

Bepaling van de invloedsgetallen van Maxwell van een aantal spiraalboren

Citation for published version (APA):

van der Wolf, A. C. H. (1963). *Bepaling van de invloedsgetallen van Maxwell van een aantal spiraalboren*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0074). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1963

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.



technische hogeschool eindhoven

laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek

rapport van de sectie: **Dynamische normen**

titel:

Bepaling van de invloedsgetallen van Maxwell van een aantal spiraalboren.

auteur(s):

A.C.H. van der Wolf.

sectieleider: ir. D.C. Stoppelenburg.

hoogleraar: prof. ir. C. de Beer.

samenvatting

In dit rapport worden de resultaten gegeven van een onderzoek naar de stijfheid van een spiraalboor. Ook wordt de invloed van het verjongen van de boorziel op de stijfheid nagegaan.

prognose

blz. 1 van 20 blz.

rapport nr. 0074

codering:

P.7.b.6.

trefwoord:

'spiraalboor

datum:

2-9-1963.

aantal blz. 20

geschikt voor
publicatie in:

Inhoud:

hfdst. 1 : Inleiding	blz. 3
hfdst. 2 : Doel van het experiment	blz. 4
hfdst. 3 : De opstelling	blz. 4
hfdst. 4 : Uitvoering van de proef	blz. 8
hfdst. 5 : Waarnemingen	blz. 8
hfdst. 6 : Nauwkeurigheid van de metingen	blz. 16
hfdst. 7 : Nabeschouwing	blz. 19

Bepaling van de invloedsgetallen van Maxwell van een aantal spiraalboren.

1. Inleiding.

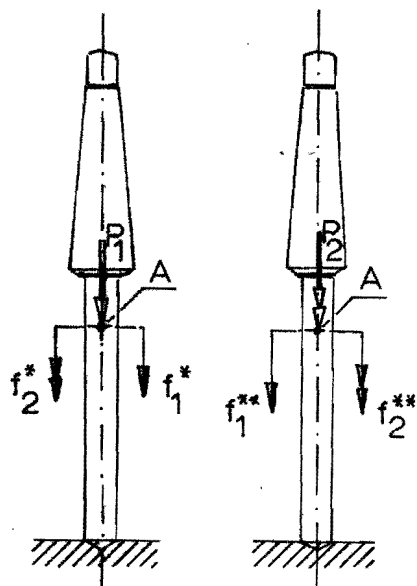
Wanneer wij een op nevenstaande manier ingeklemde spiraalboor belasten met een kracht P_1 , dan zal voor de zakking van punt A gelden:

$$f_1^* = \alpha_{11} P_1$$

Daarnaast zal als secundair effect een hoekverdraaiing f_2^* optreden, waarvoor geldt:

$$f_2^* = \alpha_{21} P_1$$

Bij belasting met een moment P_2 zal op gelijke wijze een hoekverdraaiing $f_2^{**} = \alpha_{22} P_2$ en als secundair effect een zakking $f_1^{**} = \alpha_{12} P_2$ optreden.



Bovenstaande berust op de geldigheid van de lineaire elasticiteitstheorie. Wanneer wij ook nog aannemen dat het superpositiebeginsel geldt, dan volgt hieruit voor een gecombineerde belasting van druk en moment:

$$f_1 \text{ tot} = f_1^* + f_1^{**} = \alpha_{11} P_1 + \alpha_{12} P_2$$

$$f_2 \text{ tot} = f_2^* + f_2^{**} = \alpha_{21} P_1 + \alpha_{22} P_2$$

De getallen α_{ij} zijn reciproke veerstijfheden, beter bekend onder de naam: "invloedsgetallen van Maxwell".

Met behulp van arbeidsbeschouwingen is gemakkelijk te bewijzen dat:

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \text{ mits } i \neq j.$$

Opm. : f_1^* , f_1^{**} , f_2^* en f_2^{**} zijn algebraïsche grootheden. Hieraan zal in dit rapport verder geen aandacht besteed worden, omdat een gecombineerde belasting niet gebruikt zal worden.

2. Doel van het experiment.

Het doel van het experiment bestond uit de bepaling van de grootte van de vier reeds genoemde invloedsgetallen voor een aantal spiraalboren. Hierbij werd ook de invloed van het verjongen van de boorziel op de invloedsgetallen nagegaan.

