

RAPPORT No

SSL 82



LABORATORIUM VOOR SCHEEPSCONSTRUCTIES

TECHNISCHE HOGESCHOOL – DELFT

ONDERZOEK VAN EEN DIESELMOTOR

door

IR J. CH. DE DOES en H. J. DE RUITER

maart 1962

**LABORATORIUM VOOR
SCHEEPSCONSTRUCTIES**
TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT
MEKELWEG 2

LABORATORIUM VOOR SCHEEPSCONSTRUCTIES
VAN DE
TECHNISCHE HOGESCHOOL TE DELFT

RAPPORT No. **SSL 82**

ONDERZOEK VAN EEN DIESELMOTOR

door

ir. J.Ch. de Does
en
H.J. de Ruiter.

maart 1962

I N H O U D S O P G A V E .

	pag.
§ 1. Inleiding.	3
§ 2. Omschrijving van het onderzoek.	3
§ 3. Beschrijving van de gebruikte apparatuur.	4
§ 4. Meetprogramma.	4
§ 5. Meetresultaten.	5
§ 6. Conclusies.	6
Tabellen.	
figuren.	

ONDERZOEK VAN EEN DIESELMOTOR.

§1 Inleiding.

Door het Laboratorium voor Scheepsconstructies is de sterkte onderzocht van een dwarsschot van een V-motor, welke laatste door L.Smit & Zn's Scheeps- & Werktuigbouw N.V. te Kinderdijk wordt gebouwd*. Bij de beproeving van dit dwarsschot is gebruik gemaakt van een hulpconstructie om de belasting van het frame door de cylinders na te bootsen. Een beschrijving van deze hulpconstructie is gegeven in § 3a van rapport 60^I.

Nadat de eerste 14 cylinder V-motor was voltooid werd het Laboratorium verzocht, tijdens het proefdraaien van de motor in een aantal punten spanningen te meten. Dit onderzoek vond plaats in de machinefabriek van L.Smit & Zn's Scheeps- & Werktuigbouw N.V. te Kinderdijk op 23 januari 1961 en 15-16 februari 1961. Op eerst genoemde datum werden de spanningen ten gevolge van het verkleinen van de vooropening bepaald, terwijl de dynamische spanningen op laatst genoemde datum werden gemeten.

= = = = =

§2 Omschrijving van het onderzoek.

De beproeving van de motor bestond uit de volgende drie gedeelten :

- a) Het bepalen van de voorspanning in het schot ten gevolge van het aandraaien van de frame bout.
- b) Het bepalen van de klemkracht van het cylinderdeksel ten gevolge van het aandraaien van de moeren op het cylinder tapeind.
- c) Het bepalen van de spanningen in een aantal punten ten gevolge van de verbrandingskrachten.

= = = = =

* zie rapporten 60^I, 60^{II}, 62, 67 en 68.

§ 3 Beschrijving van de gebruikte apparatuur.

Voor het meten van de in de constructie optredende rekken werd gebruik gemaakt van rekstrookjes. Figuur 1 geeft de plaats en de gegevens weer. Om de spanningen te kunnen vergelijken met het reeds eerder onderzochte dwarsschot is de nummering van de strookjes bij dit onderzoek dezelfde als vermeld in de rapporten 67 en 68. Het aantal strookjes moest echter beperkt blijven tot 16, in verband met de capaciteit van de meetapparatuur. Behalve op een van de dwarsschotten, werden ook strookjes geplakt op de vleugels van de koelmantel, het cylinder tapeind en in één der inspectie openingen.

De meetapparatuur bestond uit 2 stuks 8 kanalen rekmeter (fabr. Peekel, type 108 DNH), die gekoppeld waren aan een 16 kanalen lichtstraal oscillograaf (fabr. Siemens, type 16).

De statische spanningen werden gemeten met de rekmeters terwijl voor de dynamische spanningen de combinatie rekmeter-oscillograaf vereist was.

De oscillograaf "schrijft" de waarnemingen met behulp van een spiegel galvanometer op lichtgevoelig papier, waarna dit papier in een ontwikkelautomaat wordt ontwikkeld. Na fixeren, spoelen en drogen kan de waarneming ca. 2 uur na de meting worden uitgewerkt. Figuur 5 geeft het blokschema van de aansluiting.

= = = = =

§ 4 Meetprogramma.

a) Het aandraaien van de framebout.

Dit gedeelte van de meting werd in meerdere en wel de volgende stappen uitgevoerd.

- I Bout en schot onbelast. (nulpunt)
- II Alle bouten voorgetrokken met een aandraaimoment van ca. 30kgcm; volgorde van voorzijde naar achterzijde motor.
- III Alle bouten aangeslagen tot de afstandsbus klem zat; volgorde van achter naar voor.
- IV Bouten zeer zwaar aangetrokken; van voor naar achter.
- V Moeren zodanig vast aangedraaid dat de splitpennen doorgestoken konden worden; van achter naar voor.

De verkleining van de vooropening was bij deze toestand 1,21 mm.

VI Alle moeren 1/8 opgelost; van voor naar achter. Nu bedroeg de verkleining 1,1 mm.

VII Als toestand VI, echter met dien verstande dat de gemiddelde waarde is genomen van twee metingen die een 1/2 uur en 1 uur na meting VI zijn gedaan.

b) Het aandraaien van het cylindertapeind.

Hierbij werden de vier moeren overhoeks aangedraaid. Dit aandraaien ging zover door totdat met de hand en een sleutel van ca. 40 cm lengte geen beweging meer in de moer te krijgen was.

c) Spanningen ten gevolge van verbrandingskrachten.

Deze meting is uitgevoerd voor de drie in onderstaande tabel gegeven toestanden. De druk in de cylinder is bepaald uit het indicator diagram.

Toestand No.	Druk in cylinder	N omw/min	Vermogen PK	Temperatuur koelwater °C
1	55	275	1750	68
2	55	292	1858	68
3	55	250	1550	68

=====

§5 Meetresultaten.

a) Bepaling van de spanningen ten gevolge van het verkleinen van de vooropening.

Tabel I geeft de spanningen weer van deze meting, waarbij de Romeinse cijfers duiden op de in § 4a gegeven omschrijvingen. De spanning in de bout is, bij een verkleining van de vooropening van 1,1 mm, 505 kg/cm^2 , hetwelk overeenkomt met een aantrekkraft van 13,3 ton. In figuur 2 zijn de spanningen uitgezet.

b) Bepaling van de spanning in het cylindertapeind.

Na het aandraaien van de moeren van het cylindertapeind bleek de spanning in het tapeind 1360 kg/cm^2 .

Dit komt overeen met een kracht van 22,6 ton. De totaal kracht waarmee het cylinderdeksel vastgezet is, is, indien aangenomen wordt dat alle bouten evenwaar belast zijn, 90,4 ton.

