden bekomen door ofwel de vaartsnelheid op te drijven ofwel door het vistuig aan te passen, zodat de twee volgende gevallen zich voordoen : (figuur 31).

(a) verhoogde vaartsnelheid met netten $2/3$, wat uiteraard neerkomt op een grotere beviste oppervlakte (gearceerd gedeelte) met ongewijzigde netgrootte.

(b) constante vaartsnelheid, zoals oorspronkelijk werd gevist met een konventioneel net, doch met gewijzigd vistuig (grotere netten of zwaarder visboel).

Beide mogelijkheden zijn voorgesteld in figuur 31.

Tabel 7 - Resultaten van weerstandsmetingen KN en GN (1)

Kracht KN	Kracht GN	Verschil kracht KN - GN	Kracht KN		Kracht GN	
			$X_n - \bar{X}$	$(X_n - \bar{X})^2$	$X_n - \bar{X}$	$(X_n - \bar{X})^2$
390	330	60	- 48	2.304	- 75	5.625
400	380	20	- 38	1.440	- 25	625
390	370	20	- 48	2.304	- 35	1.225
360	370	- 10	- 78	6.084	- 35	1.225
340	300	40	- 98	9.604	-105	11.025
440	440	0	2	4	35	1.225
390	360	30	- 48	2.304	- 45	2.025
390	380	10	- 48	2.304	- 25	625
390	370	20	- 48	2.304	- 35	1.225
440	390	50	2	4	- 15	225
510	450	60	72	5.184	45	2.025
500	450	50	62	3.844	45	2.025
440	470	- 30	1	4	65	4.225
390	380	10	- 48	2.304	25	625
400	410	- 10	- 38	1.440	5	25
390	360	30	- 48	2.304	- 45	2.025
330	330	0	-108	11.664	- 75	5.625
380	350	30	- 58	3.364	- 55	3.025
340	300	40	- 98	9.604	-105	11.025
410	350	60	- 28	784	- 55	3.025
400	380	20	- 38	1.444	- 25	625
370	340	30	- 68	4.624	- 65	4.225
420	350	70	- 18	324	- 55	3.025
440	380	60	2	4	- 25	625
410	360	50	- 28	784	- 45	2.025
380	340	40	- 58	3.364	- 65	4.225
420	350	70	- 18	324	- 55	3.025
380	320	60	- 58	3.364	- 85	7.225
400	400	0	- 38	1.440	- 5	25
400	400	0	- 38	1.440	- 5	25
400	380	20	- 38	1.440	- 25	625
420	440	- 20	- 18	324	35	1.225
410	350	60	- 28	784	- 55	3.025
370	370	0	- 68	4.624	- 35	1.225
330	330	0	-108	11.664	- 75	5.625
400	320	80	- 38	1.444	- 85	7.225
380	360	20	- 58	3.364	- 45	2.025
380	360	20	- 58	3.364	- 45	2.025
400	420	- 20	- 38	1.440	15	225
370	350	20	- 68	4.624	- 55	3.025
400	410	- 10	- 38	1.440	5	25
400	370	30	- 38	1.440	- 35	1.225

(1) KN: Konventioneel net en GN: gewijzigd net.

Tabel 7 - Resultaten van weerstandsmetingen (vervolg)

