

MINISTERIE VAN LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek

Kommissie voor T.W.O.Z.

Voorzitter : F. Lievens, directeur-generaal

— 0 —

No 12

Eigende	het	
West	konom	bureau
Brugg	keeks	boek

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
Prinses Elisabethlaan 89
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059/80 37 13

De
Stabiliteit
van
Vissersvaartuigen

Werkgroep «Techniek in de Zeevisserij»

P. Hovart en A. Van Middeltem

Oktober 1964

MINISTERIE van LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek

Commissie voor T.W.O.Z.

N° 12

De

S T A B I L I T E I T

van

V I S S E R S V A A R T U I G E N

=====

Werkgroep "Techniek in de Zeevisserij"

P. Hovart en A. Van Middeltem

Oktober 1964

I N L E I D I N G .

De studie van de stabiliteit van vissersvaartuigen heeft in de jongste jaren sterk aan betekenis gewonnen en vormt trouwens voor de visserij een uitermate belangrijk onderzoekingsdomein.

Men mag vooropstellen dat een "voldoende" stabiliteit voor een vissersvaartuig even belangrijk is als een lage weerstand, een efficiënte voortstuwing en een voldoende sterkte en moet toelaten enerzijds de veiligheid van het schip en de bemanning te waarborgen en anderzijds het schip in staat te stellen zo lang mogelijk de visserij te beoefenen.

Het ligt echter zo, dat tal van factoren (deining, golven, krachten die op het schip optreden, kennis en bekwaamheid van de schipper enz.) de stabiliteit van een vaartuig beïnvloeden, zodat het bijzonder moeilijk valt één wel bepaald stabiliteitscriterium op te geven.

Het onderhavig rapport beoogt een eerste bijdrage te leveren tot de kennis van de stabiliteit van Belgische vissersvaartuigen, waarbij dan tevens uiteindelijk gedacht moet worden aan de mogelijkheid tot het invoeren van één of meerdere stabiliteitscriteria voor de vloot.

Het rapport behandelt, behalve enkele inleidende begrippen, het probleem van de stabiliteit van een vaartuig, de berekeningsmethodes en de resultaten van een eerste reeks onderzoekingen ; deze onderzoekingen werden uitgevoerd met de medewerking van het Bestuur van het Zeewezen en van de Binnenvaart te Oostende. Tenslotte worden enkele besluiten en overwegingen naar voren gebracht.

§ 1. BEGRIPPEN.

Alvorens de stabiliteit van een vaartuig, alsmede de stabiliteitsberekeningen te behandelen, is het van belang enkele begrippen (1) naar voren te brengen.

1. Stabiliteit in het algemeen.

In het algemeen verstaat men onder stabiliteit van een drijvend of zwevend lichaam het vermogen om na een helling, in de rechte stand terug te keren, als de oorzaak van die helling verdwijnt.

Wanneer dit begrip toegepast wordt op een vaartuig dan zou men kunnen vooropstellen dat de stabiliteit het vermogen of de eigenschap is om na een storing (wind, golven, verplaatsing van gewichten, uitwendige krachten die op het schip aangrijpen, bv. vislijnen enz...) tot de ruststand terug te keren.

2. Langsscheepse en dwarsscheepse stabiliteit.

De langsscheepse stabiliteit is de stabiliteit bij langsscheepse hellingshoeken, terwijl de dwarsscheepse stabiliteit de stabiliteit is bij dwarsscheepse hellingshoeken.

De langsscheepse stabiliteit is bij vaartuigen meestal altijd ruim voldoende, zodat alleen het begrip dwarsscheepse stabiliteit voor ogen gehouden moet worden.

3. Statische stabiliteit.

De statische stabiliteit van een schip bij een bepaalde dwarsscheepse helling kan gedefinieerd worden als het

(1) Zie W. Vrijlandt, met medewerking van J. Molenaar - Theoretische scheepsbouwkunde-Haarlem, De technische Uitgeverij H. Stam, 1962, blz. 69, 71 en 75.

moment van het koppel dat gevormd wordt door het scheepsgewicht en de (geprojecteerde) opdrijvende kracht bij die helling.

De statische stabiliteit is positief of negatief naar gelang het koppel de neiging heeft de helling te verkleinen of te vergroten, m.a.w. oprichtend of kenterend is. Wanneer het gewicht en de (geprojecteerde) opdrijvende kracht in hellende stand een gemeenschappelijke werklijn hebben, vormen deze krachten geen koppel en is de statische stabiliteit nul.

4. Dynamische stabiliteit.

De dynamische stabiliteit bij dwarsscheepse helling is de arbeid die nodig is om het schip uit de rechte stand in die helling te brengen.

Ook deze stabiliteitsvorm kan positief, negatief of nul zijn.

§ 2. De stabiliteit van een vaartuig.

De stabiliteit van een vissersvaartuig is een uiterst belangrijk probleem dat vooral in betrekking staat tot de veiligheid van de bemanning en het schip, de vermoeienis van de bemanning, de bouwelementen enz.

Een schip dat een te kleine stabiliteit bezit, zal gemakkelijk onder invloed van uitwendige krachten, (zoals wind, trekkracht van de vislijnen, golven enz.) zijn stabiliteit verliezen met de gekende noodlottige gevolgen voor schip en bemanning. Het is bekend dat tijdens het binnenhalen van het net het schip een dwarse helling aanneemt, bv. langs stuurboordzijde. Een plotse golf- of windstoot langs bakboordzijde kan deze helling vergroten, waardoor de tijdens het slingeren opgehoopte kinetische energie zodanig groot gaat worden, dat het evenwicht verstoord wordt en het schip kapseist.

De storende invloeden van wind, golven enz. hebben tot gevolg dat hellende koppels ontstaan. Hierdoor zal het schip een aantal slingeringen ondergaan die bepalend zijn voor de berekening van GM (1). Een te hoge waarde van GM zal aanleiding geven tot korte slingerperioden (grote frequentie), hetgeen onaangenaam en vermoeiend werkt bij de opvarenden.

Een onvoldoende stabiliteit heeft tenslotte tot gevolg dat achteraf aan het vaartuig aanpassingswerken (toevoegen van ballast, wijzigen van bovenbouw) uitgevoerd moeten worden, die supplementaire kosten met zich meebrengen.

