

Invloed van de snelheid op de wrijvingstoestand bij de striptrekproef

Citation for published version (APA):

Houwen, M. J. M. (1991). *Invloed van de snelheid op de wrijvingstoestand bij de striptrekproef*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPA1107). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1991

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 Universiteit Eindhoven

Faculteit Werktuigbouwkunde

Vakgroep Produktietechnologie en -Automatisering

Laboratorium voor Omvormtechnologie

45/

**INVLOED VAN DE SNELHEID OP DE
WRIJVINGSTOESTAND BIJ DE
STRIPTREKPROEF**

Bijlagen

Hogeschool Venlo Eindstudierapport 2

M.J.M. Houwen

Juni 1991
IOPD

WPA 1107

Afstudeerrichting : HTS Werktuigbouwkunde,
differentiatie Produktietechniek.

Opdrachtcode : W 90-19.

Periode : 11 maart t/m 2 juli 1991.

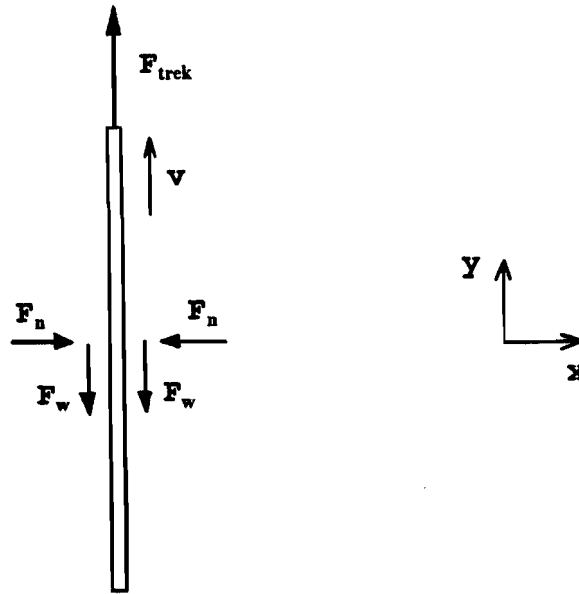
Afstudeerdocent HSV : Ir. P.B.G. Peeters.

Begeleiders TUE : Dr. ir. J.A.H. Ramaekers,
ir. R.J.J.M. Sniekers.

Gecommitteerde TUE : Ir. L.J.A. Houtackers.

WRIJVINGSCOËFFICIËNT VOOR DE VLAKKE STRIPTREKPROEF VAN EMMENS

Onderstaande figuur toont de vrijgemaakte strip bij de vlakke striptrekproef van Emmens <19>. De strip wordt massaloos verondersteld.



F_{trek} trekkracht [N]
 F_n normaalkracht [N]
 F_w wrijvingskracht [N]
 v snelheid [mm/s]

Fig.A1 Vrijgemaakte strip bij de vlakke striptrekproef van Emmens.

Bij konstante snelheid v levert evenwicht van de strip in de y -richting:

$$F_{trek} - 2F_w = 0 \quad \text{-----} \quad F_w = \frac{F_{trek}}{2} \quad (1)$$

met F_{trek} trekkracht [N]
 F_w wrijvingskracht [N]

De schuifspanning τ_o tussen de strip en één plaat is:

$$\tau_o = \frac{F_w}{A_{pl}} \quad (2)$$

met τ_o schuifspanning [N/mm²]
 F_w wrijvingskracht [N]
 A_{pl} plaatoppervlakte [mm²]

(1) in (2) levert:

$$\tau_o = \frac{\frac{F_{trek}}{2}}{A_{pl}} = \frac{F_{trek}}{2A_{pl}}$$

met τ_o schuifspanning [N/mm²]
 F_{trek} trekkracht [N]
 A_{pl} plaatoppervlakte [mm²]

Voor de oppervlakedruk p geldt:

$$p = \frac{F_n}{A_{pl}}$$

met p oppervlakedruk [N/mm²]
 F_n normaalkracht [N]
 A_{pl} plaatoppervlakte [mm²]

De wrijvingscoëfficiënt μ die optreedt tussen één zijde van de strip en één plaat, is gedefiniëerd als:

$$\mu = \frac{\tau_o}{p}$$

met μ wrijvingscoëfficiënt
 τ_o schuifspanning [N/mm²]
p oppervlakedruk [N/mm²]