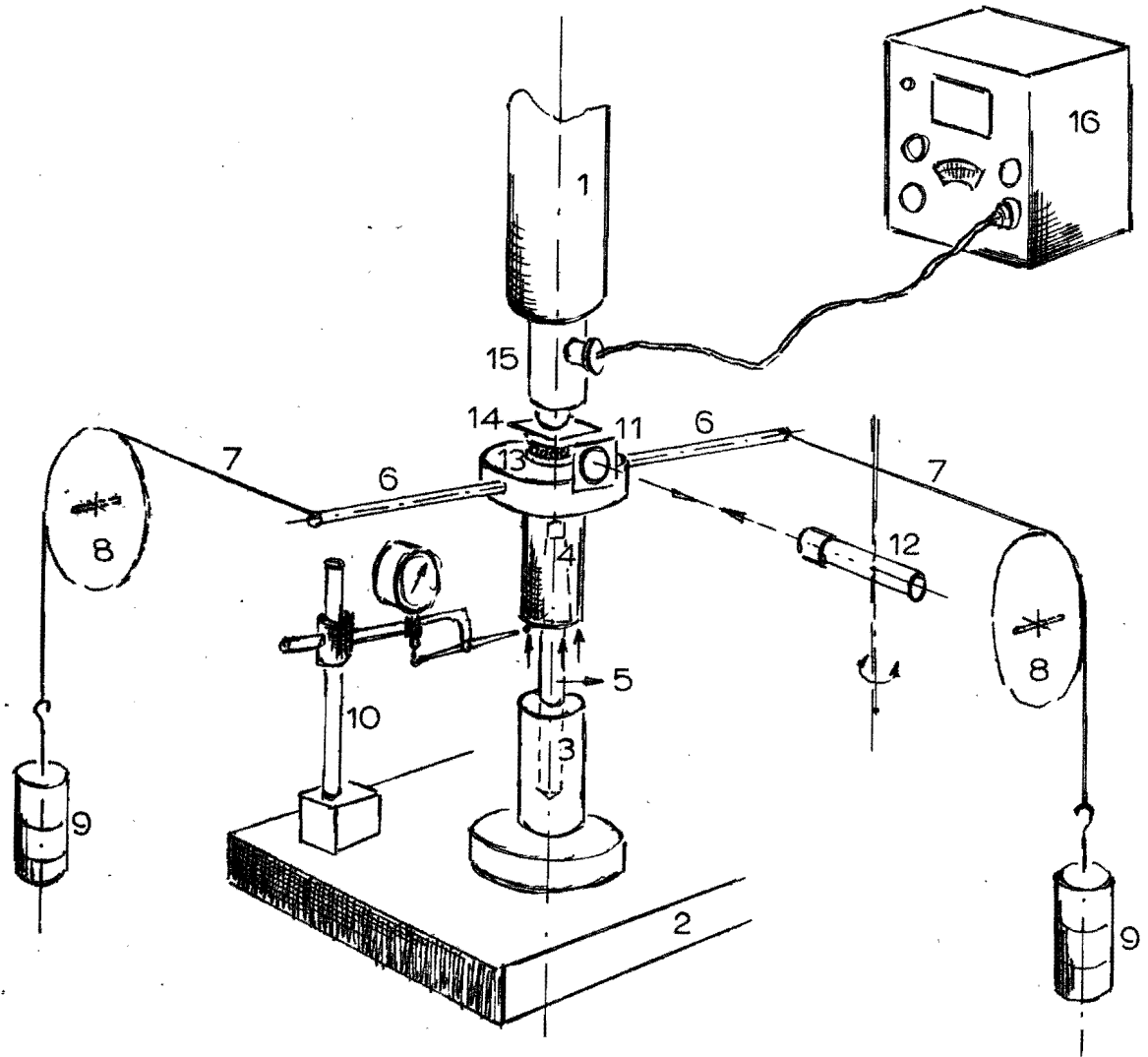
3. De opstelling. (zie hiervoor ook het schema op de volgende blz.)

Op de tafel (2) van de WEBO-boormachine (werkplaatsnr. 4020) stond een houder (3) vastgeklemd, waarin zich de punt van de spiraalboor (5) bevond. De boorpunt werd vastgehouden in (3). De conus van de boor bevond zich vast in de houder (4). Door middel van de armen (6), de snaren (7) en de snaarschijven (8) kon met behulp van de gewichten (9) een moment op de boor uitgeoefend worden.

Via het taatslager SKF 51103 (13), het daarop liggend plaatje (14) en de drukdoos WE 296 (15), kon door middel van de boorspil (1) de boor op druk belast worden.

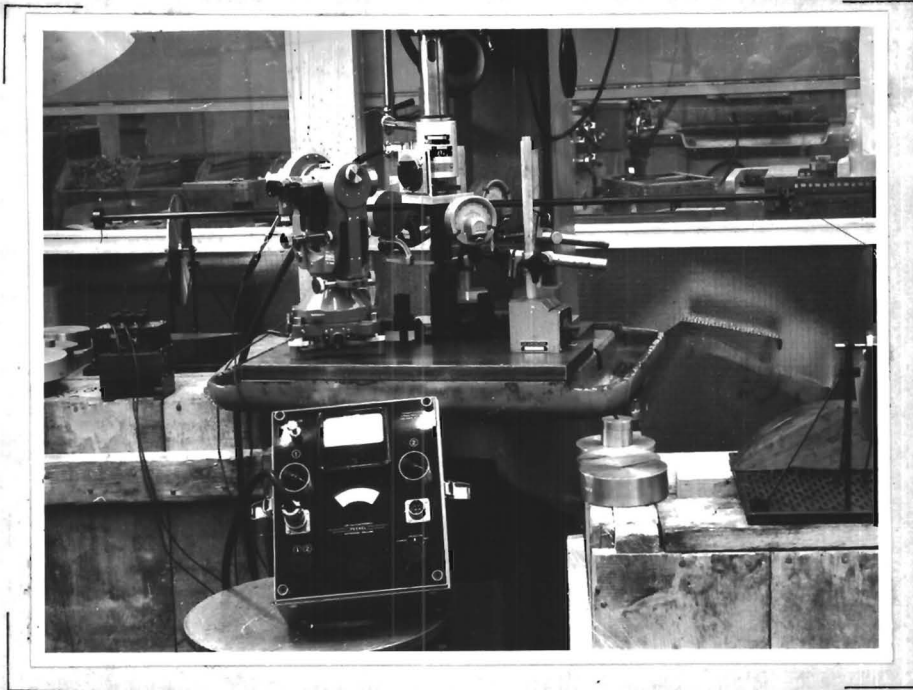
De grootte van de drukkracht P_1 kon afgelezen worden op de meetbrug WE 294 (16). De grootte van het moment P_2 kon bepaald worden uit de lengte van de armen (6) en de grootte van de gewichten (9). De zakking van de ringvormige onderkant van houder (4) t.o.v. tafel (2) werd op drie, gelijkelijk over de omtrek verdeelde plaatsen, gemeten met behulp van de mikrokatoren 11187, 6810 en 9086 (10). Als zakking van het reeds genoemde punt A werd het gemiddelde van deze drie waarnemingen genomen.

De hoekverdraaiing van houder (4) t.o.v. tafel (2) werd gemeten m.b.v. de vast op houder (4) gemonteerde spiegel (11) en de theodoliet WILD - T2 - 72038 (12).