Het stabiliteitsprobleem heeft tevens een uiterst complex karakter.

Er moet vooreerst rekening worden gehouden met plaatselijke factoren, zoals de soort visserij, de beviste zee enz.

Verder hangt de stabiliteit af van verschillende factoren, met name : (a) de uitwendige storingen, zoals weersomstandigheden, deining, golven enz. (b) de inwendige krachten, d.w.z. de krachten die in het schip zelf optreden (apparatuur, motor, bovenbouw enz.) en (c) de kennis en bekwaamheid van de schipper.

Tenslotte heeft de evolutie van het bouwen van vissersvaartuigen een belangrijke invloed op de stabiliteit. Het ligt o.m. namelijk zo dat (a) de huidige motoren door de technische vooruitgang lichter geconstrueerd worden, (b) bij moderne vissersvaartuigen men de 4 of 6 trommellier, die (enkele ton weegt) ongeveer 1 à 1,5_m boven het dek monteert, hetgeen dus eveneens een verhoging van het zwaartepunt medebrengt en (c) met het oog op langere reizen grotere brandstof- en zoetwatertanks worden ingebouwd. Ook krijgt de brug meer en meer een hoge constructie en worden er meer en meer apparaten (decca, dieplood, radar, zender en ontvanger enz.) in

(1) Zie § 3.

de brug geïnstalleerd. Uiteindelijk wordt de constructie van de mast zwaarder en wordt vaak een dek aan de voorpiek aangebracht.

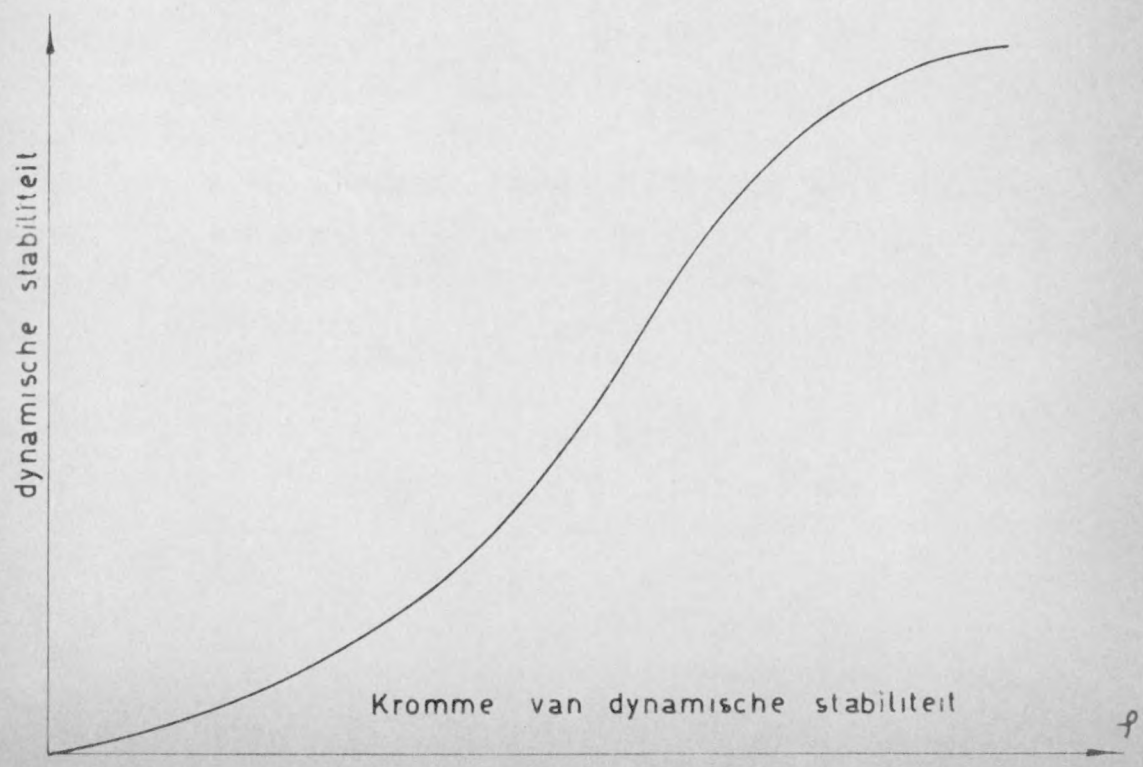
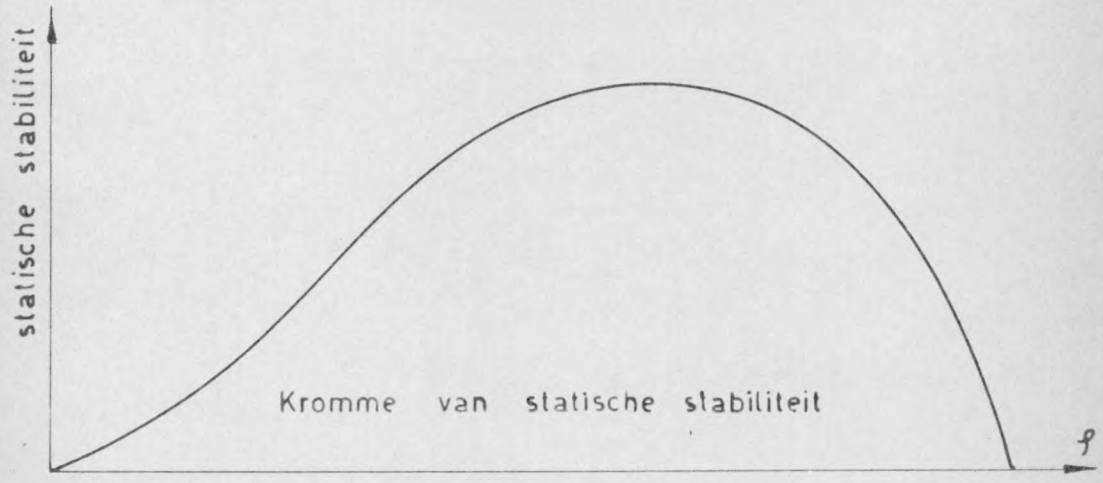
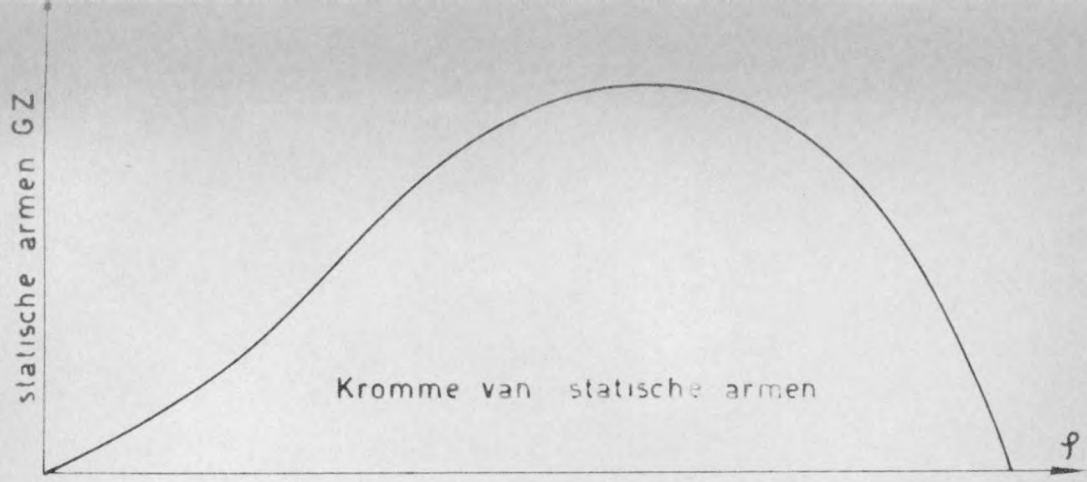
Uit dit alles vloeit voort dat het moeilijk is één wel bepaald criterium voor de stabiliteit op te geven.

