

Meetrapport : torsiestijfheid van een pijp zonder sleuf

Citation for published version (APA):

Zon, van, N. H. G. (1966). *Meetrapport : torsiestijfheid van een pijp zonder sleuf*. (DCT rapporten; Vol. 1966.004). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1966

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

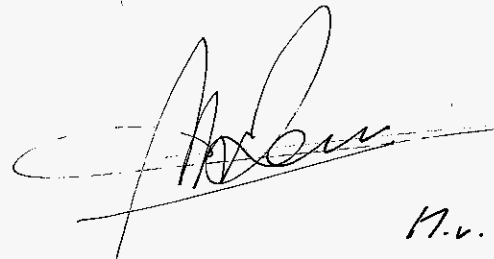
WE 66-04.

Meetrapport: Torsiestijfheid van een pijp
zonder sleuf.

Inhoud:

1. Doel van de proef.
2. Proefstuk, proefopstelling en gebruikte apparatuur.
3. Ultraoering meting.
4. Bepaling Roekverdraaiing φ , torsiestijfheid GIp en glijdings modulus G .
5. Fouten discussie.
6. Eindresultaten.

Eindhoven, februari 1966.



H. v. Zon.

1. Doel van de proef.

De bepaling van de torsiestijfheid (GI_p) van een
cirkelvormige pijp $51 \times 1 \times 150$.
Controle van het rotatiecentrum bij wringing.

2. Proefstuk, proefopstelling en gebruikte apparatuur.

2.1. Proefstuk:

Het proefstuk is een cirkelvormige pijp.
Zie fig. 2.1.
Materiaal proefstuk is St. 37.

2.2. Proefopstelling:

Bovenaanzicht: zie fig. 2.2.
Scheve projectie: zie fig. 2.3.
In plaats van de meetklokken 2 en 3
zijn inductieve verplaatsingsopnemers
gebruikt, die geijkt zijn op de meet-
klokken 1 en 4.

2.3. Apparatuur:

Inductieve verplaatsingsopnemers.
Philips PR 01/9310.
no. 1222 en 1092.