De maximale kracht op het cylinderdeksel van een motor met oplading bedraagt $\frac{\pi}{4} \times 30^2 \times 75 = 53$ ton. Hieruit blijkt dat de aanklemkracht van de moeren ruim voldoende is.

c) Bepaling van de spanning ten gevolge van de verbrandingskrachten.

Tabel II geeft de dynamische spanningen weer voor de belastingstoestanden als omschreven in § 4c. Aangezien de bedrijfsbelasting overeenkomt met toestand 1, zijn deze spanningen vergeleken met de in het laboratorium uitgevoerde proeven. Vanwege het feit dat de in het laboratorium gedane onderzoeken uitgevoerd zijn bij een belasting van een V-motor met oplading, zijn de destijds geregistreeerde waarnemingen nu omgewerkt naar een belasting van 55 atm., zodat de vermenigvuldigingsfactor is 55/75. Deze spanningen zijn evenals de gemeten dynamische spanningen aan de motor vermeld in tabel II. Tabel III tenslotte geeft de dynamische spanningen (toestand 1) weer inclusief de spanningen ten gevolge van het verkleinen van de vooropening. In de figuren 3 en 4 zijn de dynamische spanningen gegeven exclusief resp. inclusief de gemeten voorspanningen.

= = = = =

§ 6 Conclusies.

Uit de resultaten blijkt dat er verschillen zijn tussen de in het laboratorium aan één dwarsschot, en in de machinefabriek aan dwarsschot 44 van de complete motor gemeten spanningen. Dit wordt veroorzaakt door het statisch overbepaald zijn van de constructie. De motor bestaat in principe immers uit een stijve bovenligger (de "cylinderbalk") en een onderligger, welke twee delen onderling verbonden zijn door de dwarsschotten. Afhankelijk van de vervorming (dus de stijfheid) van de twee balken en de initiële vervormingen, welke ten gevolge van het lassen aanwezig zullen zijn, zullen de krachten welke door de bovenbalk op de onderbalk uitgeoefend worden, zich verdelen over de dwarsschotten. Dit houdt in dat de rela-

tief lage gemeten spanningen in schot 44 , gecompenseerd zullen worden door hogere spanningen in de andere schotten. Desalniettemin zijn wij van mening dat de constructie van de schotten dusdanig is, dat geen wijzigingen aanbevolen behoeven te worden. Dat de onderbalk inderdaad vervormt ten gevolge van de daarop, door de dwarsschotten uitgeoefende krachten, blijkt ook uit de vrij hoge spanning in meetpunt 66.

De gemeten belasting in één van de cylindertapeinden komt niet overeen met $1/4$ van de verbrandingsdruk op het deksel. Doordat het cylinderdeksel met 4 bouten bevestigd is, is deze constructie eveneens statisch onbepaald. Derhalve is het niet te vermijden dat de opgenomen krachten in de vier bouten ongelijk zullen zijn. Ook vormveranderingen ten gevolge van de belasting van het cylinderdeksel kunnen hierbij een rol spelen. In een dergelijk geval zou het dan ook beter geweest zijn aan alle vier tapeinden te meten

Tabel I
Spanningen in kg/cm^2 ten gevolge van verkleinen
van de vooropening.

Rekstr. No.	II 30 kgcm aan- draaimoment	III afstands- bus klem	IV zwaar aan- getrokken	V splitpen vast	VI en VII 1/8 opge- lost.
9	414	178	205	240	55
10	492	276	584	768	236
27	101	6	224	226	226
28	223	162	412	608	126
28 ^a	217	142	369	537	134
	} 220	} 152	} 390	} 573	} 130
38	351	229	487	675	168
38 ^a	316	209	397	631	146
	} 333	} 219	} 432	} 653	} 157
50	512	322	549	686	225
66	233	391	446	481	436
67	-10	-14	- 6	-14	-16
frame bout	340	482	1048	1408	505

Na het vastzetten van het cylinderdeksel bleek de spanning
in één der cylindertapeinden 1360 kg/cm^2 te bedragen.

IJKGEGEVENS:

frame bout, $1 \text{ kg/cm}^2 \hat{=} 26,41 \text{ kg.}$
cylindertapeind, $1 \text{ kg/cm}^2 \hat{=} 16,61 \text{ kg.}$

Tabel II

Dynamische spanningen exclusief spanningen ten gevolge van het verkleinen van de vooropening.