In een aantal landen bestaan stabiliteitscriteria (zie tabel 1), die gebaseerd zijn op analytische methodes van grootheden als : de GZ kromme of statische stabiliteitsarm, de hoek φ_e of hellingshoek waarbij het water het dek raakt, de hoek φ_s of hellingshoek waarbij GZ maximum is, de hoek φ_r of hellingshoek waarbij GZ gelijk is aan nul, e of dynamische stabiliteitsarm, M_{caps} of kapseizingsmoment, f of vrijboord en GM of dwarsmetacenterhoogte.

Tabel 1 - Stabiliteitscriteria in enkele landen (a).

Land	Parameters voor het criterium
Japan	f en GM_0
Nederland	GM_0 GZ; φ_e ; φ_s en e (Rahola)
Groot-Brittannië	f
U.S.A.	f; GM_0
U.S.S.R.	GM_0 ; GZ ; M_{caps}
Zweden	GM_0 ; GZ ; φ_e ; φ_s en e
Canada	GM
Duitsland	GM_0 ; GZ ; φ_s ; φ_r ; φ_e enz.

(a) F.A.O. - Fishing Vessel Stability Meeting - Summary of National Criteria on Stability of Fishing Vessels.



Figuur 1

In andere landen steunt men zich voor het bepalen van de stabiliteit op technisch getraind personeel of op de intuïtie van ervaren personen.

In België is enkel een stabiliteitsreglementering voorgeschreven voor schepen, ook vissersvaartuigen, met een brutotonnage van boven de 200.

Het K.B. van 12 december 1957 bepaalt dat het schip aan een hellingproef moet onderworpen worden en dat voldoende gegevens betreffende de stabiliteit moeten voorgelegd worden.

§ 3. METHODEN TOT BEREKENING VAN DE STABILITEIT.

Er bestaan heel wat methoden om de stabiliteit van een vaartuig te berekenen, doch onder de meest eenvoudige vallen : de methoden tot het bepalen van de dynamische stabiliteit, de methode van Rahola, de methode van Nickum en de methode van de GM.

A. Dynamische stabiliteit.

Zoals verder zal blijken, is de statische stabiliteitsarm GZ funktie van de hellingshoek φ . Indien men de lengte van deze arm GZ uitzet voor de diverse hoeken φ , bekomt men de kromme van statische armen. Wanneer de kromme van statische armen bekend is, kan men hieruit de kromme van statische stabiliteitsmomenten of kromme van statische stabiliteit afleiden. Het volstaat dan voor elke hoek φ de arm GZ te vermenigvuldigen met het scheepsgewicht. De grafische voorstellingen van deze funkties zijn weergegeven in figuur 1.

Het bepalen van de dynamische stabiliteit bestaat in het berekenen van de oppervlakte onder de stabiliteitskromme voor een gegeven hoek φ of op het berekenen van de integraal van de kromme. In de grond komt deze methode neer op het bepalen van de arbeid die men moet verwezenlijken om een schip een bepaalde helling te geven.

Bij de berekening wordt uitgegaan van het lijnenplan van het vaartuig, doch zij ondervindt volgende moeilijkheden : (a) meestal is het lijnenplan van het vaartuig niet voorhanden en het is ook zo dat bij de bouw vaak van het lijnenplan wordt afgeweken, (b) de berekende stabiliteitskromme geldt slechts voor één bepaalde lastlijn. Deze lastlijn varieert echter met de diepgang, de lading en het golwingspatroon langs het schip en (c) de berekening vergt heel wat tijd wanneer men niet over een computer kan beschikken.

Om deze moeilijkheden enigszins te ondervangen, heeft men in de praktijk minimumwaarden gesteld aan de dynamische stabiliteitsarm. Dit vormt echter slechts een hulpmiddel om de langdurige berekeningen uit te schakelen.

B. Methoden van Rahola.

De stabiliteitsberekening van Rahola (1) steunt op het bepalen en van de kromme van de statische stabiliteitsarmen en van de dynamische stabiliteitsarmen.