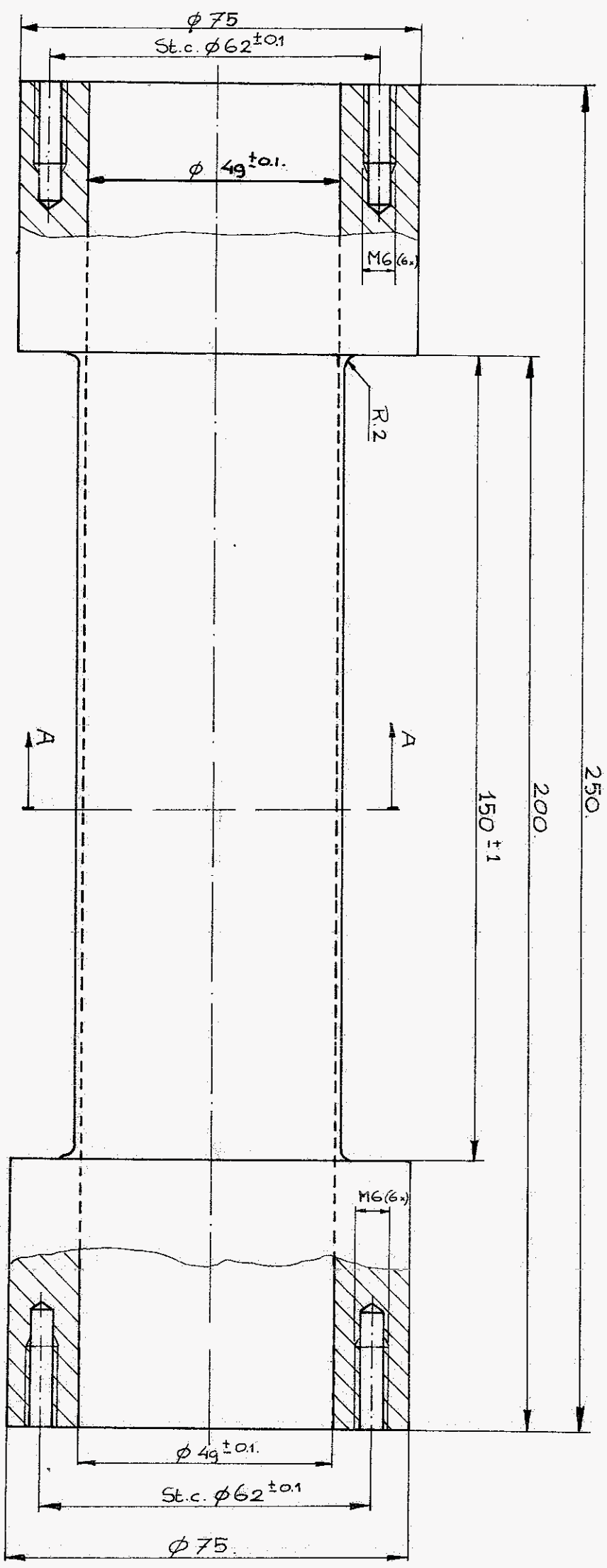
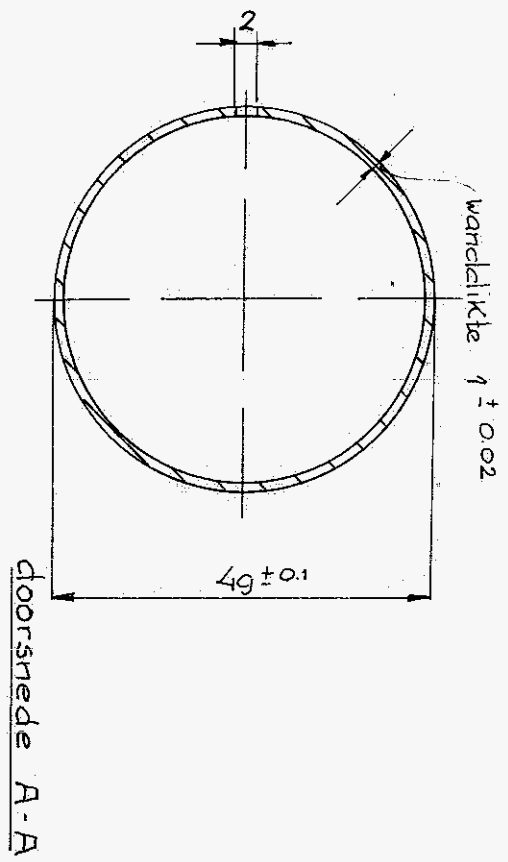