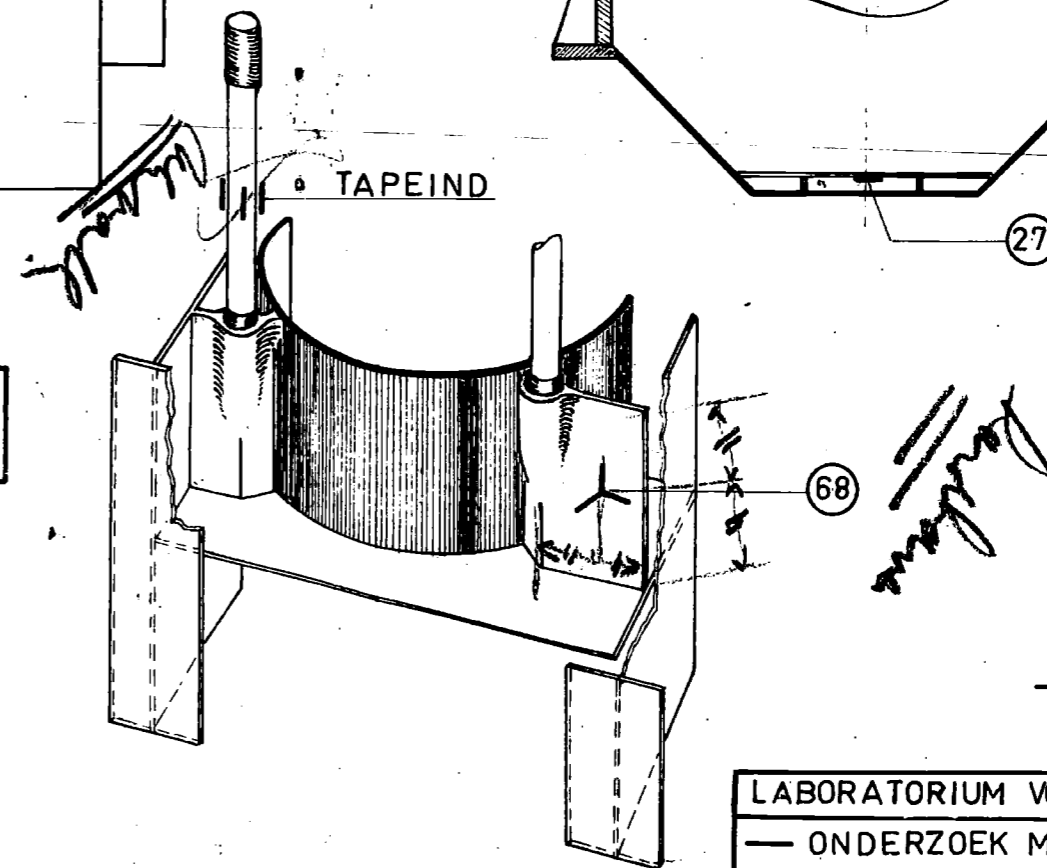
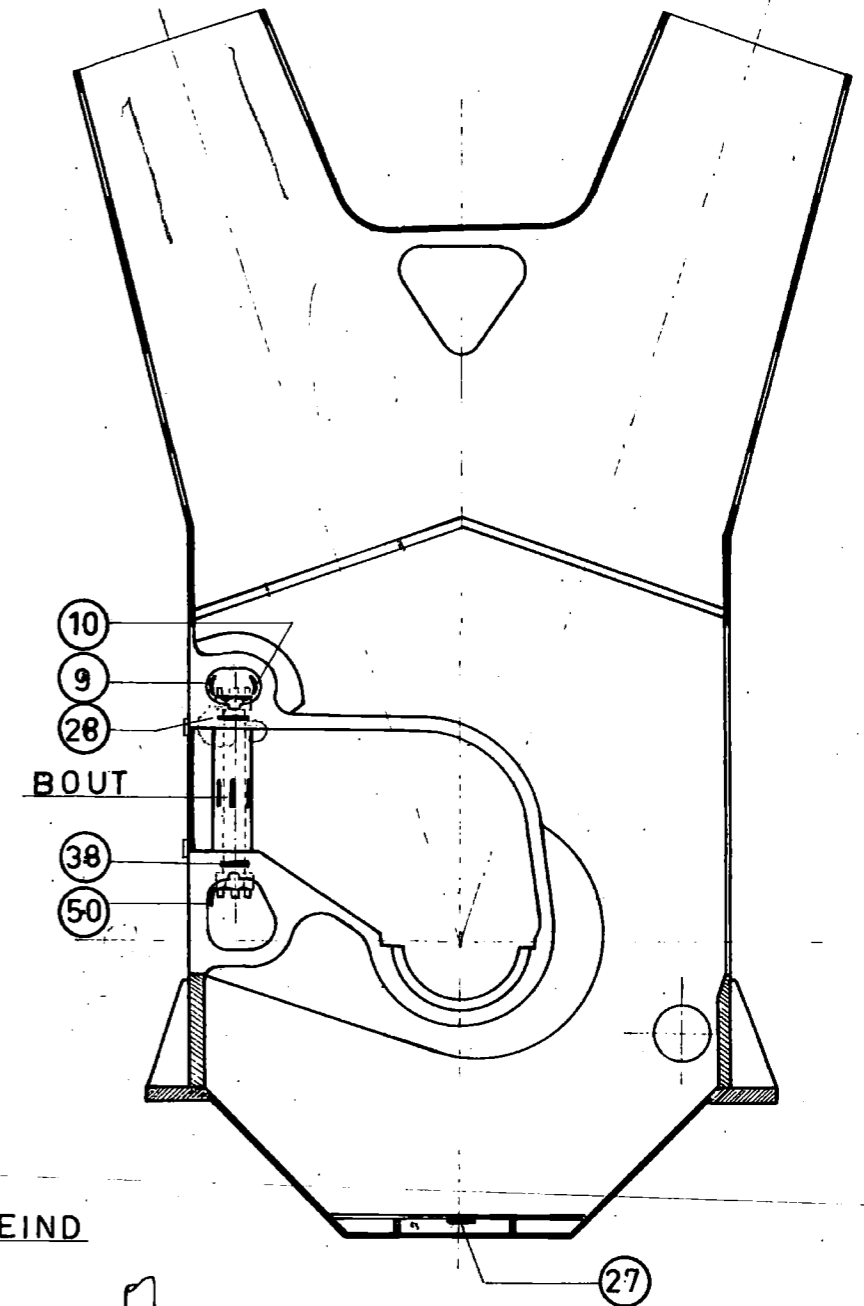
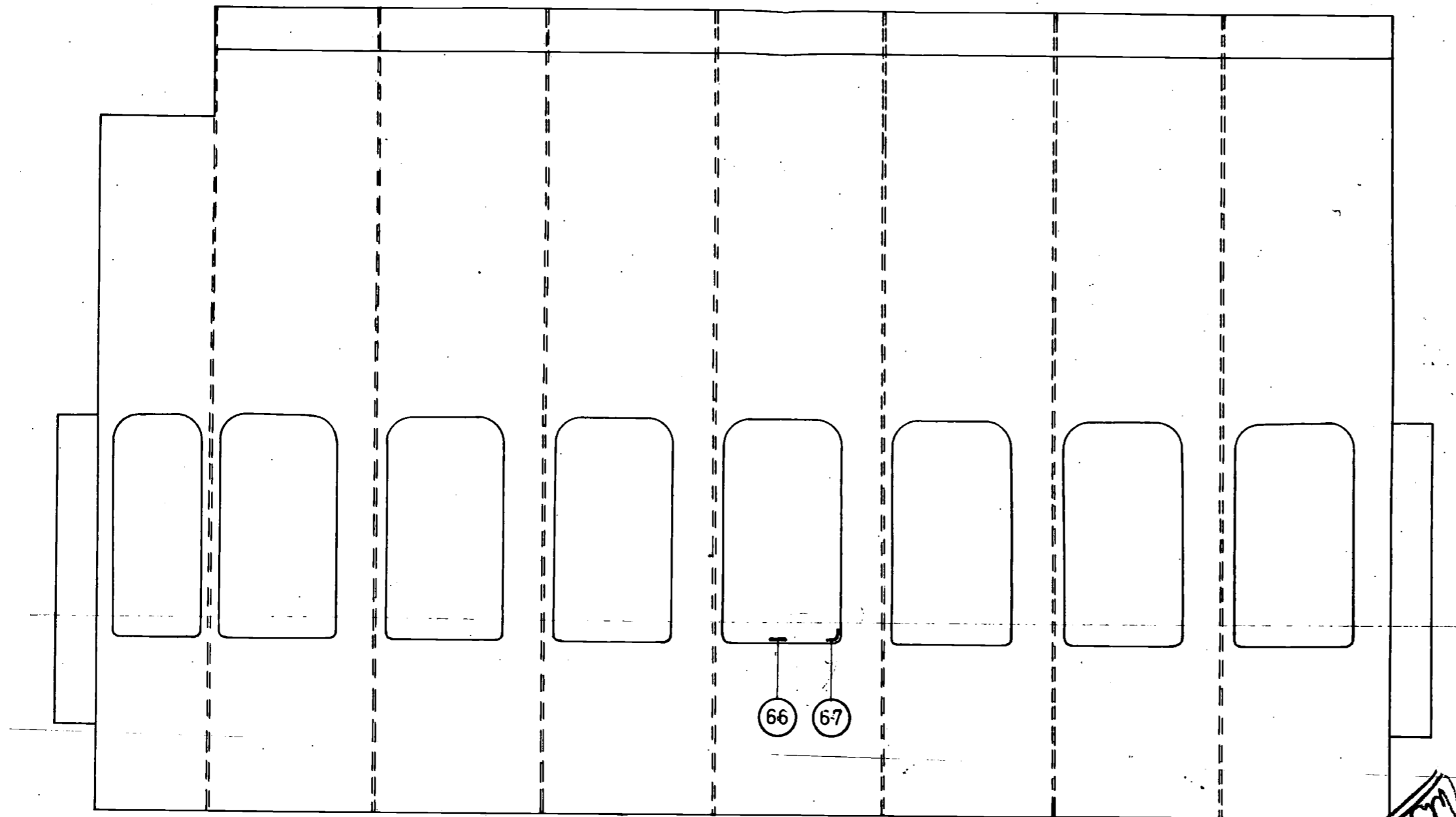
Rek- strook Nummer	TOESTAND		1		2		3	
	Waarden ge- meten in laboratorium		N=275		N=292		N=250	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
9	62	749	24	244	26	246	34	252
10	73	924	8	229	18	256	27	241
27	43	446	6	210	4	232	8	199
28	40	452	- 15	33	4	54	4	55
28 ^a			- 16	48	3	69	1	59
38	45	486	- 18	115	1	125	- 1	136
38 ^a			- 16	103	1	122	0	120
50	72	932	- 23	167	0	226	17	234
66			-342	440	-275	577	-164	481
67			31	- 45	26	- 69	2	- 73
68 ^v			13	83	2	71	- 3	69
68 ^h			2	- 35	14	24	- 5	33
68 ^s			58	- 144	38	-162	34	- 170
68 ^{av}			- 31	- 72	- 20	- 60	- 18	- 61
68 ^{ah}			8	- 24	- 9	22	- 1	31
68 ^{as}			- 68	133	- 52	127	- 43	128
cilind. bout			0	81	0	86	0	80
frame bout	30	335	- 4	77	- 8	71	- 9	75