Rahola geeft aan de statische stabiliteitsarmen volgende minimumwaarden :

$$GZ_s = 0,14 \text{ m voor } \varphi = 20^\circ$$

$$GZ_s = 0,20 \text{ m voor } \varphi = 30^\circ$$

met $\varphi_s \geq 40^\circ$ (φ_s = hellingshoek, waarbij GZ maximum is)

De dynamische stabiliteitsarm dient een minimumwaarde te bezitten van 0,08 m bij een hellingshoek φ_p .

$$\text{voor } \varphi_s \geq 40 \text{ is } \varphi_p = 40^\circ$$

$$\text{voor } \varphi_s < 40 \text{ is } \varphi_p = \varphi_f$$

met φ_f = hoek waarbij het water in het schip komt.

(1) J.G. de Wit report on the problems of the stability required by Fishing Vessels.

Daar de stabiliteitsberekeningen volgens Rahola gebaseerd zijn op een theoretische basis, moet men over het lijnenplan beschikken om de kromme van statische en dynamische armen te kunnen bepalen. Het lijnenplan kan echter vervangen worden door het uitvoeren van proeven op modellen en het gebruik van een speciale stabiliteitsbalans. Als nadeel geldt dan echter dat de ligging van het zwaartepunt van het model moet overeenkomen met deze van het schip op ware grootte.

C. Methode van Nickum.

De methode van Nickum berust op berekeningen in verband met het vrijboord en de GM. (1). Aan deze gegevens kent Nickum bepaalde minimumwaarden toe, die dan als stabiliteitscriteria kunnen dienen.

Volgens Nickum geldt :

$$1. GM \gg \frac{B}{10} \text{ of } 61 \text{ cm}$$

$$2. \frac{f}{B} + \frac{FA}{L \cdot B} \gg 0,15$$

waarbij : f = afstand van het wateroppervlakte tot het dek, gemeten in het midden van het schip

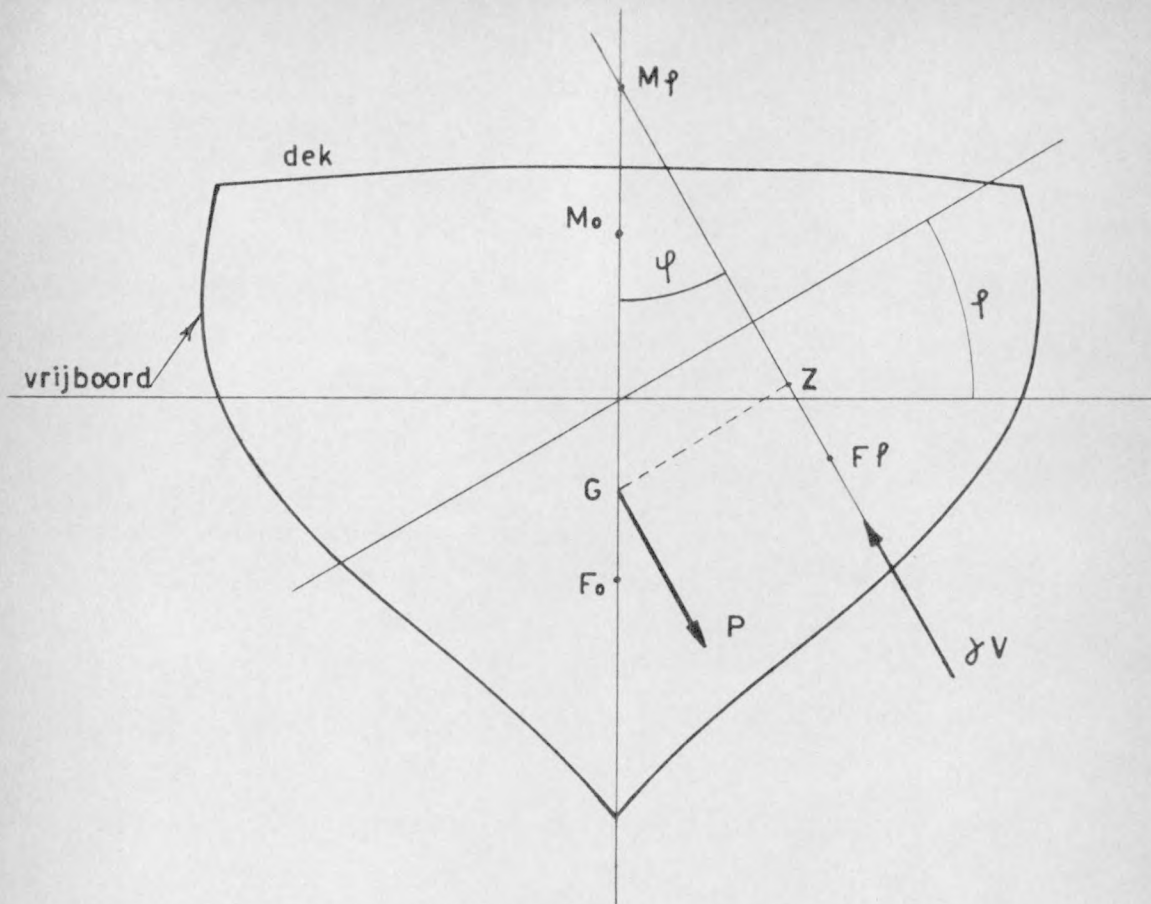
B = grootste breedte

L = lengte van het schip (meetbrief)

FA = geprojecteerde oppervlakte van het vrijboord op een vertikaal vlak volgens langsrichting.

De gegevens f, B, L en FA kunnen bekomen worden door een reeks metingen en bij toepassing van de regels moet de waarde van GM en van het vrijboord gelijk zijn of groter dan respectievelijk 61 cm en 0,15.

(1) G.C. Nickum - Proposed stability criteria - in Fishing Boats of the World - F.A.O., 1955, blz. 320 - 322.



Figuur 2

M_0 = metacentrum bij een hellingshoek $\varphi = 0$

G = zwaartepunt van het schip

F_0 = drukkingspunt of zwaartepunt van de verplaatste vloeistof
bij een hellingshoek $\varphi = 0$

M_φ = metacentrum bij een hellingshoek φ

F_φ = drukkingspunt bij een hellingshoek φ

P = gewicht van het vaartuig

V = waterverplaatsing

δ = soortelijk gewicht van de vloeistof

$P = \delta V$ = opwaartse kracht

D. Methode van de GM.

De methode van de GM bestaat in het bepalen van de afstand van het zwaartepunt van het schip tot het dwarsmeta-centrum (of snijpunt van de opwaartse kracht met het langsymmetrievlak) bij een hellingshoek $\varphi = 0$.