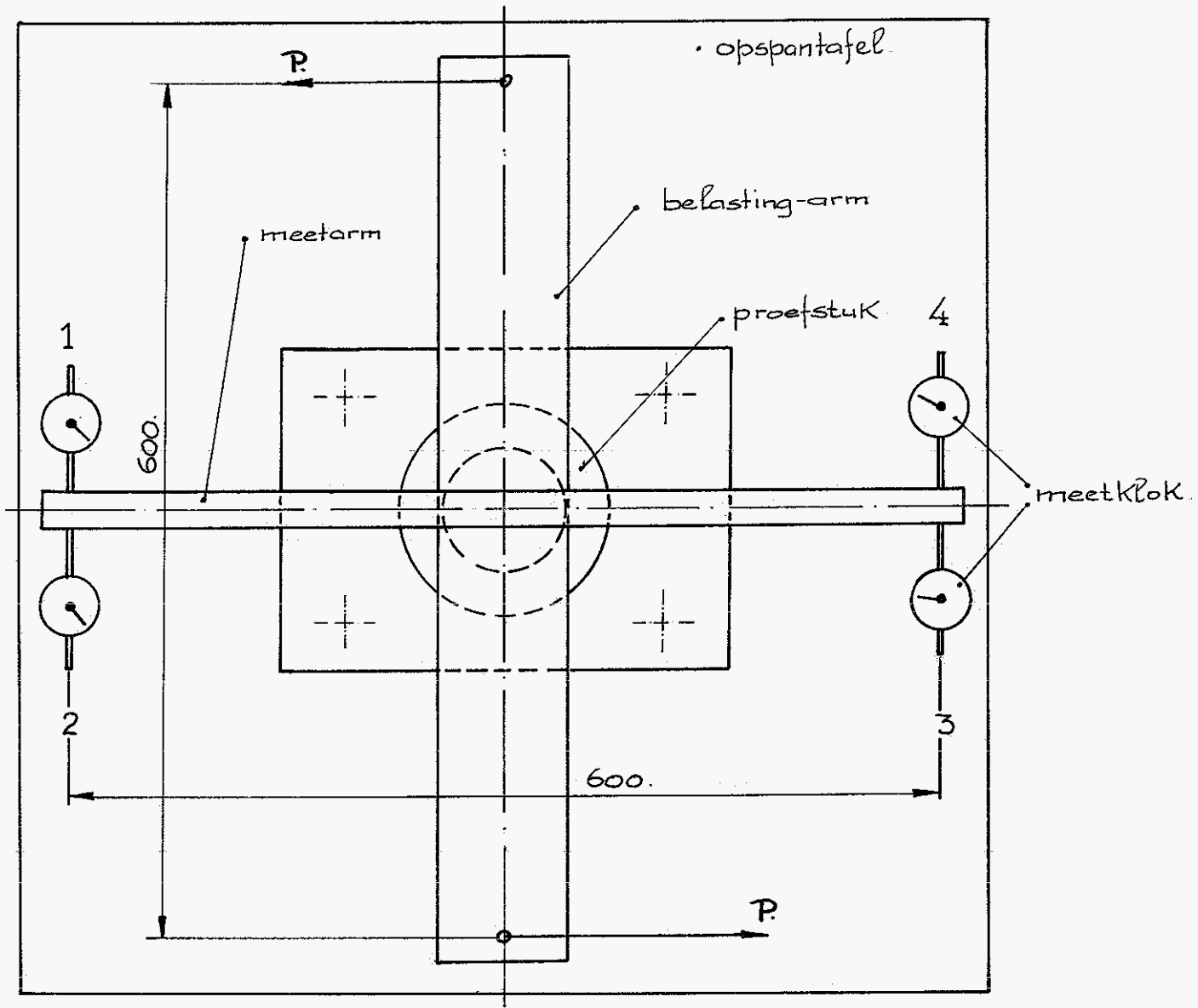