Tabel III

Dynamische spanningen in kg/cm^2 inclusief spanningen ten gevolge van verkleinen van de vooropening.

Rek- strook Nummer	Gemeten dynamische spanningen		Spanning t.g.v. voorope- nings verklei- ning.	Dynamische span- ningen inclusief spanning t.g.v. vooropenings verkl.	
	MIN.	MAX.		MIN.	MAX.
9	24	244	55	79	299
10	8	229	236	244	465
27	6	210	226	232	436
28	- 15	33	126	111	159
28 ^a	16 - 16	40 33 48	130 126 134	115 111 118	170 159 182
38	- 18	115	168	150	283
38 ^a	- 17 - 16	109 115 103	157 168 146	140 150 130	265 283 249
50	- 23	167	225	202	392
66	- 342	440	436	94	876
67	31	- 45	- 16	15	- 61
frame bout	- 4	77	505	501	582
cilind. bout	0	81	1360*	1360	1441

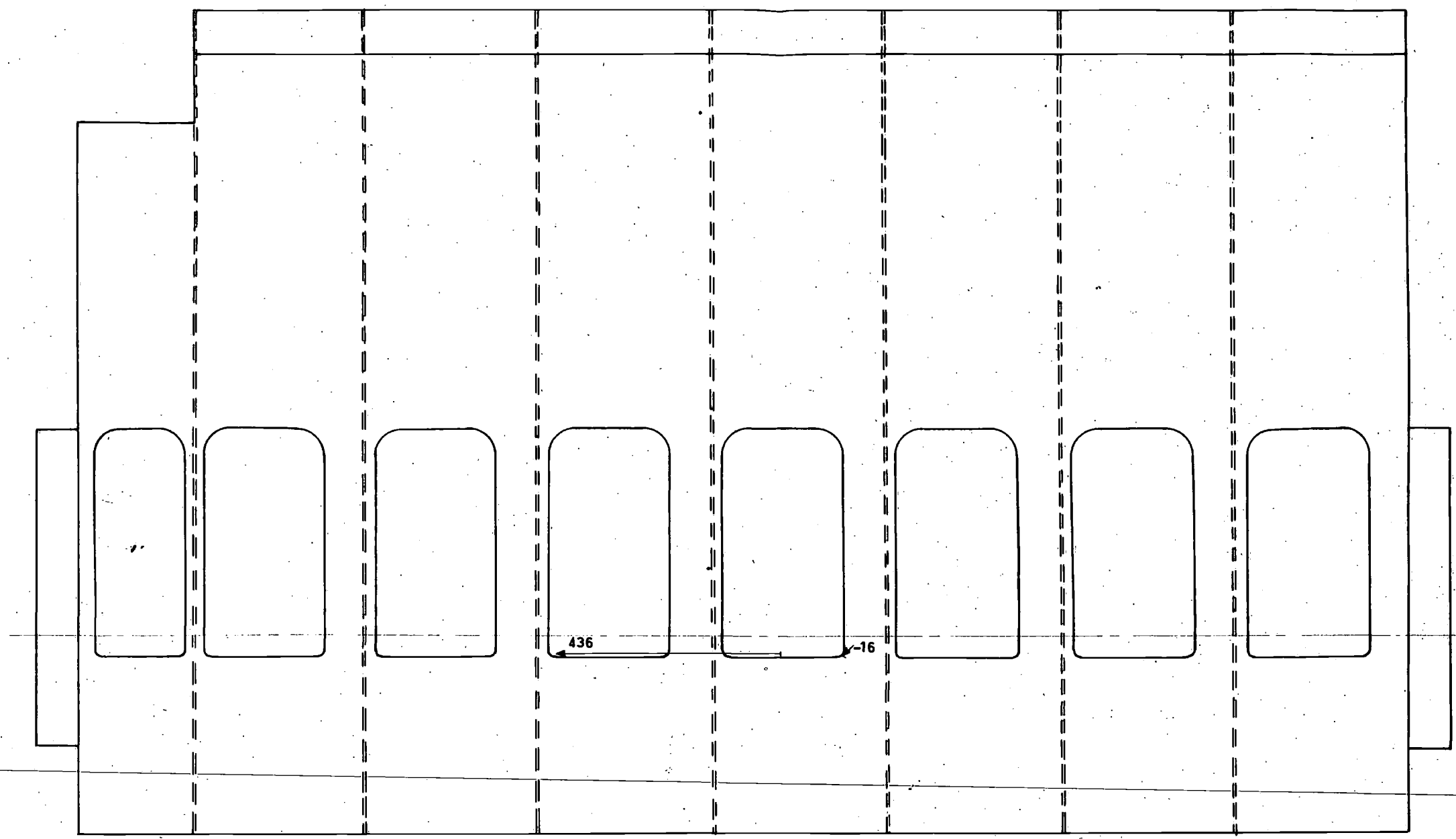
* Na aandraaien van het cylindertapeind.