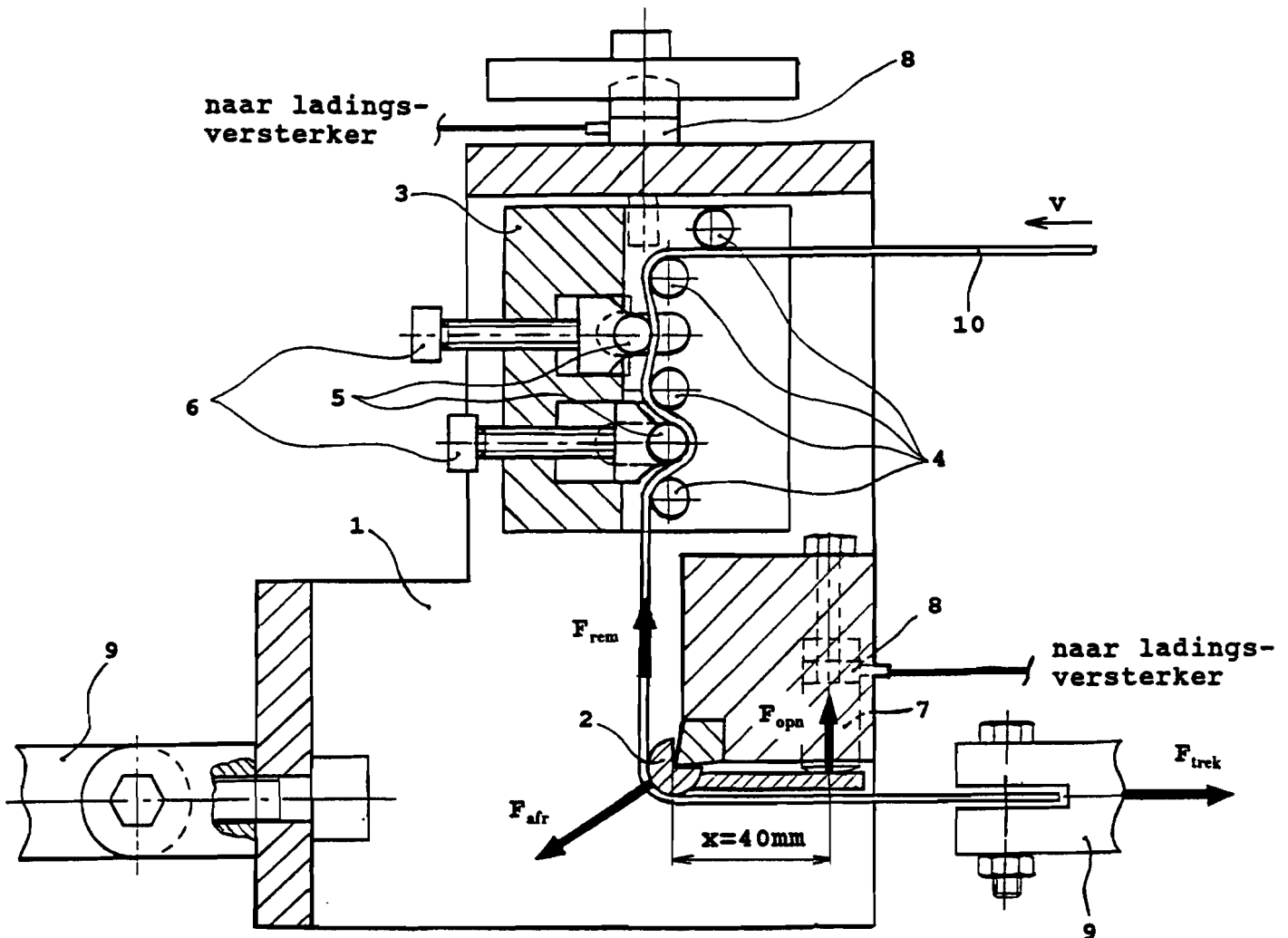
Invullen van (3) en (4) in (5) resulteert in:

$$\mu = \frac{\frac{F_{trek}}{2A_{pl}}}{\frac{F_n}{A_{pl}}} = \frac{F_{trek}}{2F_n}$$

met μ wrijvingscoëfficiënt
 F_{trek} trekkracht [N]
 A_{pl} plaatoppervlakte [mm²]
 F_n normaalkracht [N]

DOORSNEDE VAN DE STRIPTREK-UNIT

Van de in paragraaf 4.2 besproken striptrek-unit is in onderstaande figuur een doorsnede van het zij-aanzicht gegeven.



- 1 huis
- 2 afrondingselement
- 3 remmechanisme
- 4 vaste meedraaiende pennen
- 5 verplaatsbare meedraaiende pennen
- 6 instelbouten
- 7 opnemer
- 8 piëzo-elementen
- 9 inspanklemmen van trekbank
- 10 strip

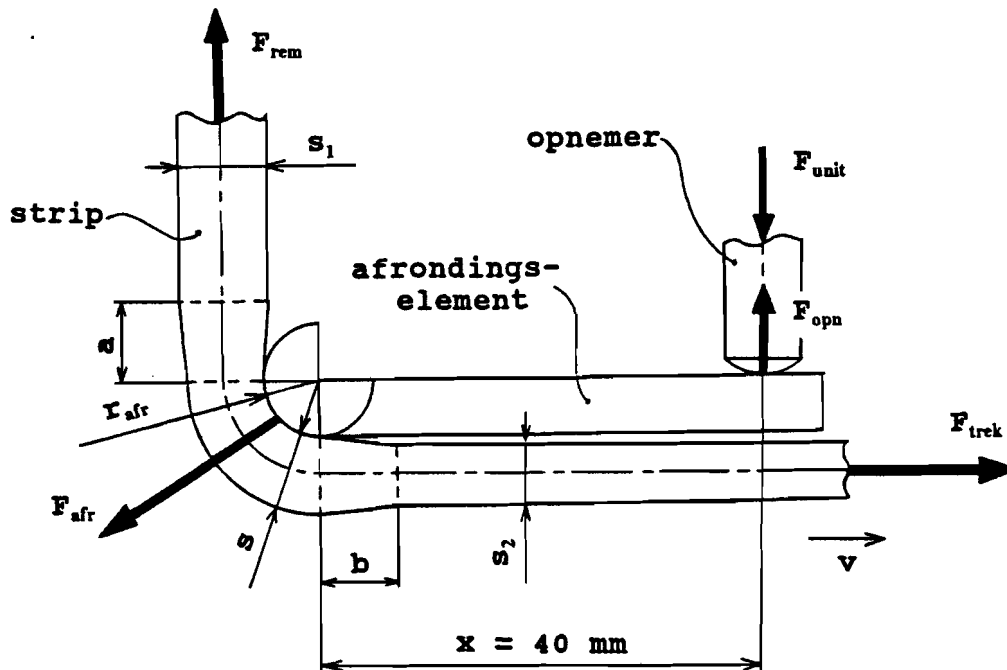
- x horizontale afstand van middelpunt van afronding tot middellijn van opnemer [mm]
- F_{trek} trekkracht [N]
- F_{rem} remkracht [N]
- F_{afr} kracht van afrondingselement op strip [N]
- F_{opn} kracht van afrondingselement op opnemer [N]
- v snelheid [mm/s]