fig. 2.1.



Bovenaanzicht opstelling
kleine wringpijp.

fig. 2.2.

Opstelling korte wringpijp.

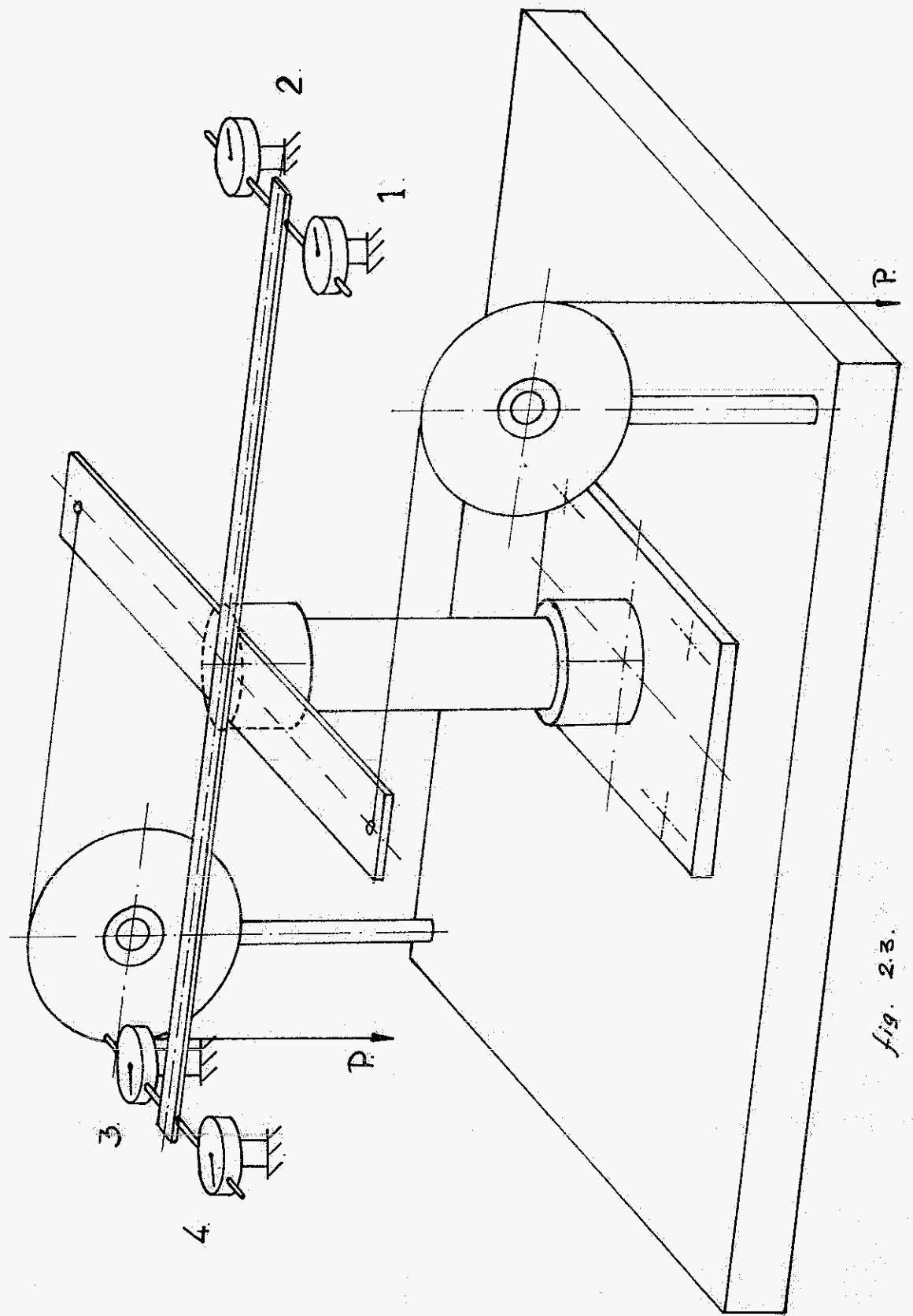


fig. 23.

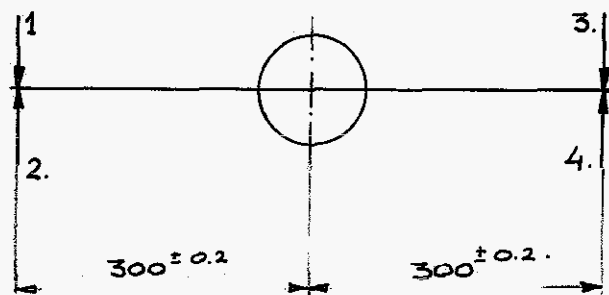
Verplaatsingsmeter: Philips PR 9300
WE 223 en WE 155.
meetbereik: 0,1 m.m.

Meetklokken: Johansen "Microkator"
WT 0521 en WT 0398.

3. Luchtvoering meting:

Gemeten met meetklokken en inductieve opnemers.
De belasting wordt aangebracht in stappen van 0,5 kgf tot een max. van 3 kgf. en terug, aan een arm van 60 cm.

Deze metingen werden 2 maal herhaald.
(zie blz. 167 in Het Logboek v.d. Hr. v. Zorn.)
Voor de gemiddelde verplaatsing van de meetpunten per kgfm zie fig. 3.