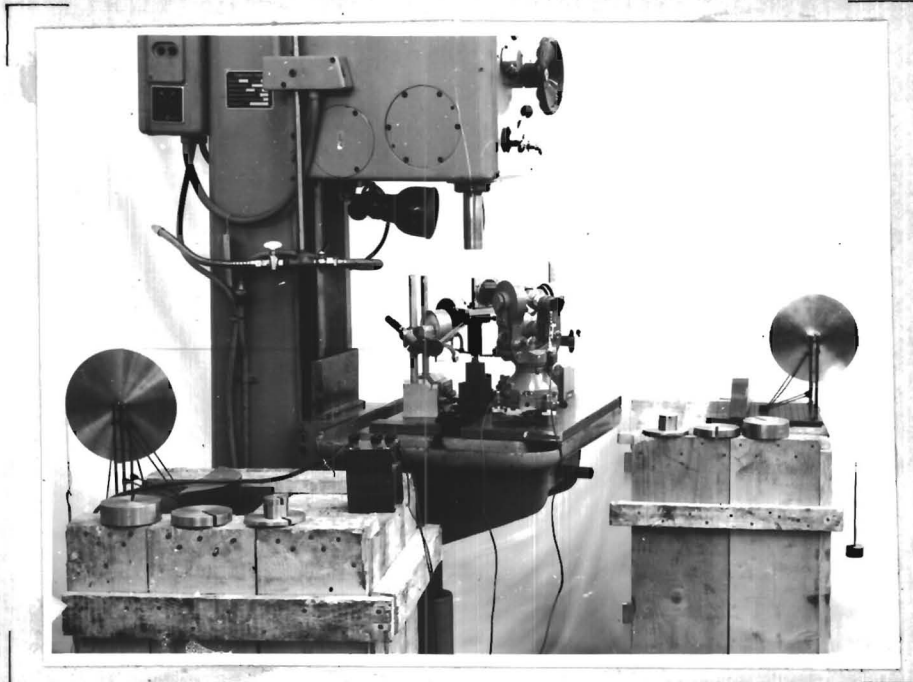


schema van de proefopstelling.

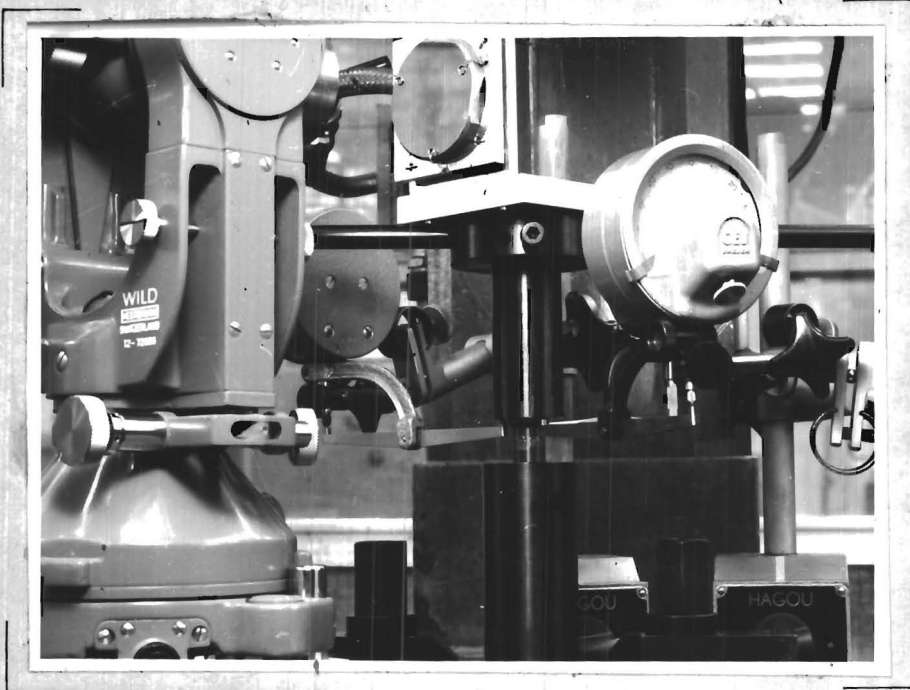
Onderstaande foto's geven nog enkele beelden van de proefopstelling.



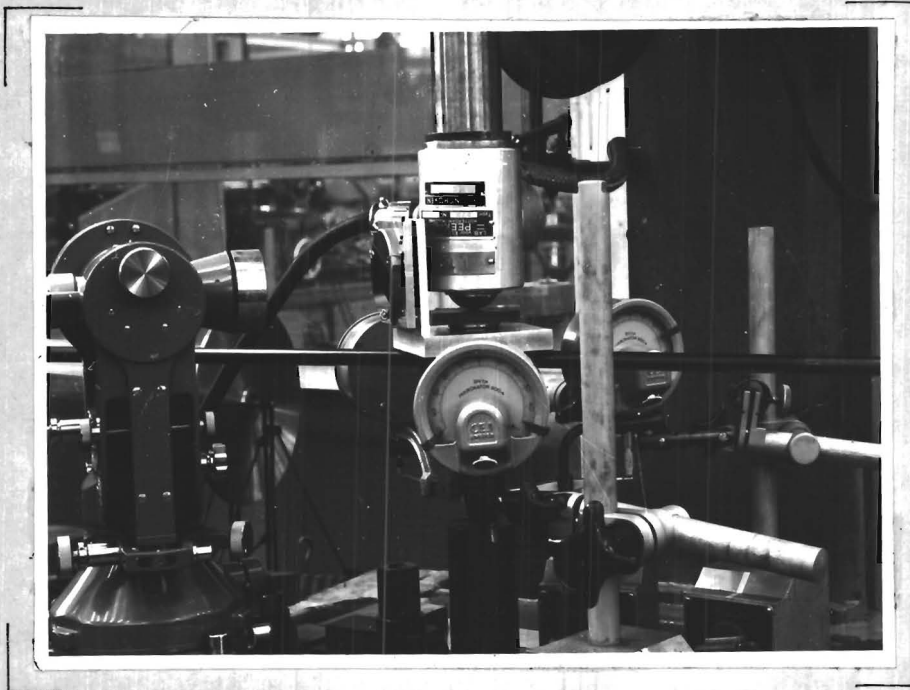
Voorkant van de proefopstelling.