Kracht KN	Kracht GN	Verschil kracht KN - GN	Kracht KN		Kracht GN	
			$X_n - \bar{X}$	$(X_n - \bar{X})^2$	$X_n - \bar{X}$	$(X_n - \bar{X})^2$
410	370	40	- 28	784	- 35	1.225
390	360	30	- 48	2.304	- 45	2.025
330	350	- 20	-108	11.664	- 55	3.025
450	430	20	12	144	25	625
400	380	20	- 38	1.444	- 25	625
390	350	40	- 48	2.304	- 55	3.025
390	390	0	- 48	2.304	- 15	225
460	430	30	22	484	25	625
360	340	20	- 78	6.084	- 65	4.225
370	340	30	- 68	4.624	- 65	4.225
420	370	50	- 18	324	- 35	1.225
350	350	0	- 88	7.744	- 55	3.025
410	380	30	- 28	784	- 25	625
400	320	80	- 38	1.444	- 85	7.225
430	380	30	- 8	64	- 25	625
310	300	10	-128	16.384	-105	11.025
340	330	10	- 98	9.604	- 75	5.625
340	320	20	- 98	9.604	- 85	7.225
310	330	- 20	-128	16.384	- 75	5.625
340	300	30	- 98	9.604	-105	11.025
330	330	0	-108	11.664	- 75	5.625
310	310	0	-128	16.384	- 95	9.025
410	410	0	- 28	784	5	25
420	330	90	- 18	324	- 75	5.625
440	360	80	2	4	- 45	2.025
430	390	40	- 8	64	- 15	225
430	380	50	- 8	64	- 25	625
470	420	50	32	1.024	15	225
470	420	50	32	1.024	15	225
510	470	40	72	5.184	65	4.225
530	510	20	92	8.464	105	11.025
620	610	10	182	33.124	205	42.025
630	620	10	192	36.864	215	46.225
690	640	50	252	63.504	235	55.225
760	740	20	322	103.684	335	112.225
660	550	110	222	49.284	145	21.025
630	500	130	192	36.864	95	9.025
450	420	30	12	144	15	225
440	430	10	2	4	25	625
470	460	10	32	1.024	55	3.025
600	530	70	162	26.244	125	15.625
510	480	30	72	5.184	75	5.625

Tabel 7 - Resultaten van weerstandsmetingen (vervolg).

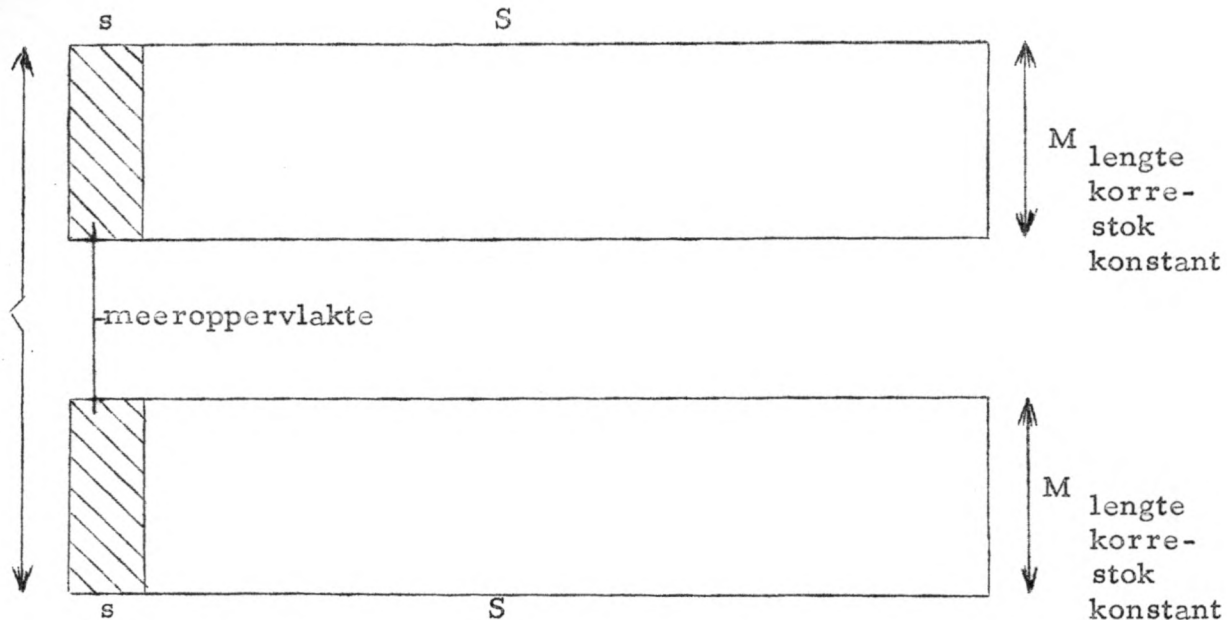
Kracht KN	Kracht GN	Verschil kracht KN - GN	Kracht KN		Kracht GN	
			$x_n - \bar{x}$	$(x_n - \bar{x})^2$	$x_n - \bar{x}$	$(x_n - \bar{x})^2$
450	370	80	12	144	- 35	1.225
380	410	- 30	- 58	3.364	5	25
370	320	50	32	1.024	- 85	7.225
490	400	90	52	2.704	- 5	25
440	450	- 10	2	4	45	2.025
480	380	100	42	1.764	- 25	625
490	420	70	52	2.704	15	225
470	460	10	32	1.024	55	3.025
530	460	70	72	5.184	55	3.025
470	420	50	32	1.024	15	225
450	420	30	12	144	15	225
450	380	70	12	144	25	625
440	390	50	2	4	- 15	225
410	360	50	- 28	784	- 45	2.025
560	480	80	122	14.884	75	5.625
360	400	- 40	- 78	6.084	- 5	25
380	410	30	58	3.364	- 5	25
390	370	20	48	2.304	35	1.225
440	430	10	2	4	25	625
420	370	50	- 18	324	- 55	3.025
370	390	- 20	- 68	4.624	- 15	225
390	360	30	- 48	2.304	- 45	2.025
390	320	70	- 48	2.304	- 85	7.225
480	410	70	42	1.764	5	25
450	400	50	12	144	- 5	25
470	430	40	32	1.024	25	625
460	440	20	22	484	35	1.225
420	330	40	- 18	324	- 25	625
440	400	40	2	4	- 5	25
600	500	100	162	26.244	95	9.025
430	430	0	- 8	64	25	625
460	410	50	22	484	5	25
470	410	60	32	1.024	5	25
400	390	10	- 38	1.444	- 15	225
450	420	30	12	144	15	225
470	440	30	32	1.024	35	1.225
460	420	40	22	484	15	225
450	400	50	12	144	- 5	25
400	370	30	- 38	1.444	- 35	1.225
430	410	20	- 18	324	5	25
460	420	40	22	484	15	225
440	400	40	2	4	- 5	25