Fig.B1 Doorsnede van het zij-aanzicht van de striptrek-unit.

<21>.

BEREKENING VAN DE AFGELEIDE GROOTHEDEN VOOR DE STRIPTREK-UNIT

De situatie ter plaatse van het afrondingselement van de striptrek-unit is geïllustreerd in figuur C1.



x horizontale afstand van middelpunt van afronding tot middellijn van opnemer [mm]

F_{trek} trekkracht [N]

F_{rem} remkracht [N]

F_{afr} kracht van afrondingselement op strip [N]

F_{opn} opnemerkracht [N]

F_{unit} kracht van striptrek-unit op opnemer [N]

v snelheid [mm/s]

r_{afr} afrondingsradius [mm]

s_1 stripdikte voor afronding [mm]

s stripdikte in bocht [mm]

s_2 stripdikte na afronding [mm]

a eerste deformatiezone

b tweede deformatiezone

Fig.C1 Schematische weergave van de situatie ter plaatse van het afrondingselement van de striptrek-unit.

De schuifspanning τ_o tussen strip en afronding is:

$$\tau_o = \frac{F_w}{A_w} \quad (1)$$

met F_w wrijvingskracht [N]

A_w wrijvingsoppervlakte [mm²]

Het wrijvingsoppervlak tussen strip en afronding bedraagt één vierde deel van de omtrekoppervlakte A_{cil} van een cilinder met radius r_{afr} en breedte b :

$$A_w = \frac{1}{4} A_{cil} = \frac{1}{4} 2\pi r_{afr} b = \frac{\pi}{2} r_{afr} b$$

met A_w wrijvingsoppervlakte [mm²]
 A_{cil} omtrekoppervlakte van cilinder [mm²]
 r_{afr} afrondingsradius [mm]
 b breedte van cilinder [mm]

Daar gedurende de deformatiezones a en b een (geringe) breedteafname plaatsvindt, wordt voor de breedte b van de wrijvingszone de gemiddelde breedte b genomen:

$$A_w = \frac{\pi}{2} r_{afr} \bar{b} = \frac{\pi}{2} r_{afr} \frac{b_1 + b_2}{2}$$

met A_w wrijvingsoppervlakte [mm²]
 r_{afr} afrondingsradius [mm]
 \bar{b} gemiddelde breedte [mm]
 b_1 stripbreedte voor afronding [mm]
 b_2 stripbreedte na afronding [mm]

De wrijvingskracht F_w is:

$$F_w = \frac{M_w}{r_{afr}}$$

met F_w wrijvingskracht [N]
 M_w wrijvingsmoment t.o.v. middelpunt van afronding [Nmm]
 r_{afr} afrondingsradius [mm]

Voor het wrijvingsmoment M_w geldt:

$$M_w = F_{opn} x$$

met M_w wrijvingsmoment t.o.v. middelpunt van afronding [Nmm]
 x afstand van middelpunt van afronding tot middellijn van opnemer [mm]

(4) in (5) levert:

$$F_w = \frac{F_{opn} x}{r_{afr}}$$

met F_w wrijvingskracht [N]
 F_{opn} kracht van afrondingselement op opnemer [N]
 x afstand van middelpunt van afronding tot middellijn van opnemer [mm]

Invullen van (3) en (6) in (1) resulteert in:

$$\tau_o = \frac{\frac{F_{opn} x}{r_{afr}}}{\frac{\pi r_{afr}^2 (b_1 + b_2)}{2}}$$

met zie voorgaande vergelijkingen

Wordt x gelijk gesteld aan 40 mm, dan levert vereenvoudiging van (7):

$$\tau_o = \frac{40 F_{opn}}{\frac{\pi}{4} r_{afr}^2 (b_1 + b_2)} = \frac{160 F_{opn}}{\pi r_{afr}^2 (b_1 + b_2)}$$

met zie voorgaande vergelijkingen

Voor de gemiddelde oppervlakedruk \bar{p} is uit de literatuur bekend <21>:

$$\bar{p} = \bar{\sigma} \frac{1}{r_{afr}} \frac{s_1 + s_2}{2}$$

met \bar{p} gemiddelde oppervlakedruk [N/mm²]
 $\bar{\sigma}$ gemiddelde spanning over stripdoorsnede [N/mm²]
 r_{afr} afrondingsradius [mm]
 s_1 stripdikte voor afronding [mm]
 s_2 stripdikte na afronding [mm]