Zijkant van de proefopstelling.



Detail van het meten van de zakking.



Detail van het meten van de hoekverdraaiing.

4. Uitvoering van de proef.

Er werd gewerkt met rechtse twee-lippige spiraalboren van $14 \cdot 10^{-3}$ m \varnothing (merk BOFA - HOLLAND); te weten:

boor C 7 : normale uitvoering

boor C 12 : constante zieldiameter = $2,2 \cdot 10^{-3}$ m

boor C 22 : constante zieldiameter = $1,5 \cdot 10^{-3}$ m

boor C 34 : constante zieldiameter = $1,0 \cdot 10^{-3}$ m

De lengte van het gesimaliseerde gedeelte van de boor bedroeg ongeveer 10^{-1} m.

Elke boor werd eerst belast op druk waarbij opgenomen werden $f_1^* = \alpha_{11} P_1$ en $f_2^* = \alpha_{21} P_1$.

Door het verband tussen f_1^* en P_1 uit te zetten werd α_{11} gevonden als helling van de rechte.

Op gelijke wijze werd α_{21} gevonden.

Door de boor op druk te belasten werden $f_2^{**} = \alpha_{22} P_2$ en $f_1^{**} = \alpha_{12} P_2$ gevonden en dus ook α_{22} en α_{12} .

Opm. : Bij het belasten werd steeds uitgegaan van een bepaalde voorbelasting. Bij de druk P_1 bedroeg deze 100 kgf, bij het moment P_2 0,25 kgfm. Dit heeft tot gevolg dat de reeds genoemde rechten ($f_1^* = \alpha_{11} P_1$ enz.) niet meer door de oorsprong gaan. Door evenwijdige verschuiving vinden we echter de juiste plaats van deze rechten.

5. Waarnemingen.

De nu volgende tabellen geven de waarnemingen. De zakkingen f_1^* en f_1^{**} zijn, zoals reeds eerder vermeld, steeds de gemiddelden van drie waarnemingen.

Uit de waarnemingstabellen werden ook de daarachter volgende grafieken gevonden.

50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0

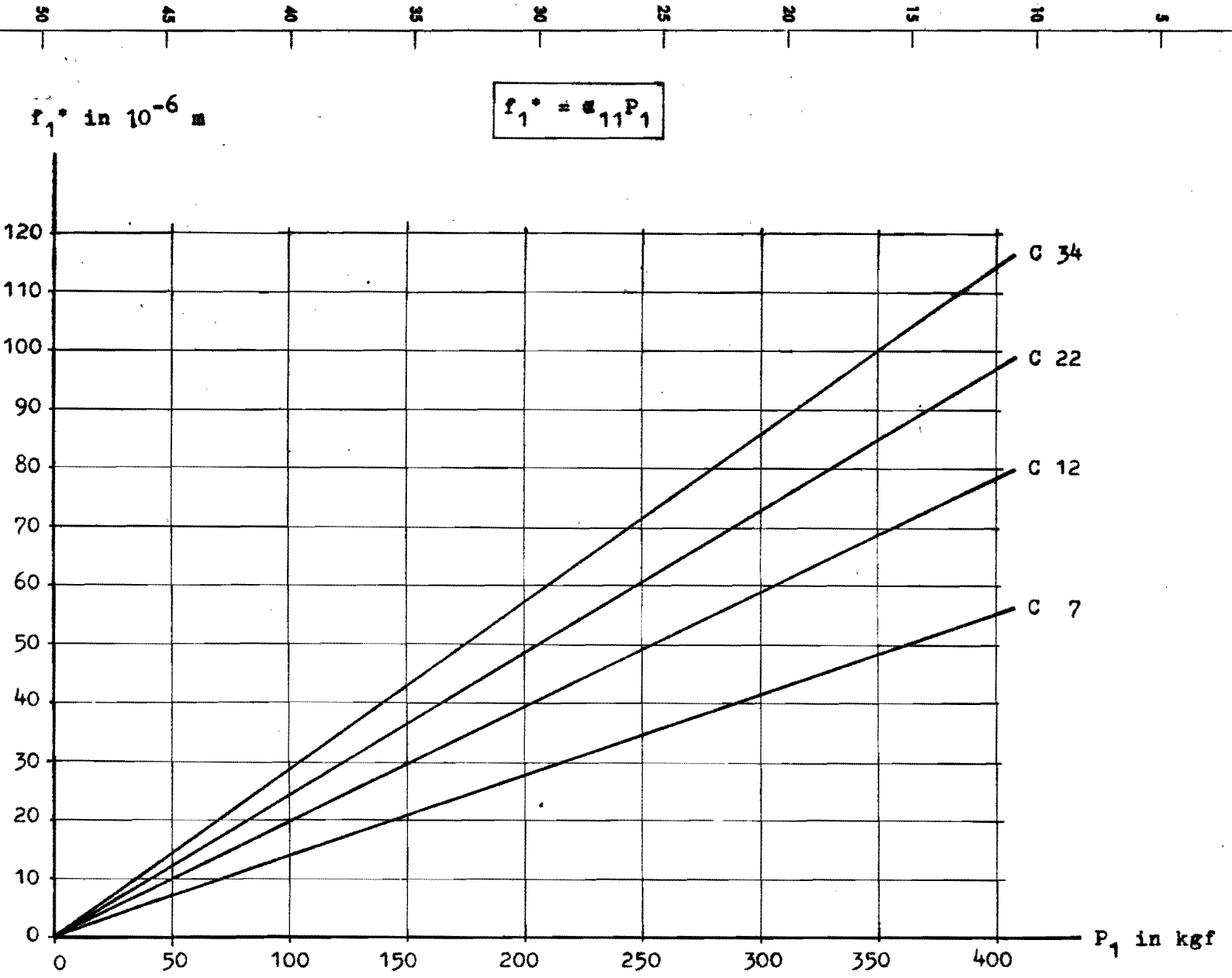
Druk P_1	Boor C7		Boor C12		Boor C22		Boor C34	
	zakking f_1^*	hoekverdr. f_2^*	zakking f_1^*	hoekverdr. f_2^*	zakking f_1^*	hoekverdr. f_2^*	zakking f_1^*	hoekverdr. f_2^*
	kgf	10^{-6} m	10^{-3} rad.	10^{-6} m	10^{-3} rad.	10^{-6} m	10^{-3} rad.	10^{-6} m
50	4,4	1,57	5,2	2,05	6,2	3,11	7,5	3,69
100	11,0	3,06	13,2	4,36	16,4	7,13	19,1	7,87
150	18,1	4,65	22,3	6,70	27,0	9,97	33,3	11,88
200	24,8	6,12	32,0	8,95	39,7	13,25	49,2	16,33
250	31,4	7,72	42,1	11,24	53,6	16,65	62,4	20,35
300	40,4	9,51	55,3	13,50	--	--	--	--
350	45,6	10,72	--	--	--	--	--	--
400	52,6	12,33	--	--	--	--	--	--