Tabel 7 - Resultaten van weerstandsmetingen (vervolg).

Kracht KN	Kracht GN	Verschil kracht KN - GN	Kracht KN		Kracht GN	
			$X_n - \bar{X}$	$(X_n - \bar{X})^2$	$X_n - \bar{X}$	$(X_n - \bar{X})^2$
460	400	60	22	484	- 5	25
480	450	30	42	1.764	45	2.025
480	450	30	42	1.764	45	2.025
430	400	30	8	64	- 5	25
470	420	50	32	1.024	15	225
450	400	50	12	144	- 5	25
470	430	40	32	1.024	25	625
490	450	40	52	2.704	45	2.025
460	410	50	22	484	- 5	25
440	400	40	2	4	5	25
500	480	20	62	3.844	75	5.625
510	490	20	72	5.184	85	7.225
500	500	0	62	3.844	95	9.025
490	480	10	52	2.704	75	5.625
510	490	20	72	5.184	85	7.225
500	490	10	62	3.844	85	7.225
490	480	10	52	2.704	75	5.625
530	500	30	92	8.464	95	9.025
560	500	60	122	14.884	95	9.025
440	400	40	2	4	- 5	25
380	360	20	- 58	3.364	- 45	2.025
480	450	30	42	1.764	45	2.025
530	490	40	92	8.464	85	7.225
440	410	30	2	4	5	25
460	410	50	22	484	5	25
450	420	30	12	144	15	225
Σ	66.990	62.010	260	807.056	35	668.775
\bar{X}	438	405				
s	72,9	66,3				
v	16,6	16,4				