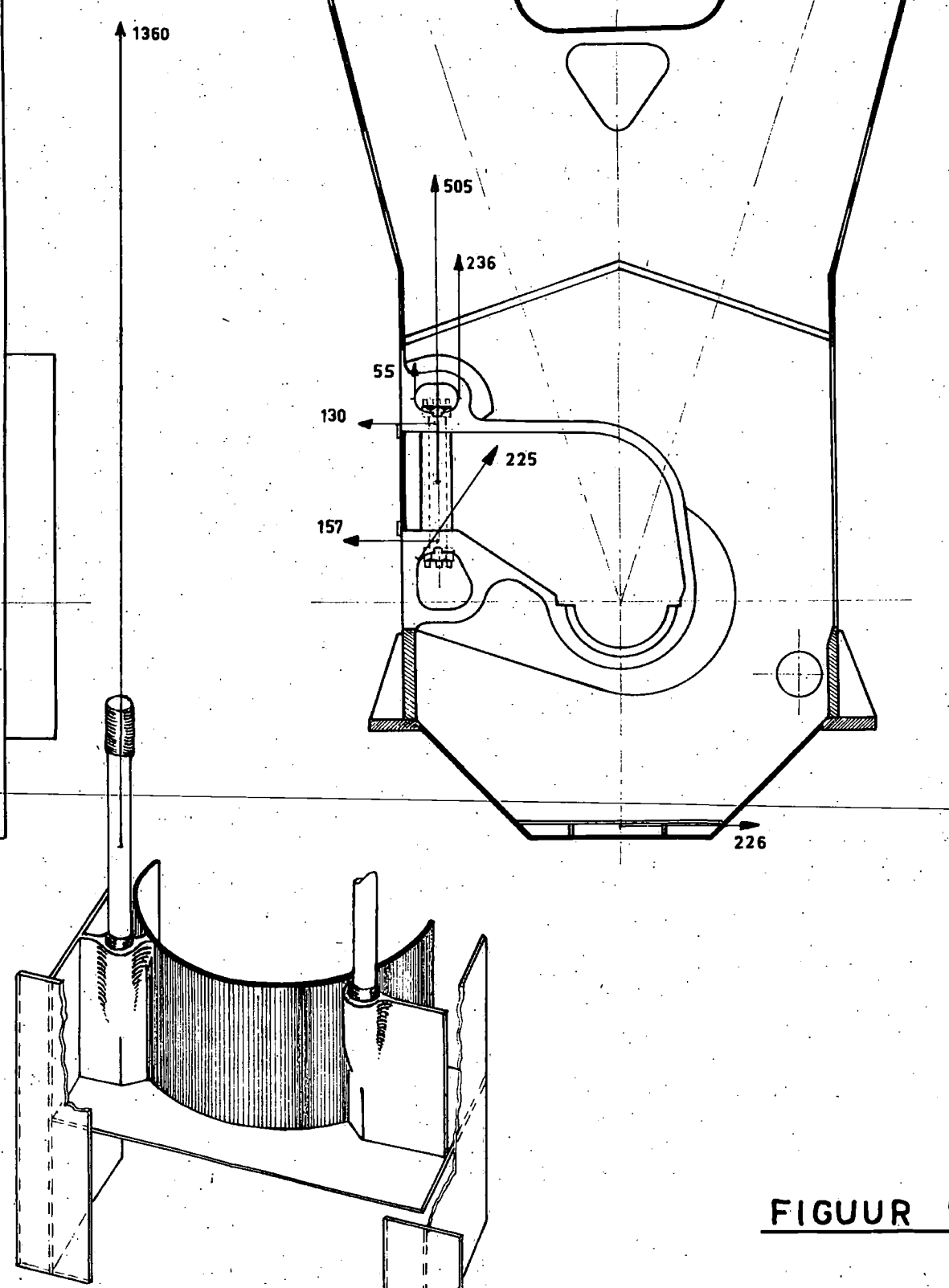
HOTTINGER				
MEETPUNT	TYPE		K	R
9	10 / 120 FA-1		2,08	120
10	10 / 120 FA-1		2,08	120
27	20 / 600 FA-1		2,11	604
28	20 / 600 FA-1		2,10	600
38	20 / 600 FA-1		2,10	600
50	10 / 120 FA-1		2,08	120
66	10 / 120 FA-1		2,08	120
67	20 / 600 FA-1		2,10	600
68	20 / 600 FA1-R		2,11	592
BOUT	10 / 120 FA1-X		2,07	120,8
TAPEIND	10 / 120 FA1-X		2,07	120