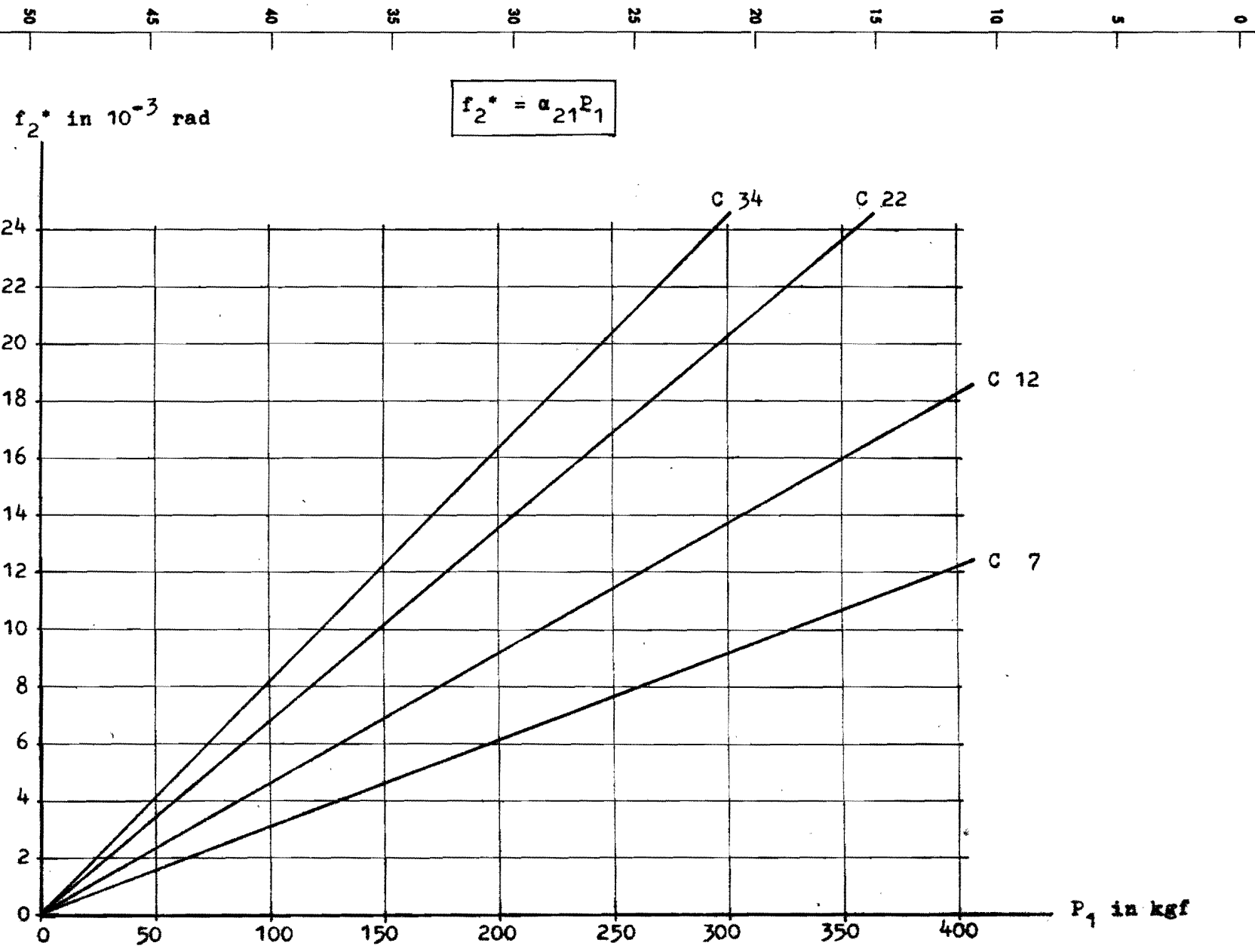
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

Moment P_2	Boor C7		Boor C12		Boor C22		Boor C34	
	hoekverdr. f_2^{**}	zakking f_1^{**}	hoekverdr. f_2^{**}	zakking f_1^{**}	hoekverdr. f_2^{**}	zakking f_1^{**}	hoekverdr. f_2^{**}	zakking f_1^{**}
	kgfm	10^{-3} rad.	10^{-6} m	10^{-3} rad.	10^{-6} m	10^{-3} rad.	10^{-6} m	10^{-3} rad.
0,1	3,44	2,2	4,40	3,1	5,29	5,0	5,98	6,9
0,2	6,80	5,0	8,40	7,0	10,42	9,8	11,98	13,6
0,3	10,15	7,6	12,55	10,8	15,60	15,9	18,00	21,1
0,4	13,45	10,3	16,75	14,4	20,90	22,1	23,8	29,2
0,5	16,90	13,8	21,00	19,0	26,00	27,4	29,9	38,2
0,6	20,30	16,5	25,10	22,7	31,00	32,9	36,0	46,4
0,7	23,90	19,6	29,20	27,2	36,10	39,9	--	--
0,8	27,30	22,0	33,15	30,5	41,40	47,0	--	--