De gemiddelde spanning $\bar{\sigma}$ over de stripdoorsnede luidt:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = \frac{\frac{F_{rem}}{b_1 s_1} + \frac{F_{trek}}{b_2 s_2}}{2}$$

met $\bar{\sigma}$ gemiddelde spanning over stripdoorsnede [N/mm²]
 σ_1 spanning over stripdoorsnede voor afronding [N/mm²]
 σ_2 spanning over stripdoorsnede na afronding [N/mm²]
 F_{rem} remkracht [N]
 F_{trek} trekkracht [N]
 b_1 stripbreedte voor afronding [mm]
 s_1 stripdikte voor afronding [mm]
 b_2 stripbreedte na afronding [mm]
 s_2 stripdikte na afronding [mm]

De vergelijking van de gemiddelde spanning $\bar{\sigma}$ wordt ingevuld in (9):

$$\bar{p} = \frac{\frac{F_{rem}}{b_1 s_1} + \frac{F_{rem}}{b_2 s_2}}{2} \frac{1}{r_{afr}} \frac{s_1 + s_2}{2}$$

met zie voorgaande vergelijkingen

Vereenvoudigd:

$$\bar{p} = \frac{1}{4 r_{afr}} (s_1 + s_2) \left(\frac{F_{rem}}{b_1 s_1} + \frac{F_{trek}}{b_2 s_2} \right)$$

met zie voorgaande vergelijkingen

De wrijvingscoëfficiënt μ tussen strip en afronding wordt verkregen door de gemiddelde oppervlaktedruk \bar{p} te delen op de schuifspanning τ_o :

$$\mu = \frac{\tau_o}{\bar{p}}$$

met μ wrijvingscoëfficiënt
 τ_o schuifspanning [N/mm²]
 \bar{p} gemiddelde oppervlaktedruk [N/mm²]

MEETGEGEVENS PER SNELHEID

Op deze en de volgende pagina staan voor elke snelheid v de afmetingen van de teststrips met bijbehorende krachten.

Nr.	b_0 [mm]	s_0 [mm]	b_1 [mm]	s_1 [mm]	b_2 [mm]	s_2 [mm]	F_{trek} [N]	F_{rem} [N]	F_{opn} [N]
01	28.20	0.705	28.15	0.697	28.10	0.691	2170	1140	143
02	28.10	0.707	28.10	0.699	28.00	0.676	3190	1810	212
03	28.15	0.719	28.15	0.703	28.10	0.693	1170	570	76
04	28.10	0.702	28.10	0.693	28.10	0.689	1690	900	111

Tab.D1 Afmetingen en krachten voor $v = 1.6$ mm/min.

Nr.	b_0 [mm]	s_0 [mm]	b_1 [mm]	s_1 [mm]	b_2 [mm]	s_2 [mm]	F_{trek} [N]	F_{rem} [N]	F_{opn} [N]
05	28.00	0.712	27.95	0.697	27.95	0.686	1800	960	113
06	27.90	0.709	27.90	0.707	27.80	0.681	3630	1930	261
07	28.10	0.711	28.10	0.699	28.10	0.689	1060	560	59
08	27.80	0.700	27.85	0.697	27.80	0.676	2840	1520	197

Tab.D2 Afmetingen en krachten voor $v = 3.2$ mm/min.

Nr.	b_0 [mm]	s_0 [mm]	b_1 [mm]	s_1 [mm]	b_2 [mm]	s_2 [mm]	F_{trek} [N]	F_{rem} [N]	F_{opn} [N]
09	27.95	0.709	27.90	0.698	27.85	0.687	3070	1780	195
10	28.25	0.702	28.15	0.697	28.10	0.689	1190	630	63
11	28.20	0.705	28.15	0.698	28.10	0.689	1900	1050	113
12	28.10	0.701	28.00	0.679	28.00	0.675	2790	1560	179

Tab.D3 Afmetingen en krachten voor $v = 6.4$ mm/min.

Nr.	b_0 [mm]	s_0 [mm]	b_1 [mm]	s_1 [mm]	b_2 [mm]	s_2 [mm]	F_{trek} [N]	F_{rem} [N]	F_{opn} [N]
13	28.15	0.705	28.00	0.689	27.95	0.678	3080	1830	174
14	28.10	0.707	28.10	0.690	28.05	0.683	1400	770	88
15	28.20	0.703	28.05	0.691	28.00	0.682	2810	1660	173
16	28.10	0.702	28.00	0.688	28.00	0.683	2310	1360	140

Tab.D4 Afmetingen en krachten voor $v = 12.5$ mm/min.

Nr.	b_0 [mm]	s_0 [mm]	b_1 [mm]	s_1 [mm]	b_2 [mm]	s_2 [mm]	F_{trek} [N]	F_{rem} [N]	F_{opn} [N]
17	28.10	0.702	27.80	0.671	27.75	0.665	2920	1860	157
18	28.05	0.701	27.95	0.679	27.95	0.673	1420	800	76
19	28.00	0.698	27.90	0.674	27.75	0.669	2080	1230	115
20	28.10	0.681	27.90	0.659	27.90	0.653	2640	1670	131

Tab.D5 Afmetingen en krachten voor $v = 25$ mm/min.