Een schip zal in evenwicht zijn, wanneer zijn gewicht gelijk is aan dat van de verplaatste vloeistof en het zwaartepunt (G) en het drukkingspunt (F) op één vertikale lijn liggen of samenvallen.

Wanneer een schip gaat hellen onder een hoek φ , ontstaat er een oprichtend koppel of stabiliteitskoppel. Dit koppel heeft als waarde $P \times GZ$. (kracht \times arm) (zie figuur 2).

Nu is de statische stabiliteitsarm $GZ = GM \varphi \cdot \sin \varphi$

De waarde $GM \varphi$ kan ook onder volgende vorm geschreven worden :

$$GM \varphi = M \varphi F_0 - G F_0$$

Indien gesteld wordt dat :

$$M \varphi F_0 = r \text{ en } G F_0 = a$$

bekomt men voor de statische stabiliteitsarm :

$$GZ = (r - a) \sin \varphi$$

De waarde van r kan nog onder de volgende vorm geschreven worden :

$$r = \frac{I \varphi}{V}$$

waarbij $I \varphi$ gelijk is aan het traagheidsmoment van de oppervlakte, bepaald door de lastlijn bij een bepaalde hellingshoek φ .

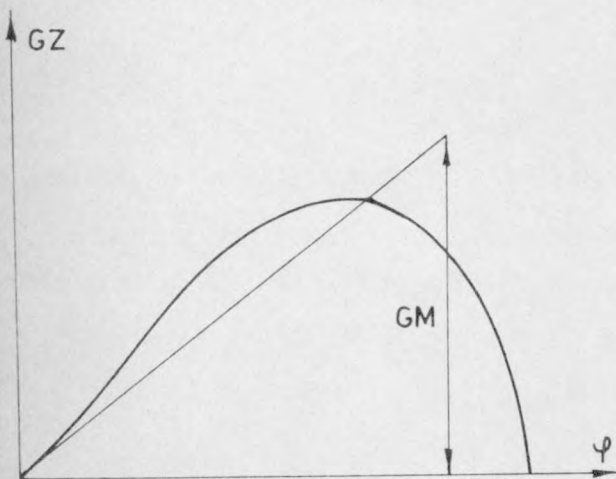
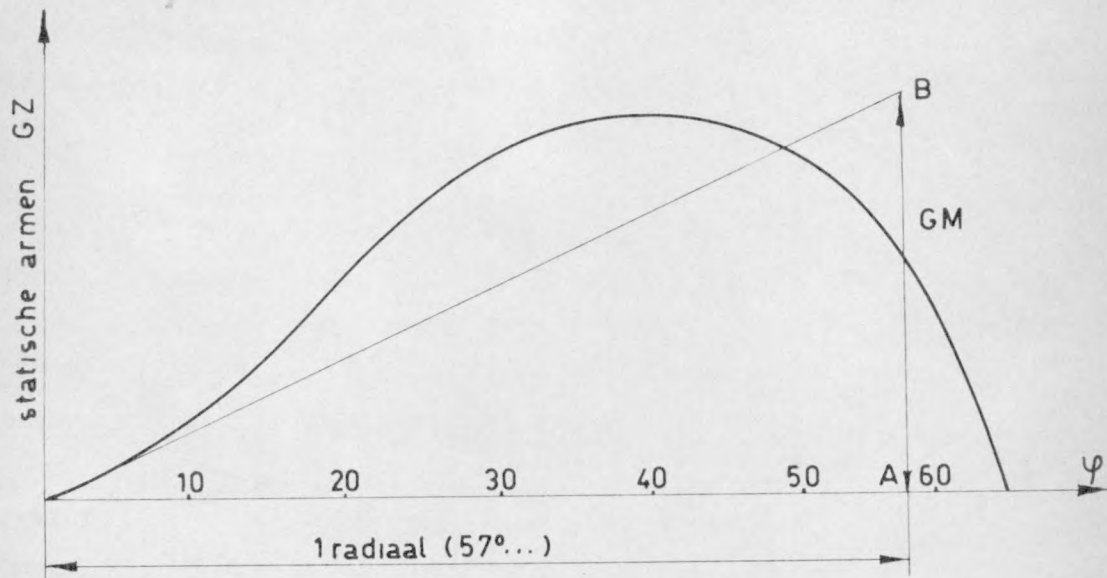
Hieruit volgt dat $I \varphi$ afhankelijk of funktie is van de hoek φ

$$I \varphi = f_1(\varphi), \text{ zodat ook } r \text{ een funktie is van de}$$

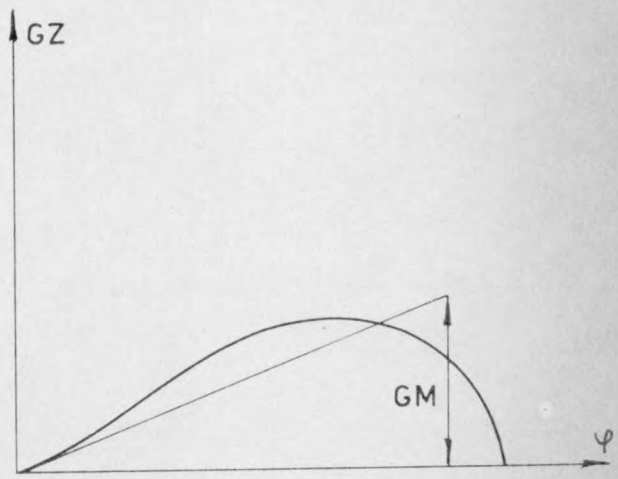
helling φ

$$r = f_2(\varphi)$$

Figuur 3



grote GM
grote stabiliteit



kleine GM
kleine stabiliteit

Figuur 4

Verder is $a = GF_0$ of de afstand van het zwaartepunt tot het drukkingspunt en heeft een constante waarde.

De stabiliteitsarm GZ kan voor verschillende waarden van φ en bij constante waterverplaatsing berekend en uitgezet worden (figuur 3).