werkpleetstechniek

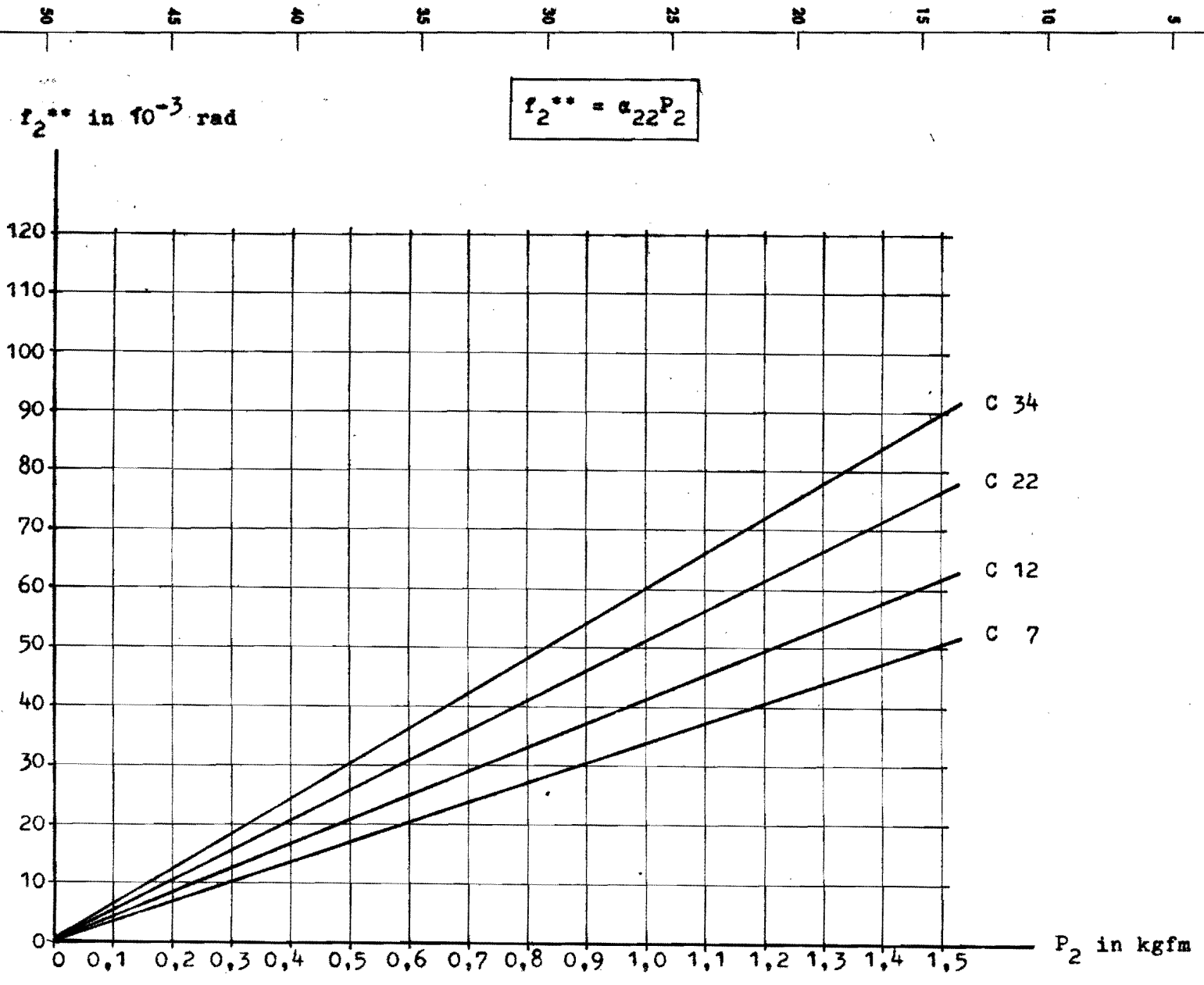
technische hogeschool eindhoven

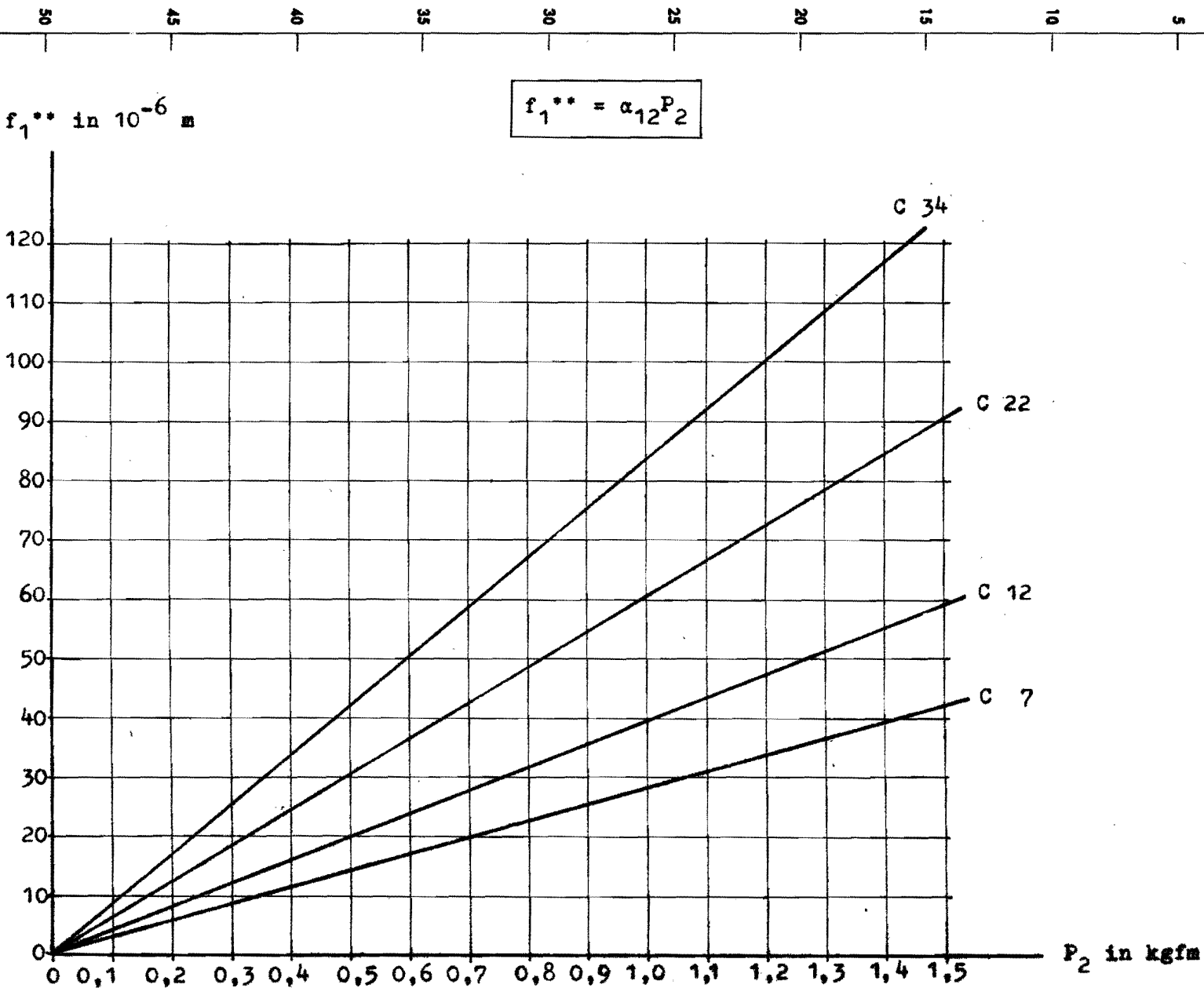




werkplaatstechniek

technische hogeschool eindhoven



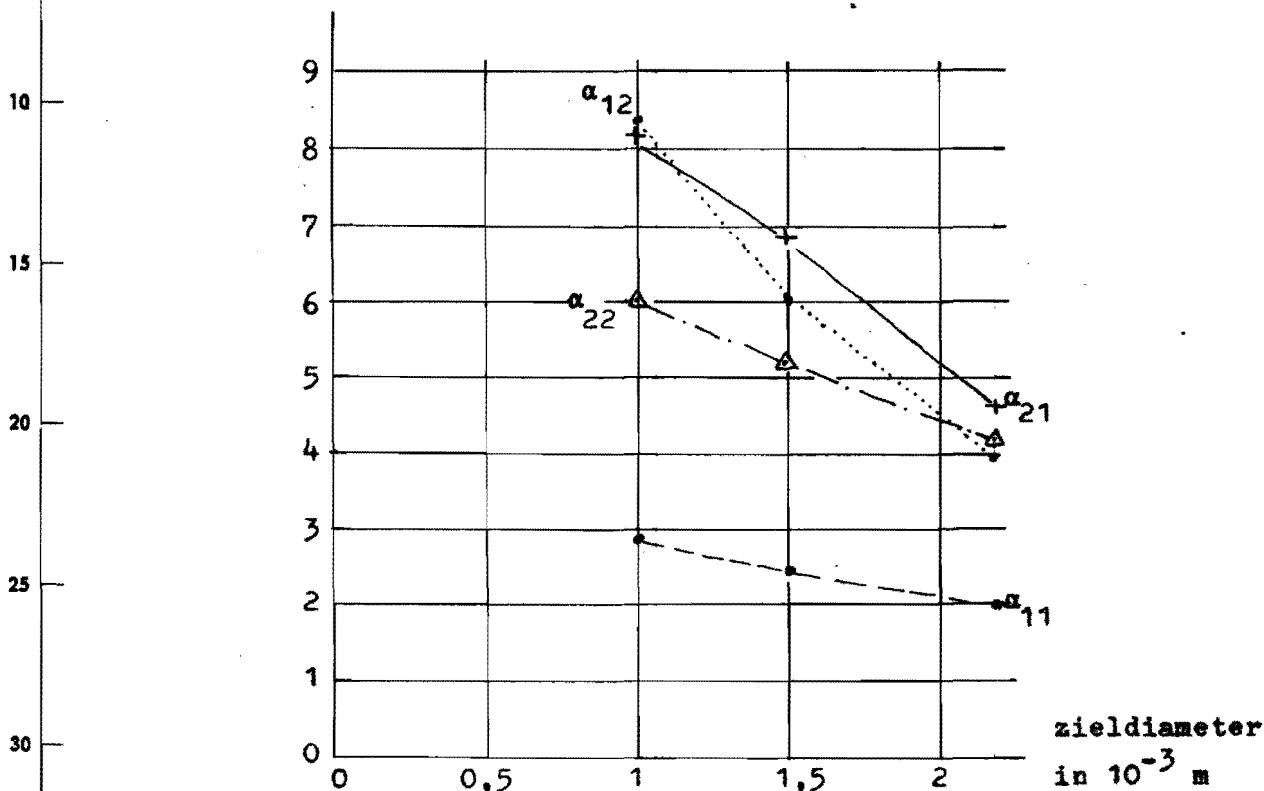


Uit de voorgaande grafieken vinden we de volgende invloedsgetallen:

	α_{11}	α_{21}	α_{22}	α_{12}
Boor	m.kgf ⁻¹	kgf ⁻¹	m ⁻¹ kgf ⁻¹	kgf ⁻¹
C 7	1,40.10 ⁻⁷	3,10.10 ⁻⁵	3,38.10 ⁻²	2,82.10 ⁻⁵
C 12	2,00.10 ⁻⁷	4,60.10 ⁻⁵	4,13.10 ⁻²	3,96.10 ⁻⁵
C 22	2,44.10 ⁻⁷	6,80.10 ⁻⁵	5,12.10 ⁻²	6,05.10 ⁻⁵
C 34	2,86.10 ⁻⁷	8,15.10 ⁻⁵	6,00.10 ⁻²	8,38.10 ⁻⁵

Wij zullen voor de boren C 12, C 22 en C 34 de invloed van het veranderen van de zieldiameter op de invloedsgetallen nagaan. Hiertoe wordt in de volgende grafiek het verband tussen (constante) zieldiameter en invloedsgetal uitgezet.