PLAATSING REKSTROOKJES

FIGUUR 1

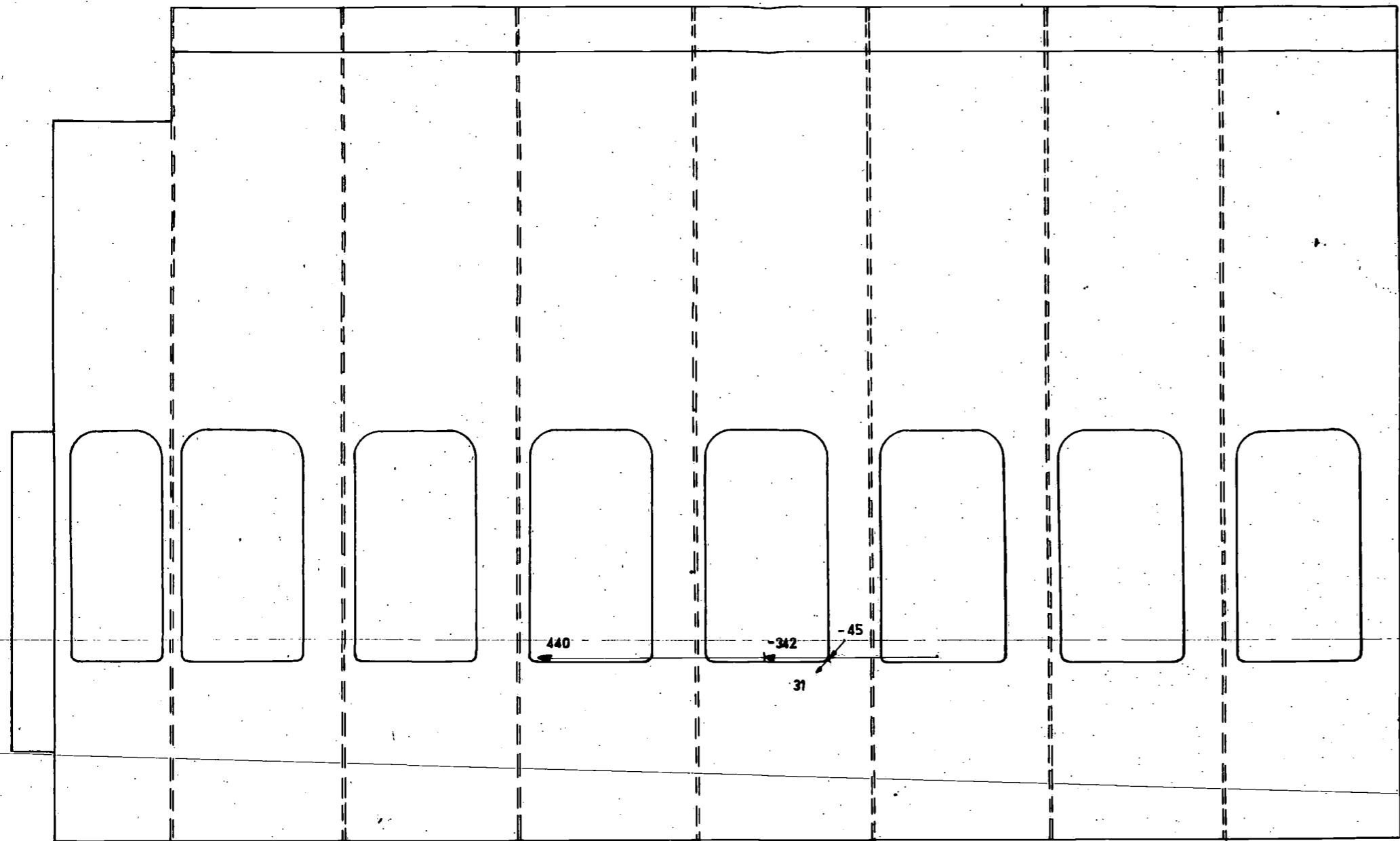


SPANNINGEN TGV. VERKLEINING
VAN DE VOOROPENING

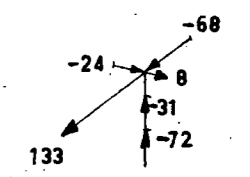
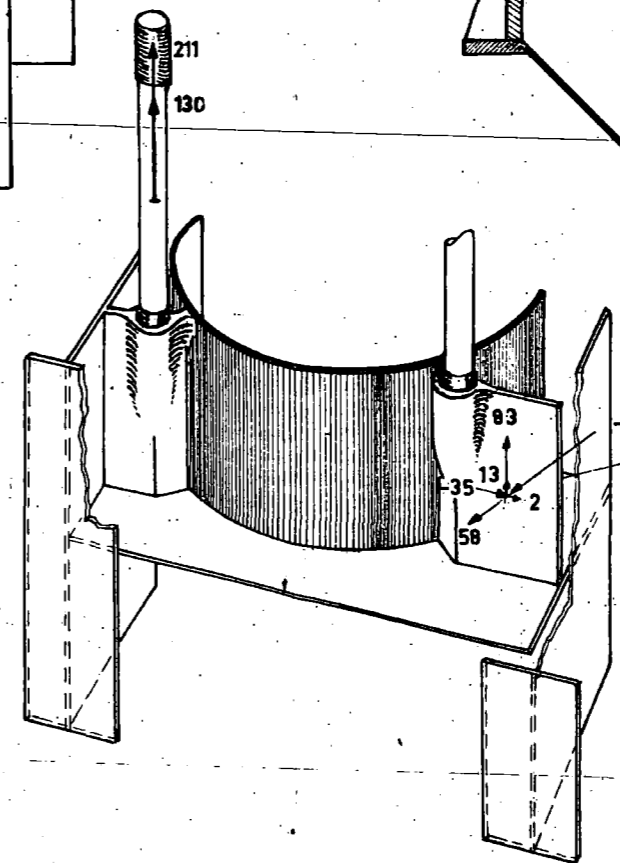
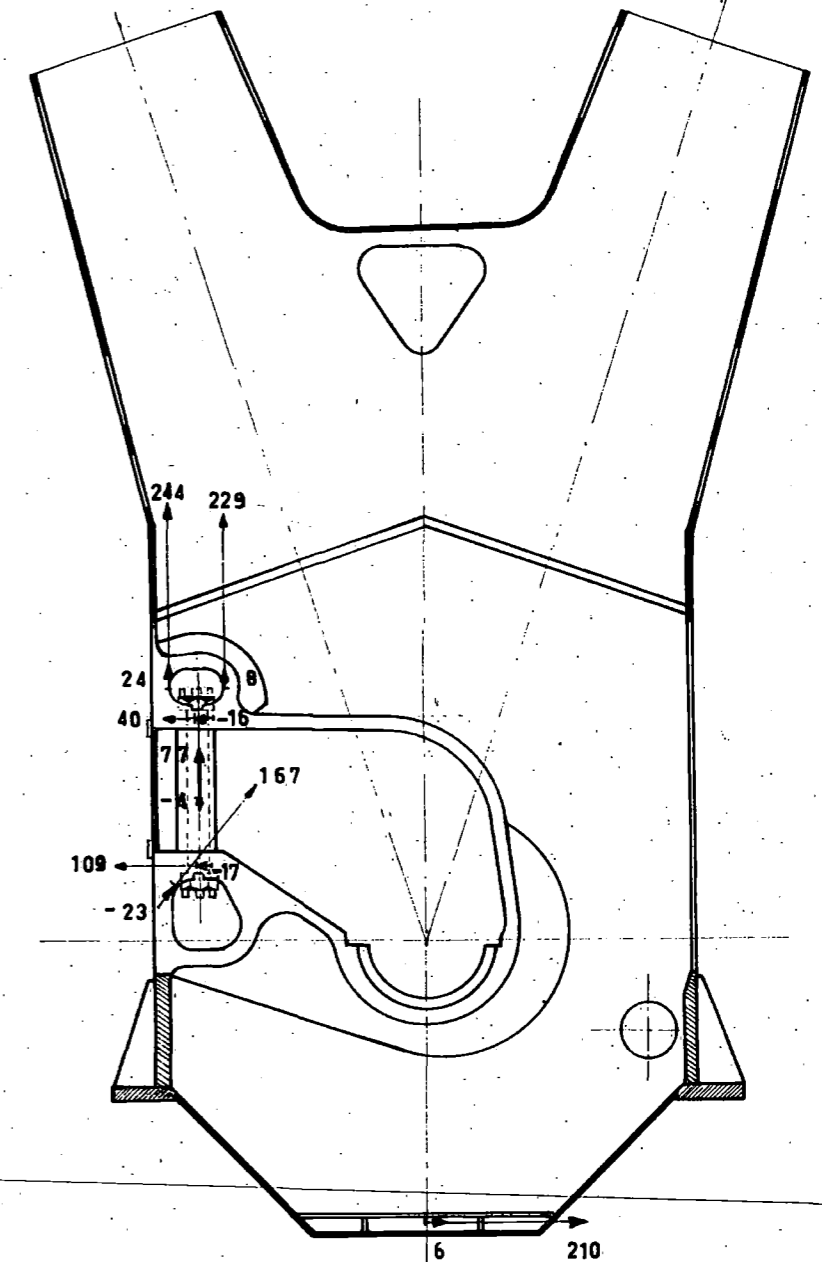


FIGUUR 2

LABORATORIUM VOOR SCHEEPSCONSTRUCTIES
— ONDERZOEK MOTORFRAME VOOR —
L SMIT & ZOONS' SCHEEPS- EN WERKTUIGBOUW N.V.