afgelegde weg: $S + s$ 

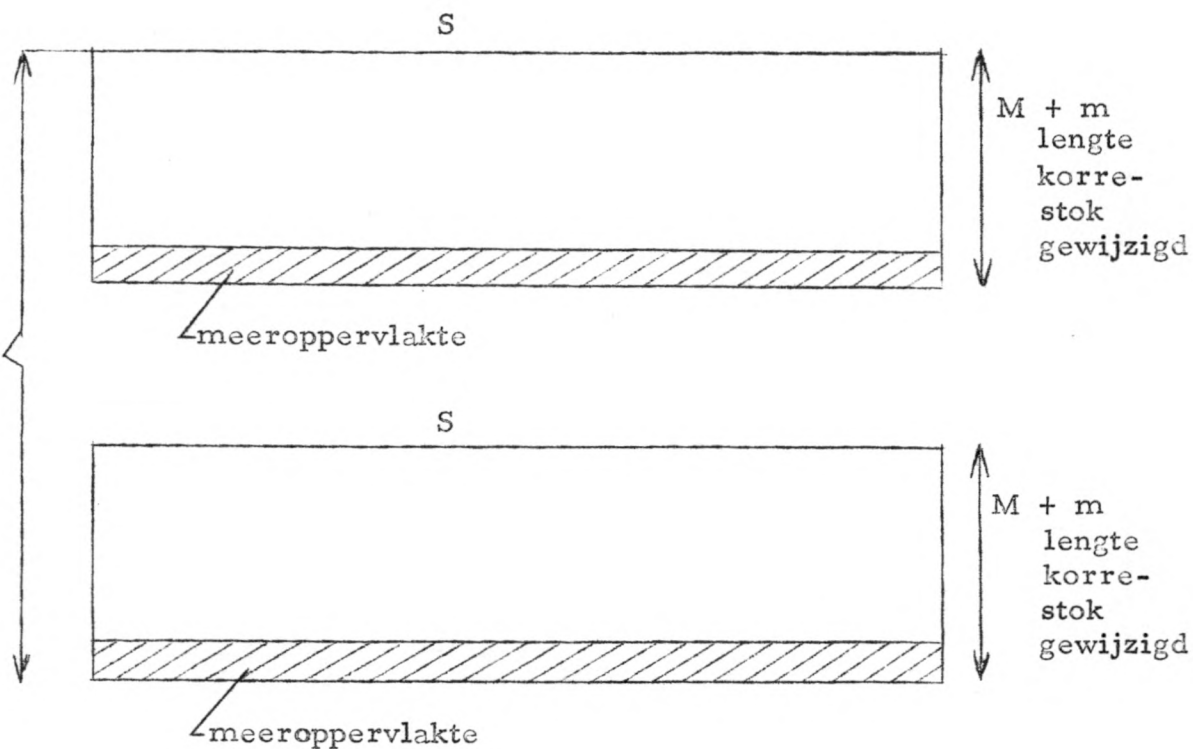
geval a :
verhoogde
vaart-
snelheid



$$\text{beviste oppervlakte} = 2 (S + s)M$$

$$\text{meeroppervlakte} = 2Ms$$

geval b :
konstante
vaart-
snelheid



$$\text{beviste oppervlakte} = 2(M + m)S$$

$$\text{meeroppervlakte} = 2Sm$$

Figuur 31 - Voorstelling van de beviste oppervlakte.

Uit elementaire berekeningen is gebleken dat bij verhoging van de vaartsnelheid het schip voor het grootste gedeelte de weerstandswinst (kracht KN kracht GN) opslorpt zodat het economischer lijkt op de faktor vistuig te werken.

§ 5. Besluiten.

Uit de proeven kan worden besloten dat :

1. Het verschil in trekkracht significant is ($t = 0,21$ en significantiepeil van $0,5 \%$) tussen de twee reeksen metingen.

2. Het gewijzigd net met snitverhouding $2/3$ meer trillend vist dan het konventioneel net geminderd $1/2$. De oorzaak van dit effect dient te worden gezocht in een minder goed stromingspatroon.