(fig 3.)

| | | | |
|----------|------------|-------|-----------|
| Lltslag: | Klok 1: | 53,90 | N / kgfm. |
| | Opnemer 2: | 54,20 | " |
| | Klok 3: | 54,70 | " |
| | Opnemer 4: | 54,70 | " |

∴ Gemiddeld: 54,40 μ / kgfm

4. Bepaling Hoekverdraaiing (φ), torsiestijfheid (GI_p) en glijdingmodulus (G).

4.1. Bepaling Hoekverdraaiing:

$$\varphi = \frac{\text{gemidd. uitwijking / kgfm}}{\text{arm}} = \frac{0,544}{300} = \underline{\underline{0,182 \cdot 10^{-3} \text{ rad / kgfm}}}$$

4.2. Bepaling torsiestijfheid:

$$\varphi = \frac{M_w \cdot l}{G \cdot I_p}$$

$$M_w = 100 \text{ KGfcm.}$$

$$l = 15 \text{ cm.}$$

$$\varphi = 0,182 \cdot 10^{-3} \text{ rad / kgfm.}$$

$$G \cdot I_p = \frac{M_w \cdot l}{\varphi} = \frac{100 \cdot 15}{0,182 \cdot 10^{-3}} = \underline{\underline{8,25 \cdot 10^6 \text{ KGcm}^2}}$$

4.3. Bepaling. Grbijdingsmodulus.

$$G \cdot I_p = 8,25 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2.$$

$$I_p = 0,1 (D^4 - d^4) = 0,1 (5,1^4 - 4,9^4) = \underline{9,904 \text{ cm}^4}.$$

$$G = \frac{8,25 \cdot 10^6}{I_p} = \underline{\underline{8,33 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2}}$$

5. Foutendiscussie.

5.1. Mogelijke fouten:

- a. Fout in meetarm = $\pm 0,5 \text{ mm}$.
- b. " " belastingsarm = $\pm 0,3 \text{ mm}$.
- c. Doorbuiging statieven:
by volle schaaluitslag: 0,5 schaaldeel
= 0,5 %.
- d. Fout in ijken inductieve
opnemers = $\pm 1 \%$.
- e. Aflezen klokken = $\pm 0,25 \mu$
- f. " opnemers = $\pm 0,25 \mu$.
- g. Fout in gewichten = $+ 0,4 \%$.
- h. Wrijvingsverliezen
in looprollen = 0,3 %.

5.2. Standaarddeviatie:

$$5.2.1 \text{ Gemidd. uitslag klokken: } \frac{194 + 194 + 197 + 196.5}{4.12} = \underline{16.30} \mu / 0.5 \text{ kg}$$

$$\text{Gemidd. uitslag opnemers: } \frac{195 + 195 + 197 + 197}{4.12} = \underline{16.33} \mu / 0.5 \text{ kg}$$

$$\sigma_{\text{klokken}} = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{421 \cdot 10^{-2}}{47}} = \approx \underline{0.3} \mu$$

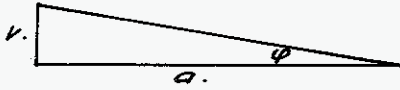
$$\sigma_{\text{opnemers}} = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{386 \cdot 10^{-2}}{47}} = \approx 0.3 \mu$$

$$3\sigma = 3 \cdot 0.3 \approx 1 \mu$$

Dus de mogelijke fout in 't gemiddelde is $\frac{1}{n} = \frac{1}{48} \approx \underline{0.02} \mu$

$$\begin{aligned} \text{Gemidd. uitslag klokken} &= 16.30 \pm 0.02 \mu \text{ of } \pm 0.13\% \\ \text{" " opnemers} &= 16.33 \pm 0.02 \mu \text{ of } \pm 0.13\% \end{aligned}$$

5.2.2 Door het ijken van de opnemers kan nog een extra fout geïntroduceerd zijn van $\pm 1\%$. Gezien echter de meetresultaten nemen we als gemiddelde uitslag: $\underline{16.32} \mu \pm 0.2\%$ per 0.5 kgf.