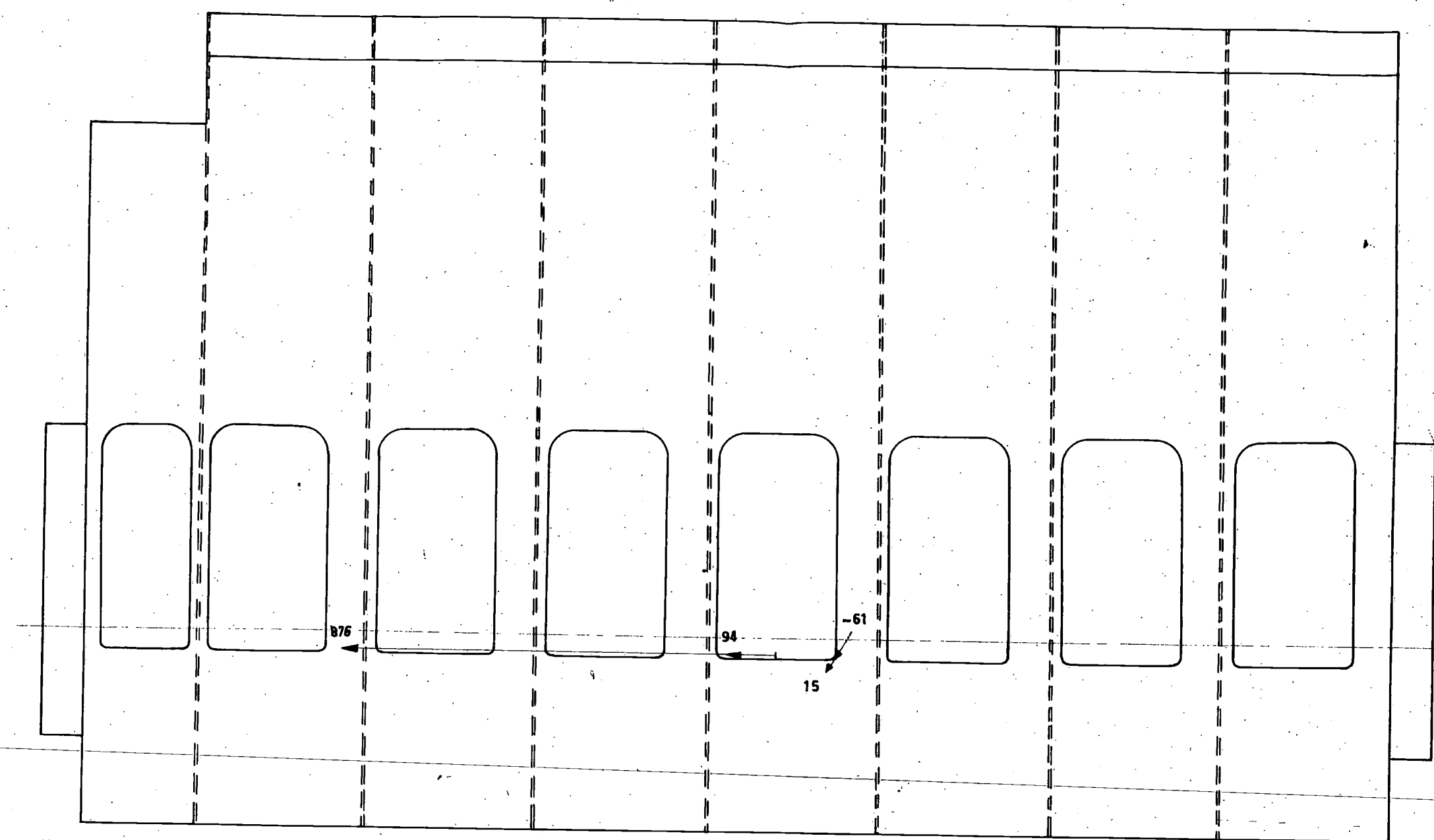


GEMETEN DYNAMISCHE SPANNINGEN
EXCLUSIEF VOORSPANNINGEN

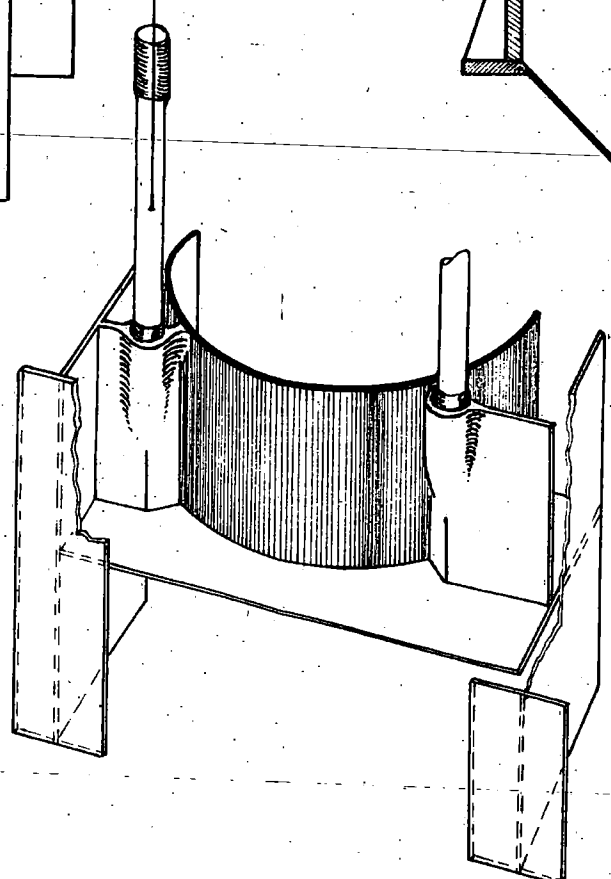
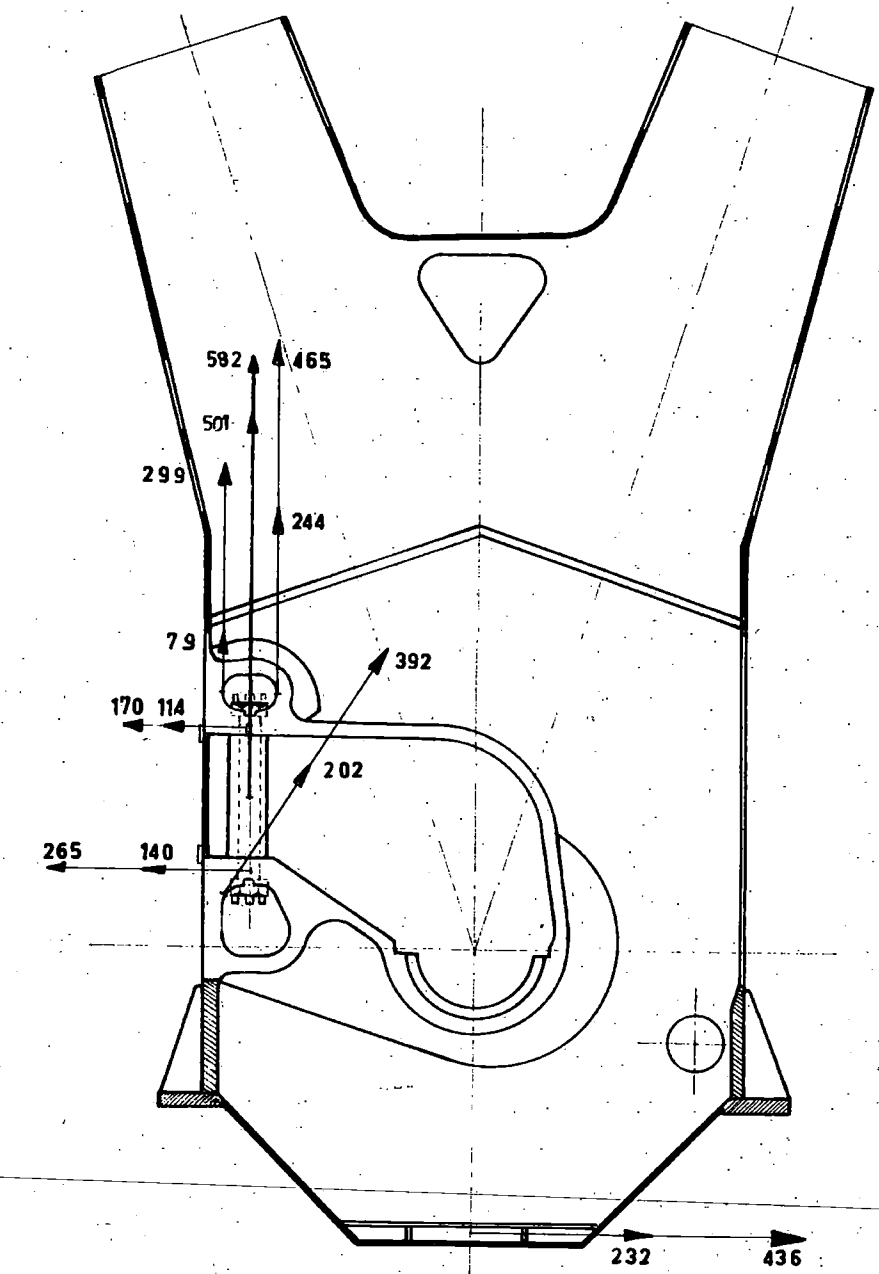