3. Beide netten nagenoeg dezelfde vangsten opleveren, dit niettegenstaande het minder goede zog van het korste net. Dit verschijnsel kan enigszins worden verklaard door het feit dat garnalen in de omgeving van de zeebodem verblijven en niet zozeer door het stromingspatroon worden beïnvloed.

4. Het grootste rendement zal worden bekomen door het vistuig aan te passen en de sleepsnelheid constant te houden gezien de $7,3 \%$ weerstandsvermindering dan kan benut worden om de afmetingen van het net te vergroten.

In de praktijk zal zich doorgaans het volgende verschijnsel voordoen. Wanneer met twee konventionele netten aan SB en BB wordt gevist bij een bepaald toerental N zal door het aanslaan van twee gewijzigde netten met snitverhouding $2/3$ een weerstandsvermindering ontstaan van $7,3 \%$. Door deze weerstandsvermindering zal uiteraard, bij eenzelfde N, de sleepsnelheid verhogen wat onvermijdelijk zal resulteren in grotere scheepsweerstand. De $7,3 \%$ winst zal automatisch door het schip én het vistuig worden opgeslorpt. Tevens zal er een grotere oppervlakte worden bevestigd gezien de sleepsnelheid verhoogt.

Bijlage 1.Meettechniek en meetproblematiek.Meetbrug (opnemer).

De vier rekstroomjes in brugschakeling opgenomen zijn uiter-
aard weerstanden. Gezien de brug met wisselspanning wordt gevoed,
dient rekening gehouden te worden met de impedantie die de elementen
zelfinductie en capaciteit insluit. Figuur 13 geeft de voorstelling weer
van de meetbrug die in elke tak een weerstand, een zelfinductie en een
capaciteit bevat. De impedantievoorstellung onder complexe vorm is van
de aard :

$$Z = R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

met

$$\omega L = X_L$$

$$\omega C = \frac{1}{X_C}$$

en

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

Bij evenwicht van de brug geldt de betrekking :

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4} \quad \text{of} \quad Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$$

zodat na vervanging :

$$\left[R_1 + j \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) \right] \left[R_4 + j \left(\omega L_4 - \frac{1}{\omega C_4} \right) \right] = \left[R_2 + j \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right) \right] \left[R_3 + j \left(\omega L_3 - \frac{1}{\omega C_3} \right) \right]$$

waaruit :

$$R_1 \cdot R_4 + jR_1 \left(\omega L_4 - \frac{1}{\omega C_4} \right) + jR_4 \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) - \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) \left(\omega L_4 - \frac{1}{\omega C_4} \right) =$$

$$R_2 R_3 + jR_2 \left(\omega L_3 - \frac{1}{\omega C_3} \right) + jR_3 \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right) - \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right) \left(\omega L_3 - \frac{1}{\omega C_3} \right)$$

Door gelijkstelling van de reële en de imaginaire termen valt deze vergelijking uiteen in twee vergelijkingen, met name :

$$a) R_1 R_4 - \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) \left(\omega L_4 - \frac{1}{\omega C_4} \right) = R_2 R_3 - \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right) \left(\omega L_3 - \frac{1}{\omega C_3} \right) \text{ en}$$

$$b) R_1 \left(\omega L_4 - \frac{1}{\omega C_4} \right) + R_4 \left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) = R_2 \left(\omega L_3 - \frac{1}{\omega C_3} \right) + R_3 \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right)$$

Bij verwaarlozing van de capacitantie $\left(\frac{1}{\omega C} \right)$ en door ωL aan X gelijk te stellen gaan beide vergelijkingen over tot de vorm :

$$R_1 R_4 - X_1 \cdot X_4 = R_2 R_3 - X_2 \cdot X_3$$

$$R_1 X_4 + R_4 X_1 = R_2 X_3 + R_3 X_2$$

Voor het bekomen van de stilstand van de meetwagen moet aan twee voorwaarden worden voldaan : én het potentiaalverschil én de faseverschuiving tussen de punten P en Q moet op elk ogenblik gelijk zijn. Uit een en ander volgt, dat door de voortdurende schommelingen van de belasting tussen de punten P en Q telkens potentiaalverschillen en faseverschuivingen optreden. Hiervoor is het echter noodzakelijk enerzijds impedantieaanpassingen in te voeren en anderzijds over te gaan tot het dempen van het meetsysteem teneinde oscillaties voor de meetwagen te vermijden.