Nr.	b_0 [mm]	s_0 [mm]	b_1 [mm]	s_1 [mm]	b_2 [mm]	s_2 [mm]	F_{trek} [N]	F_{rem} [N]	F_{opn} [N]
21	27.95	0.699	27.70	0.665	27.60	0.658	3360	2330	198
22	28.05	0.699	28.00	0.685	27.95	0.678	1400	820	73
23	28.00	0.701	27.75	0.671	27.70	0.664	2220	1420	107
24	28.05	0.701	27.80	0.661	27.70	0.657	1900	1860	150

Tab.D6 Afmetingen en krachten voor $v = 50$ mm/min.

AFGELEIDE GROOTHEDEN PER SNELHEID

Onderstaande tabellen bevatten de schuifspanning τ_o , gemiddelde oppervlaktedruk \bar{p} en wrijvingscoëfficiënt μ per snelheid v .

Nr.	τ_o [N/mm ²]	\bar{p} [N/mm ²]	μ
01	2.023	7.368	0.27
02	3.007	11.201	0.27
03	1.075	3.878	0.28
04	1.572	5.766	0.27

Tab.E1 Schuifspanning en gemiddelde oppervlaktedruk voor $v = 1.6$ mm/min.

Nr.	τ_o [N/mm ²]	\bar{p} [N/mm ²]	μ
05	1.609	6.187	0.26
06	3.729	12.561	0.30
07	0.835	3.611	0.23
08	2.817	9.844	0.29

Tab.E2 Schuifspanning en gemiddelde oppervlaktedruk voor $v = 3.2$ mm/min.

Nr.	τ_o [N/mm ²]	\bar{p} [N/mm ²]	μ
09	2.783	10.901	0.26
10	0.891	4.053	0.22
11	1.599	6.570	0.24
12	2.544	9.718	0.26

Tab.E3 Schuifspanning en gemiddelde oppervlaktedruk voor $v = 6.4$ mm/min.

Nr.	τ_o [N/mm ²]	\bar{p} [N/mm ²]	μ
13	2.475	10.995	0.23
14	1.247	4.839	0.26
15	2.456	9.988	0.25
16	2.989	8.200	0.24

**Tab.E4 Schuifspanning en gemiddelde oppervlakedruk
voor v = 12.5 mm/min.**

Nr.	τ_o [N/mm ²]	\bar{p} [N/mm ²]	μ
17	2.249	10.769	0.21
18	1.082	4.970	0.22
19	1.644	7.447	0.22
20	1.868	9.665	0.19

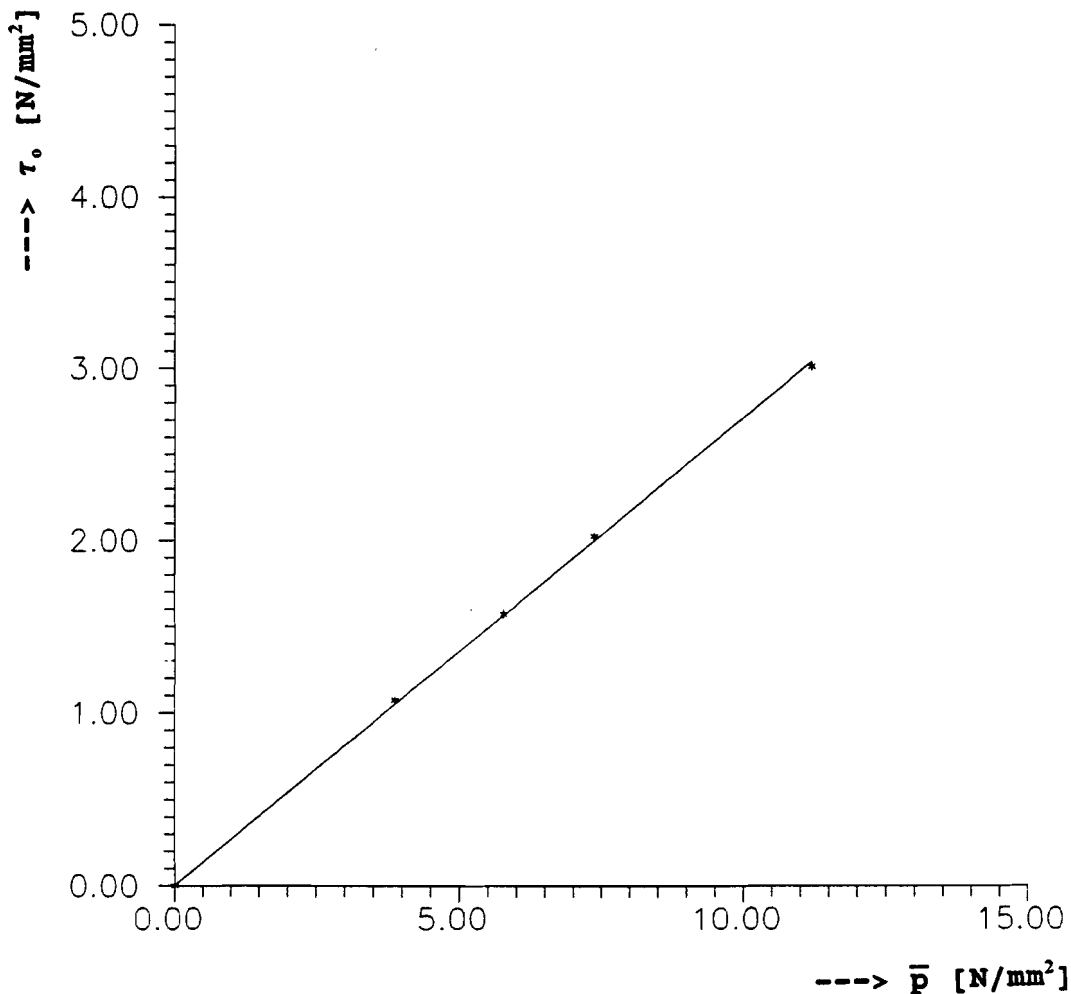
**Tab.E5 Schuifspanning en gemiddelde oppervlakedruk
voor v = 25 mm/min.**