Wanneer enerzijds in de oorsprong ($\varphi = 0$) een raaklijn aan de kromme wordt getrokken en anderzijds bij $\varphi = 1$ radiaal (57°..) een rechte evenwijdig aan de GZ-as wordt opgericht, dan stelt de afstand AB de GM_0 of kortweg de GM voor. Hoe groter de GM, hoe groter de stabiliteit. (figuur 4).

De berekening van de GM kan op twee wijzen geschieden, nl. (a) door een hellingproef en (b) door een slingerproef.

a. De hellingproef (figuur 5)

De hellingproef wordt uitgevoerd door het aan boord verplaatsen van gewichten (p), waarbij dan door middel van een slinger de waarde van $\text{tg } \varphi$ bepaald kan worden.

Het gewicht p wordt horizontaal verplaatst over een afstand b.

Het verschuivingskoppel (of kenterend moment in hellende stand) $b.p.\cos \varphi$ maakt evenwicht met het dwarsscheepse stabiliteitskoppel $P.GM.\sin \varphi$ (P = het totale scheepsgewicht).

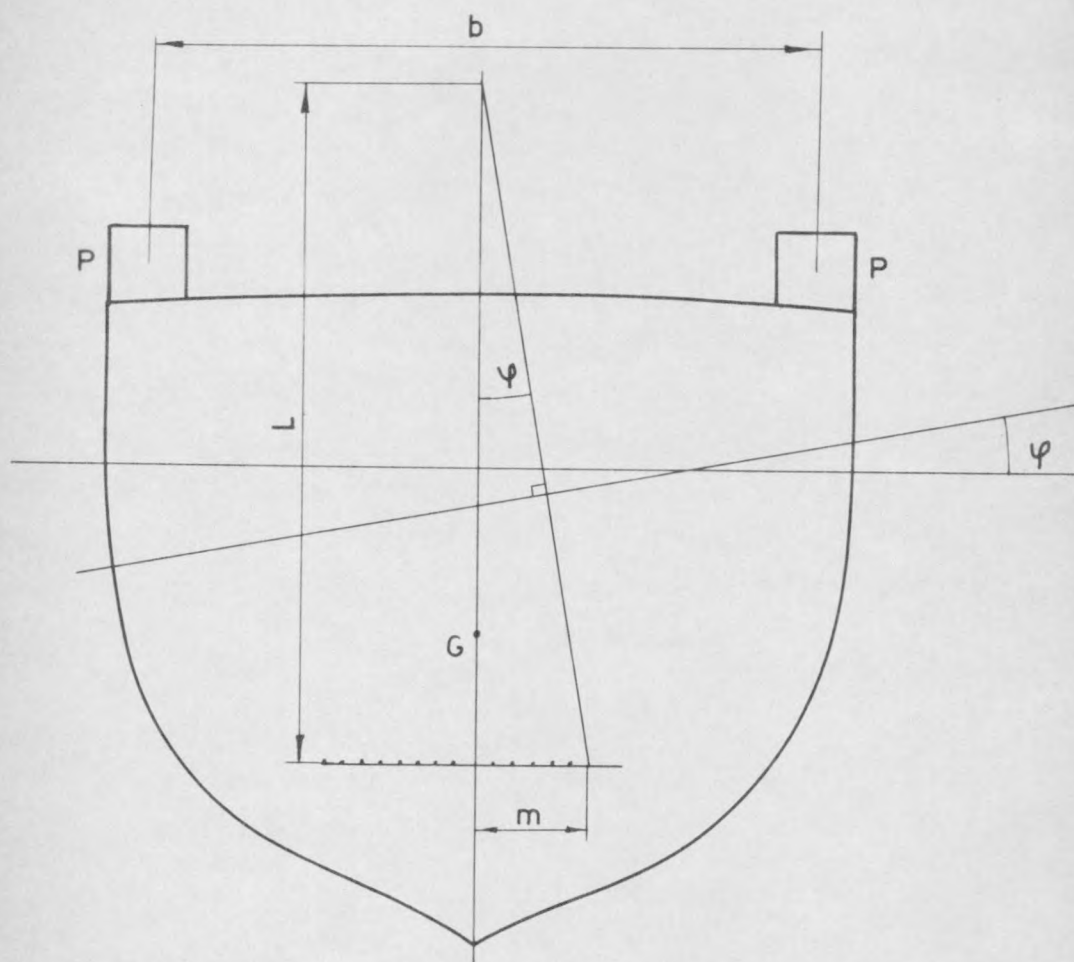
$$b.p.\cos \varphi = P.GM.\sin \varphi$$

of na deling door $\cos \varphi$

$$b.p = P.GM.\text{tg } \varphi$$

$$GM = \frac{b.p}{P.\text{tg } \varphi}, \text{ met } \text{tg } \varphi = \frac{m}{L}$$

HELLINGPROEF



Figuur 5

De methode van de hellingproef heeft echter een aantal nadelen, die vooral tot uiting komen wanneer zij toegepast wordt op kleine schepen (minder dan 35 m), met name :

- 1) Over het algemeen is P niet gekend.

Om de waarde van P te kunnen bepalen, dient men over het lijnenplan te beschikken. Hiernede kan men dan de waterverplaatsing V berekenen, waaruit dan $P = \gamma V$, (γ = soortelijk gewicht van de vloeistof) volgt. Deze waarde van P kan nochtans niet altijd nauwkeurig bepaald worden, daar ook nog andere factoren, die enkel kunnen geschat worden, een grote invloed hebben op de waterverplaatsing, zoals de afwijkingen t.o.v. het lijnenplan enz...

- 2) De waarde van $\text{tg } \varphi$ moet bepaald worden door middel van een slinger. Daar kleine schepen praktisch nooit stil liggen (wind, voorbij varende schepen, deining, personen die zich verplaatsen aan boord) is een nauwkeurige aflezing niet te verwezenlijken, zodat men zich in de meeste gevallen tevreden moet stellen met een gemiddelde waarde.

b. De slingerproef.