Bijlage 2.Meettechniek en meetproblematiek, (1)Meetcircuit.

Door de wisselspanningsvoeding van de brug en de aanwezigheid van een inductieve- en een capacatieve reactantie kan de vergelijking van het meetcircuit door de volgende algemene vergelijking worden voorgesteld :

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = E_m \sin wt$$

Door af te leiden verdwijnt het integraalteken en wordt de vergelijking :

$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = w. E_m \cos wt$$

Als algemene oplossing geldt voor de totale stroom :

$$i = \frac{E_m}{Z} \sin (wt + \Psi) + A_1 \cdot e^{a_1 t} + A_2 \cdot e^{a_2 t}$$

met $\Psi = \varphi + \varphi_0$ ($\varphi_0 =$ initiale fase)

De demingscoëfficiënten a_1 en a_2 worden bepaald door in de complexe impedantie jw te vervangen door a en Z gelijk aan nul te stellen.

$$\text{Vermits } Z = R + jwL + \frac{1}{jwC}$$

wordt na vervanging :

$$0 = La^2 + Ra + \frac{1}{C} \quad (\text{karakteristieke vergelijking})$$

(1) Dr. ir. G. GILLON - Wisselstroomtheorie.

waaruit volgt dat :

$$a_1 = \frac{-R + \sqrt{R^2 - \frac{4L}{C}}}{2L}$$

en

$$a_2 = \frac{-R - \sqrt{R^2 - \frac{4L}{C}}}{2L}$$

Er zijn twee gevallen mogelijk waarbij zich overgangsverschijselen voordoen :

1e geval $R^2 - \frac{4L}{C} > 0$ (aperiodische keten)

Door te stellen dat $S = \sqrt{R^2 - \frac{4L}{C}}$

wordt

$$a_1 = - \frac{R - S}{2L}$$

en

$$a_2 = - \frac{R + S}{2L}$$

zodat na vervanging van a_1 en a_2 in de uitdrukking van de algemene stroom :

$$i = I_m \sin (wt + \Psi) + A_1 \exp. \left(- \frac{R - S}{2L} \cdot t\right) + A_2 \exp. \left(- \frac{R + S}{2L} \cdot t\right)$$

Door integratie van $\frac{i}{C}$ dt wordt de condensatorinspanning u gevonden :

$$u = -\frac{I_m}{wC} \cdot \cos (wt + \Psi) - \frac{2LA_1}{C(R-S)} \cdot \exp \left(- \frac{R - S}{2L} \cdot t\right) - \frac{2LA_2}{C(R+S)} \cdot \exp \left(- \frac{R + S}{2L} \cdot t\right)$$

of

$$U = -\frac{U_m}{\omega C} \cdot \cos(\omega t + \psi) - \frac{A_1(R+S)}{2} \exp\left(-\frac{R-S}{2L} \cdot t\right) - \frac{A_2(R-S)}{2} \exp\left(-\frac{R+S}{2L} \cdot t\right)$$

Indien i'_0 en u'_0 respectievelijk overeenkomen met de waarden van de voordien bestaande stroom en condensatorspanning ($t = 0$) wordt

$$i'_0 = I_m \cdot \sin \psi + A_1 + A_2$$

en

$$u'_0 = -U_m \cos \psi - A_1 \left(\frac{R+S}{2}\right) - A_2 \left(\frac{R-S}{2}\right)$$

Hieruit volgt na uitwerking :

$$A_1 = -\frac{1}{S} \left(\frac{R-S}{2} \cdot i'_0 + u'_0 + U_m \cos \psi - \frac{R-S}{2} \cdot I_m \sin \psi\right)$$

$$A_2 = \frac{1}{S} \left(\frac{R+S}{2} \cdot i'_0 + u'_0 + U_m \cos \psi - \frac{R+S}{2} \cdot I_m \sin \psi\right)$$

Door A_1 en A_2 in de uitdrukking van de algemene stroom te vervangen, wordt de wisselstroom van een aperiodische keten gevonden.