α_{11} in 10^{-7} m kgf $^{-1}$
 α_{21} in 10^{-5} kgf $^{-1}$
 α_{22} in 10^{-2} m $^{-1}$ kgf $^{-1}$
 α_{12} in 10^{-5} kgf $^{-1}$



6. Nauwkeurigheid van de metingen.

We beschikken over de volgende gegevens:

Absolute fout bij het meten van:	
druk P_1	10 kgf
zakkingen f_1^* en f_1^{**}	$2 \cdot 10^{-6}$ m
moment P_2	0,005 kgfm
hoekverdraaiingen f_2^* en f_2^{**}	verwaarloosbaar klein

Wij berekenen nu voor elke waarneming de relatieve fout in een bepaald invloedsgetal.

Omdat de vier genoemde metingen onafhankelijk zijn, vinden we de meest waarschijnlijke relatieve fout in een bepaald invloedsgetal door de wortel te trekken uit de som van de kwadraten van de relatieve fouten van de gecombineerde metingen. Dit levert het volgende resultaat op:

Relatieve fout in α_{11} in %				
Druk P_1 in kgf	C 7	C 12	C 22	C 34
50	49,7	43,3	38,0	33,4
100	20,7	18,2	15,8	14,5
150	12,9	11,3	10,0	9,0
200	9,5	8,0	7,1	6,4
250	7,5	6,2	5,5	5,1
300	6,0	4,9	--	--
350	5,2	--	--	--
400	4,6	--	--	--

Relatieve fout in α_{21} in %				
Druk P_1 in kgf	C 7	C 12	C 22	C 34
50	20,0	20,0	20,0	20,0
100	10,0	10,0	10,0	10,0
150	6,7	6,7	6,7	6,7
200	5,0	5,0	5,0	5,0
250	4,0	4,0	4,0	4,0
300	3,3	3,3	--	--
350	2,9	--	--	--
400	2,5	--	--	--

Relatieve fout in α_{22} in %				
Moment P_2 in kgfm	C 7	C 12	C 22	C 34
0,1	5,0	5,0	5,0	5,0
0,2	2,5	2,5	2,5	2,5
0,3	1,7	1,7	1,7	1,7
0,4	1,2	1,2	1,2	1,2
0,5	1,0	1,0	1,0	1,0
0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
0,7	0,7	0,7	0,7	--
0,8	0,6	0,6	0,6	--

Relatieve fout in α_{12} in %				
Moment P_2 in kgfm	C 7	C 12	C 22	C 34
0,1	91,2	64,7	40,2	29,4
0,2	40,1	28,7	20,6	14,9
0,3	26,4	18,5	12,7	9,6
0,4	19,5	13,9	9,1	7,0
0,5	14,5	10,6	7,4	5,3
0,6	12,1	7,8	6,2	4,3
0,7	10,2	5,5	5,1	--
0,8	9,1	4,3	4,3	--

Omdat een bepaald invloedsgetal gevonden werd uit een aantal meetpunten, kunnen we als relatieve fout in de gevonden invloedsgetallen het gemiddelde van de voorgaande waarden nemen. We vinden dan:

Gemiddelde relatieve fout in % voor:	C 7	C 12	C 22	C 34
α_{11}	14,5	13,6	15,3	13,7
α_{21}	6,8	8,2	9,1	9,1
α_{22}	1,7	1,7	1,7	2,0
α_{12}	27,9	19,2	13,2	11,8

7. Nabeschuwing.

Het overgaan van een conisch verlopende zieldiameter (normale uitvoering van een boor) op een constante zieldiameter en het vervolgens verminderen van deze (constante) zieldiameter heeft de minste invloed op α_{11} en α_{22} . De nu volgende tabel moge dit verduidelijken. Hierin is de waarde van een bepaald invloedsgetal voor boor C 7 op 100 % gesteld. De invloedsgetallen van de andere boren zijn gegeven in procenten van het desbetreffende invloedsgetal van boor C 7.

Invloedsgetal Boor	α_{11}	α_{21}	α_{22}	α_{12}
C 7	100 %	100 %	100 %	100 %
C 12	143 %	148 %	122 %	140 %
C 22	174 %	219 %	151 %	214 %
C 34	204 %	263 %	178 %	297 %

Verder blijkt het verband tussen de (constante) zieldiameter en een bepaald invloedsgetal ongeveer rechtlijnig te zijn.

In het begin van dit rapport werd reeds gesproken over de gelijkheid $\alpha_{21} = \alpha_{12}$. Bij het gedane experiment bleek dit niet helemaal waar te zijn, hetgeen de volgende redenen kan hebben:

1. De nauwkeurigheid van de metingen is zodanig, dat het geconstateerde verschil tussen α_{21} en α_{12} hierdoor geheel verklaard kan worden.
2. Het is de vraag in hoeverre de verplaatsing van het eerder genoemde punt A, een punt wat zich op de hartlijn van de boor bevindt, overeenstemt met onze verplaatsingsmetingen. Hierdoor zouden ook verschillen tussen α_{21} en α_{12} kunnen ontstaan. Dit laatste zal nader onderzocht worden in een volgend onderzoek.

Tenslotte kan opgemerkt worden dat de fout in de gevonden invloedsgetallen aanzienlijk te verkleinen zou zijn door een nauwkeuriger meting voor f_1^* en f_1^{**} toe te passen.