Nr.	τ_o [N/mm ²]	\bar{p} [N/mm ²]	μ
21	2.849	12.879	0.22
22	1.038	4.968	0.21
23	1.536	8.217	0.19
24	2.151	8.469	0.25

**Tab.E6 Schuifspanning en gemiddelde oppervlakedruk
voor v = 50 mm/min.**

SCHUIFSPANNING TEGEN GEMIDDELDE OPPERVLAKTEDRUK PER SNELHEID

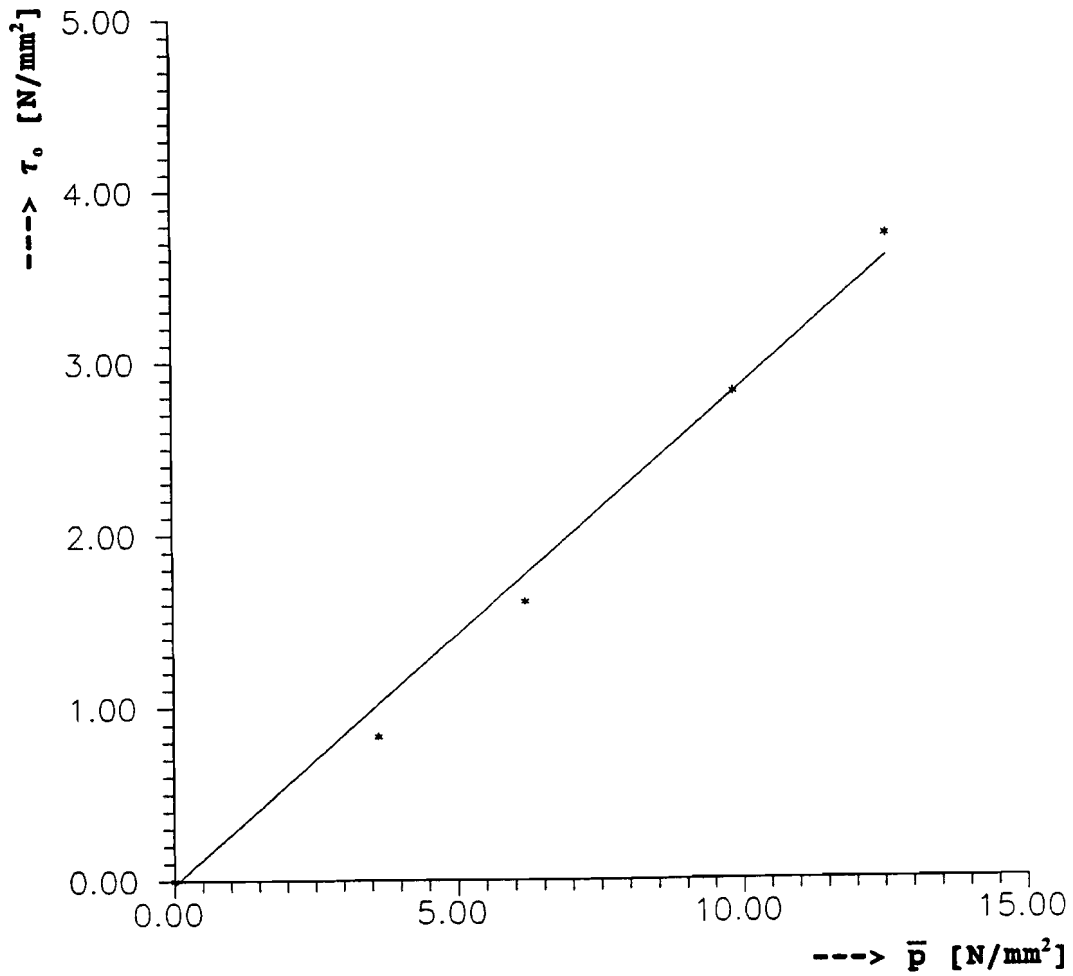
In de figuren F1 t/m F6 is door middel van lineaire regressie per snelheid v de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt $\bar{\mu}$ bepaald.



$$\bar{\mu} = 0.27$$

τ_0 schuifspanning [N/mm²]
 \bar{p} gemiddelde oppervlaktedruk [N/mm²]
 $\bar{\mu}$ gemiddelde wrijvingscoëfficiënt

Fig.F1 Schuifspanning tegen gemiddelde oppervlaktedruk voor $v = 1.6$ mm/min.