Proefondervindelijk werd uitgemaakt dat de waarde van GM door de volgende betrekking kan worden weergegeven (1) :

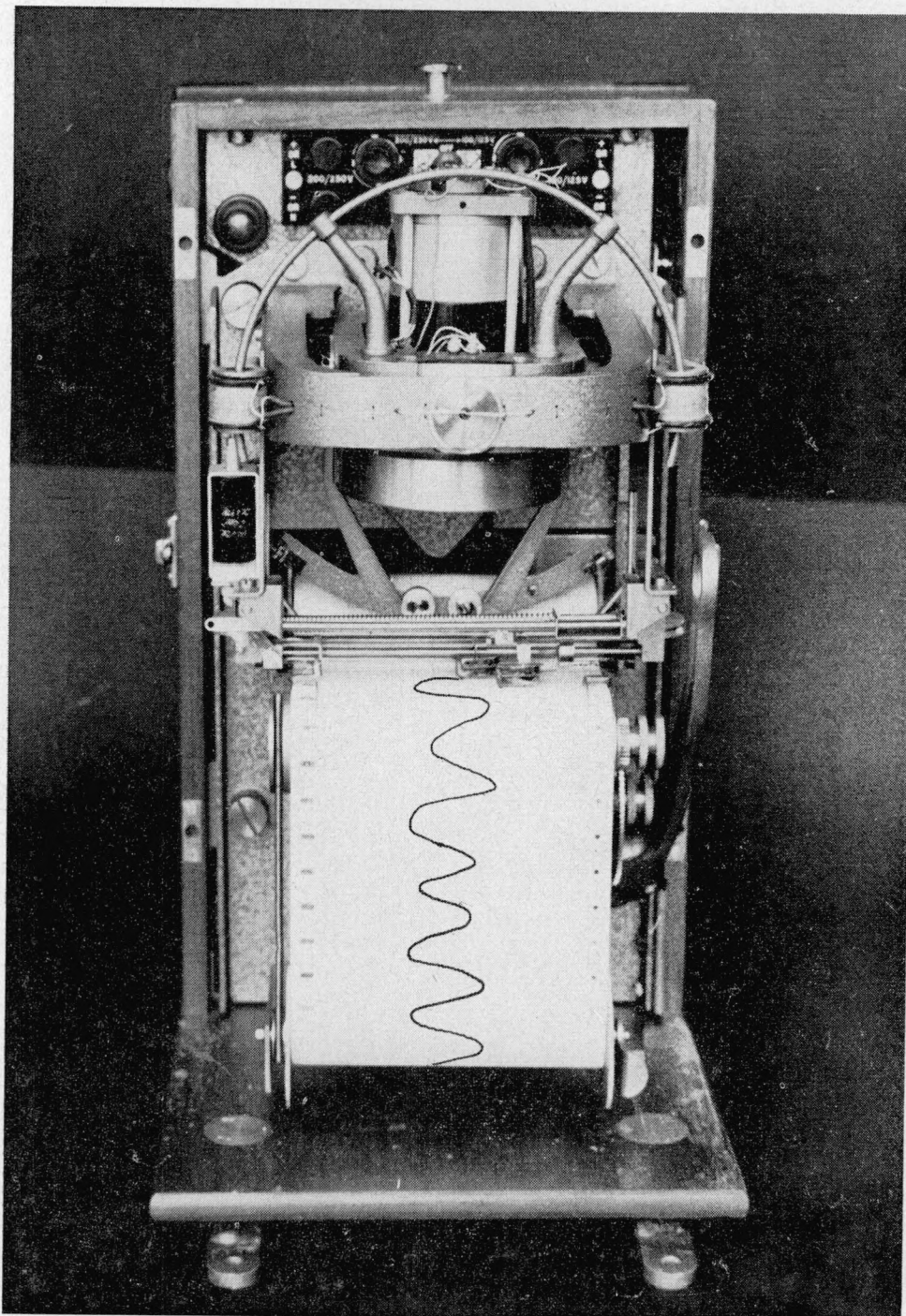
$$GM = \left(\frac{2m B}{T} \right)^2$$

waarbij : m = 0,40 voor vaartuigen die naar de visserij vertrekken of 0,38 voor vaartuigen die van de visserij komen.

B = grootste breedte van het schip in meter.

T = slingerperiode in sec.

(1) W. Möckel - Behaviour of Trawlers at Sea - in Fishing Boats of the World, F.A.O., 1955, blz. 328.



FIGUR 6

Wanneer de $GM \gg 2$ voet of 61 cm, mag men over het algemeen aannemen dat de stabiliteit goed is.

De waarde van B wordt bepaald door een eenvoudige meting, terwijl de waarde van T gemakkelijk gevonden kan worden met de "Roll recorder" (zie figuur 6).

Deze "Roll Recorder" is een meetinstrument dat toelaat een continue en grafische voorstelling te geven van de scheepshelling (1). De recorder is verder o.m. voorzien van (a) een gyroscoop, die bestaat uit een electromotor met vliegwiel, (b) een schrijfpensysteem, (c) een klokmechanisme voor de papieraandrijving, (d) een stel spoelen en (e) een stel wisselwielen.

De gyroscoop wentelt met een grote snelheid om een vertikale as en is zodanig gelagerd dat de lengteas van de gyroscoop vertikaal blijft. Speciale elektrische spoelen zorgen ervoor dat de praecessie (2), veroorzaakt door versnellingen tengevolge van snelheidsveranderingen, tot een minimum herleid worden.

Het papier verplaatst zich in verticale richting, terwijl de schrijfpennen zich loodrecht verplaatst t.o.v. de papierbeweging.