5.3. Nauwkeurigheid van de Roekverdraaiing φ .

v = gemidd. uitslag / 0,5 kgf.

a = arm.

φ = Roekverdraaiing. (in rad.)

$$\varphi = \frac{v}{a}$$

$$\Delta \varphi = \sqrt{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial v} \Delta v\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial a} \Delta a\right)^2}$$

$$\Delta \varphi = \sqrt{\left(\frac{\Delta v}{a}\right)^2 + \left(-\frac{v}{a^2} \Delta a\right)^2}$$

$$\frac{\Delta \varphi}{\varphi} = \sqrt{\left(\frac{\Delta v}{v}\right)^2 + \left(-\frac{\Delta a}{a}\right)^2}$$

$$\frac{\Delta \varphi}{\varphi} = \sqrt{\left(\frac{0,03}{16,30}\right)^2 + \left(-\frac{0,5}{300}\right)^2}$$

of in % $\frac{\Delta \varphi}{\varphi} = \sqrt{(0,2)^2 + (-0,17)^2} = 0,262 \approx \underline{\underline{0,3}} \%$

clus: $\varphi_{\text{berekend}} = \underline{\underline{0,182}} \cdot 10^{-3} \text{ rad} \pm 0,3 \% / \text{kgf/m.}$

5.4. Bepaling nauwkeurigheid van de berekende torsiestijfheid ($G \cdot I_p$)

$$\varphi = \frac{M_w \cdot l}{G \cdot I_p} \rightarrow G \cdot I_p = \frac{M_w \cdot l}{\varphi}$$

$$M_w = 100 \text{ Kgcm.}$$

$$M_w = l_1 \cdot G.$$

• l_1 : belastingsarm = $600 \pm 0,5 \text{ mm}$.

• mogelijke fout in G : $\pm 0,4 \%$.

$$\therefore \text{Mogelijke fout in } M_w = \sqrt{0,4^2 + 0,05^2} = \approx \underline{\underline{0,4 \%}}$$

$$l = \text{lengte wringpijpje} = 150 \pm 0,3 \%$$

$$\therefore \text{mogelijke fout in } M_w \cdot l = \sqrt{0,4^2 + 0,3^2} = \underline{\underline{0,5 \%}}$$

$$G \cdot I_p = \frac{(M_w \cdot l) \pm 0,5 \%}{\varphi \pm 0,3 \%}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{Mogelijke fout in } G \cdot I_p &= \sqrt{(\text{Fout } M_w \cdot l)^2 + (\text{Fout } \varphi)^2} \\ &= \sqrt{0,5^2 + 0,3^2} = \approx \underline{\underline{0,6 \%}} \end{aligned}$$

$$\therefore G \cdot I_p = \underline{\underline{8,25 \cdot 10^6}} \text{ Kgcm}^2 \pm 0,6 \%$$

5.5. Mogelyke fout in de glijdingsmodulus (G)

$$G I_p = 8,25 \cdot 10^6 \pm 0,6 \%$$

$$I_p = 0,1 (D^4 - d^4)$$

$$I_p \text{ theoretisch} = 9,904 \text{ cm}^4$$

$$I_p \text{ praktisch} = 9,904 \text{ cm}^4$$

$$\text{dus: } G = \frac{8,25 \cdot 10^6}{I_p} = \underline{\underline{8,33 \cdot 10^5}} \text{ kgf/cm}^2 \pm 0,6 \%$$

6. Eindresultaten:

$$\varphi = 0,182 \cdot 10^{-3} \text{ rad/kgfm} \pm 0,3 \%$$

$$G I_p = 8,25 \cdot 10^6 \text{ kgfcm}^2 \pm 0,6 \%$$

$$G = 8,33 \cdot 10^5 \text{ kgf/cm}^2 \pm 0,6 \%$$

Verplaatsing rotatiecentrum = 0.