FIGUUR 3

LABORATORIUM VOOR SCHEEPSCONSTRUCTIES
— ONDERZOEK MOTORFRAME VOOR —
L. SMIT & ZOONS' SCHEEPS- EN WERKTUIGBOUW N.V.

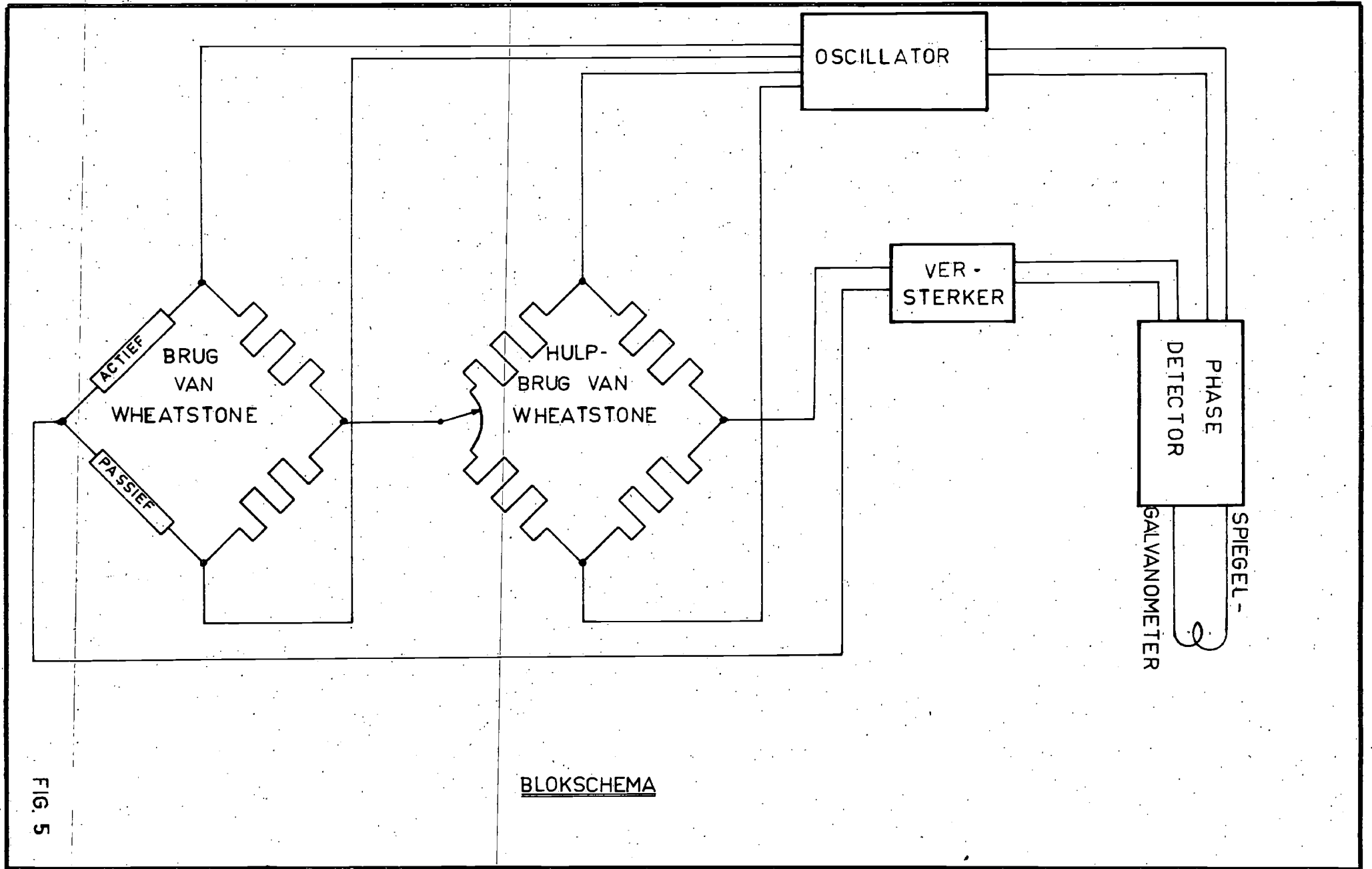


DYNAMISCHE SPANNINGEN
INCLUSIEF VOORSPANNINGEN



FIGUUR 4

LABORATORIUM VOOR SCHEEPSCONSTRUCTIES
— ONDERZOEK MOTORFRAME VOOR —
LSMIT & ZOONS' SCHEEPS-EN WERKTUIGBOUW N.V.



BLOKSCHEMA

FIG. 5