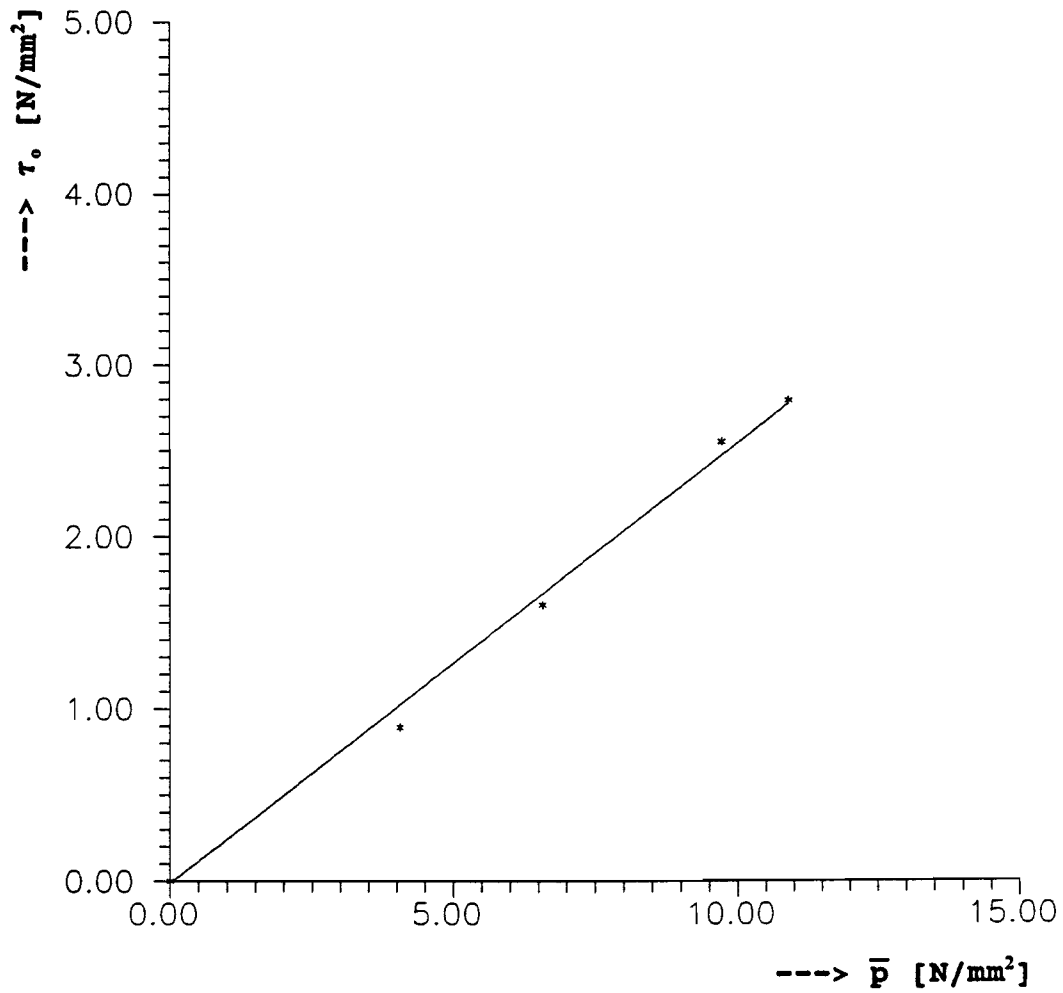
$$\bar{\mu} = 0.29$$

τ_0 schuifspanning [N/mm²]

\bar{p} gemiddelde oppervlaktedruk [N/mm²]

$\bar{\mu}$ gemiddelde wrijvingscoëfficiënt

Fig.F2 Schuifspanning tegen gemiddelde oppervlaktedruk voor $v = 3.2$ mm/min.