Teneinde de GM te bepalen aan de hand van de formule

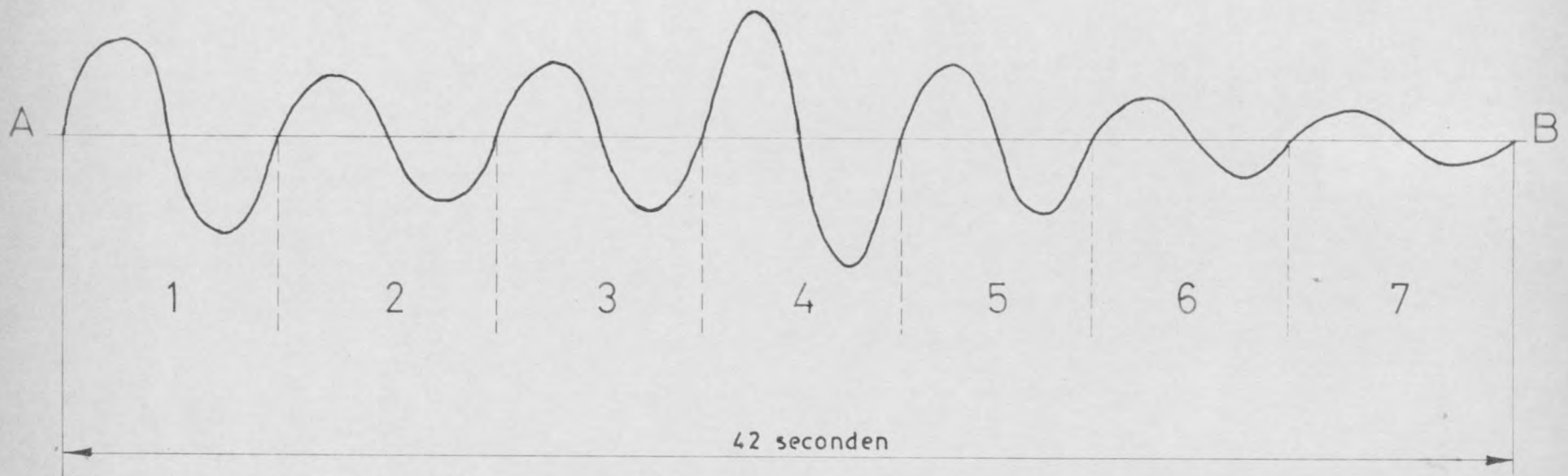
$$GM = \left(\frac{2 \pi B}{T} \right)^2, \text{ dient men de slingerperiode } T \text{ te bepalen.}$$

Hiervoor gaat men als volgt te werk : men telt het aantal volledige slingeringen gedurende een bepaalde willekeurige tijd. Deze tijd wordt bepaald door middel van een chronometer. Op figuur 7 komt de doorlopen afstand AB overeen met een tijd van 42 sec.

(1) Zowel de langsscheepse als dwarsscheepse helling kan weergegeven worden ; alleen de dwarsscheepse helling is van belang bij de studie.

(2) Verandering van de stand van de as.

Slingerperioden van een schip



Figuur 7

Gedurende deze tijd worden zeven slingeringen genoteerd. Men heeft aldus 7 perioden in 42 sec, of één periode (volledige slingering) komt overeen met 6 sec, bijgevolg is $T = 6$ sec.

Een voorbeeld kan deze berekeningswijze toelichten.

Bij een schip van 6,40 m breedte en een slingerperiode van 5,6 sec, bedraagt de $GM = \left(\frac{2 \times 0,38 \times 6,40}{5,6} \right)^2 = 75$ cm > 61 cm hetgeen op een voldoende stabiliteit wijst.

§ 4. PROEFNEMINGEN.

Onder de huidige omstandigheden is de roll recorder voor de stabiliteitsberekening door de GM bepaling een eenvoudig en praktisch middel. Aan de hand van deze roll recorder werden aan boord van Belgische vissersvaartuigen waarnemingen uitgevoerd om enig inzicht te verkrijgen in de stabiliteit. De resultaten zijn opgenomen in tabel 2.

Uit de tabel blijkt dat de metingen die aan boord van enkele Belgische vissersvaartuigen werden uitgevoerd volgens de GM methode, op een voldoende stabiliteit wijzen.

Enkele schepen, die niet in de tabel zijn opgenomen, hadden een GM waarde beneden de 60 cm. Deze vaartuigen mogen echter niet als onstabiel beschouwd worden, daar nog rekening moet worden gehouden met andere factoren, zoals de hoogte van het vrijboord.

Tabel 2 - Resultaten van stabiliteitsproeven met Belgische vissersvaartuigen (a).

BRT	PK	L	B	T	$\left(\frac{2 \times 0,4 \times B}{T}\right)^2$
50	150	18	5,40	5,5	63
50	175	19	5,40	4,6	91
60	200	18	5,65	5,6	64
70	160	21	6,00	5,2	86
70	240	20	6,00	6,0	63
75	250	21	5,85	5,3	79
80	200	20	6,15	5,4	83
90	250	24	6,30	5,7	79
95	250	24	6,30	5,7	70
95	300	24	6,30	5,6	81
100	300	27	6,25	6,2	64
100	300	26	6,00	5,7	71
100	350	25	6,30	5,7	79
100	375	25	6,40	5,7	81
100	375	27	6,35	5,5	85

(a) L (lengte) en B (breedte) zijn de afmetingen volgens de meetbrief.

T : rolperiode in sec.

§ 5. BESLUITEN EN OVERWEGINGEN.

1. Uit de formule $GM = \left(\frac{2 \cdot n \cdot B}{T}\right)^2$ blijkt, dat de stabiliteit rechtstreeks evenredig is met het kwadraat van de breedte. Men heeft er dan ook alle belang bij, bij het ontwerpen van een schip en al naar gelang de omstandigheden, de breedte zo groot mogelijk te nemen.

2. GM is de afstand van het zwaartepunt G van het schip tot het metacentrum M (snijpunt van de opwaartse kracht met het langssymmetrievlak in het schip).

Om deze afstand zo groot mogelijk te maken dient het zwaartepunt G zo laag mogelijk gehouden te worden, zonder de waarde van het vrijboord uit het oog te verliezen.

3. Onder de huidige omstandigheden vormt de roll recorder voor de GM bepaling een uiterst praktisch middel tot stabiliteitsberekening.
4. Uit de tot nog toe uitgevoerde berekeningen komt naar voren dat de Belgische vloot een voldoende stabiliteit bezit. Bij een te kleine waarde van GM werden anderzijds de nodige schikkingen getroffen om deze op te voeren (ballast, bovenbouw aanpassen, zwaardere kiel, enz.). Na deze toestandsveranderingen werd het schip opnieuw aan een stabiliteitsproef onderworpen, die uitwees dat de GM voldoende toegenomen was.
5. Het ligt in de bedoeling de proefnemingen verder te zetten, teneinde tot de invoering van een criterium te kunnen overgaan.