De overgangsverschijnselen die tijdens het meten van de trekkracht optreden, zijn afhankelijk van de voorwaarden in de keten bestaande grootheden i'_0 en u'_0 .

$$\text{2e geval } \frac{4L}{C} - R^2 > 0 \text{ (kritische keten)}$$

Door $q = \sqrt{\frac{4L}{C} - R^2}$ te stellen

wordt
$$a_1 = -\frac{R - jq}{2L}$$

en
$$a_2 = -\frac{R + jq}{2L}$$

De uitdrukking van de stroom wordt nu :

$$i = I_m \sin (wt + \psi) + A_1 \cdot \exp \left(-\frac{R - jq}{2L} \cdot t \right) + A_2 \exp \left(-\frac{R + jq}{2L} \cdot t \right)$$

zodat na integratie de condensatorspanning gelijk wordt aan

$$u = -\frac{I_m}{\omega C} \cos (wt + \psi) - \frac{2L A_1}{C(R - jq)} \exp \left(-\frac{R - jq}{2L} \cdot t \right) - \frac{2L A_2}{C(R + jq)} \exp \left(-\frac{R + jq}{2L} \cdot t \right)$$

De overgangsstroom i' is van de vorm :

$$i' = \exp -\frac{R}{2L} t \left(A_1 \exp \frac{jq t}{2L} + A_2 \exp -\frac{jq t}{2L} \right)$$

Door te stellen dat :

$$a = \frac{R}{2L} \quad \text{en} \quad w' = \frac{q}{2L} \quad \text{wordt}$$

$$i' = e^{-at} \left[A_1 (\cos w't + j \sin w't) + A_2 (\cos w't - j \sin w't) \right]$$

$$i' = e^{-at} \left[(A_1 + A_2) \cos w't + j (A_1 - A_2) \sin w't \right]$$

Voor $A = A_1 + A_2$ en $B = j (A_1 - A_2)$ wordt de overgangsspanning :

$$u' = -\frac{e^{-at}}{e} \left[A_1 \frac{(R + jq)}{2} e^{jw't} + A_2 \frac{(R - jq)}{2} e^{-jw't} \right]$$

$$u' = -\frac{e^{-at}}{2} \left[(RA + Bq) \cos w't + (RB - Aq) \sin w't \right]$$

Zodat na vervanging :

$$i = I_m \sin (wt + \Psi) + e^{-at} (A \cos w't + B \sin w't) \text{ en}$$

$$u = - U_m \cos (wt + \Psi) - \frac{e^{-at}}{2} (RA + Bq) \cos w't + (RB - Aq) \sin w't$$

De stroom i en de spanning u moeten gelijk zijn aan de voordien bestaande grootheden i'_0 en u'_0 , ($t = 0$) zodat

$$I_m \sin \Psi + A = i'_0$$

en

$$- U_m \cos \Psi - \frac{1}{2} \left[R (i'_0 - I_m \sin \Psi) + Bq \right] = u'_0$$

Hieruit volgt dat :

$$A = i'_0 - I_m \sin \Psi$$

en

$$B = I_m \left(\frac{R}{q} \sin \Psi - \frac{2}{q\omega C} \cos \Psi \right) - \frac{2}{q} \left(u'_0 + \frac{Ri'_0}{2} \right)$$

Door A en B in de formule van i en u te vervangen, wordt de algemene uitdrukking bekomen van de stroom en de condensatorspanning voor een trillingsketen.

Uit de studie van de aperiodische - en kritische keten volgt, dat door variatie van de parameters van de keten overgangsverschijnselen optreden die slingeringen van de meetwagen tot gevolg kunnen hebben. Met deze overgangsverschijnselen moet tijdens het meten rekening worden gehouden.