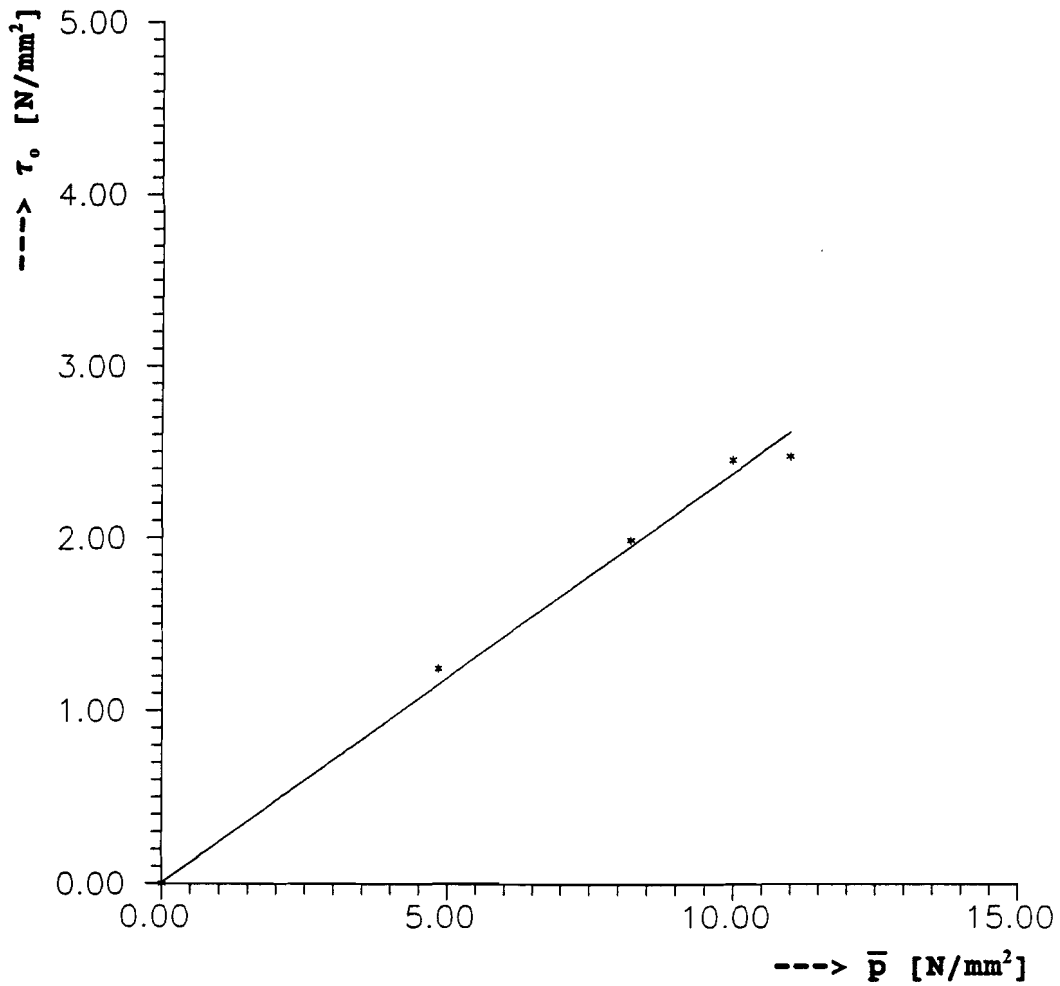
$$\bar{\mu} = 0.25$$

τ_0 schuifspanning [N/mm^2]

\bar{p} gemiddelde oppervlaktedruk [N/mm^2]

μ gemiddelde wrijvingscoëfficiënt

Fig.F3 Schuifspanning tegen gemiddelde oppervlaktedruk
voor $v = 6.4$ mm/min.



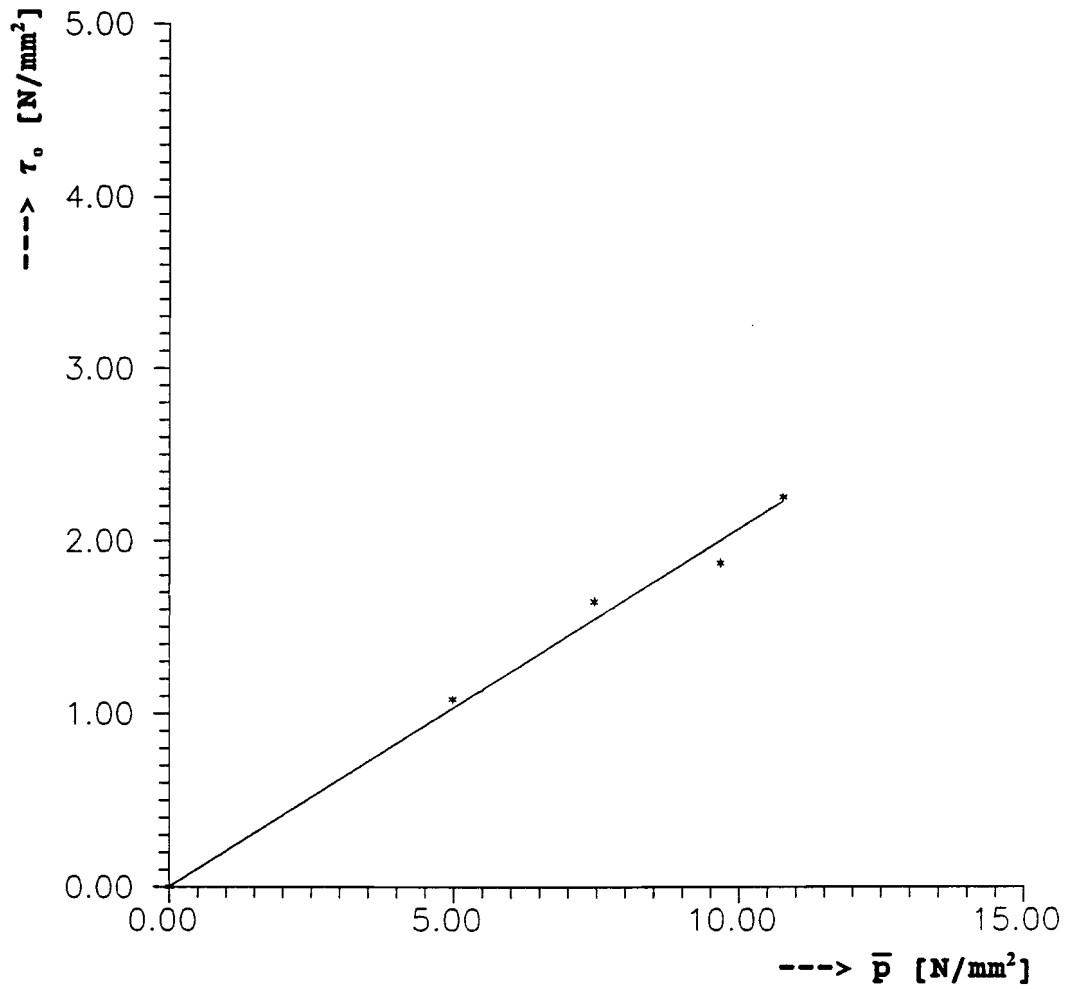
$$\bar{\mu} = 0.24$$

τ_0 schuifspanning [N/mm^2]

\bar{p} gemiddelde oppervlaktedruk [N/mm^2]

μ gemiddelde wrijvingscoëfficiënt

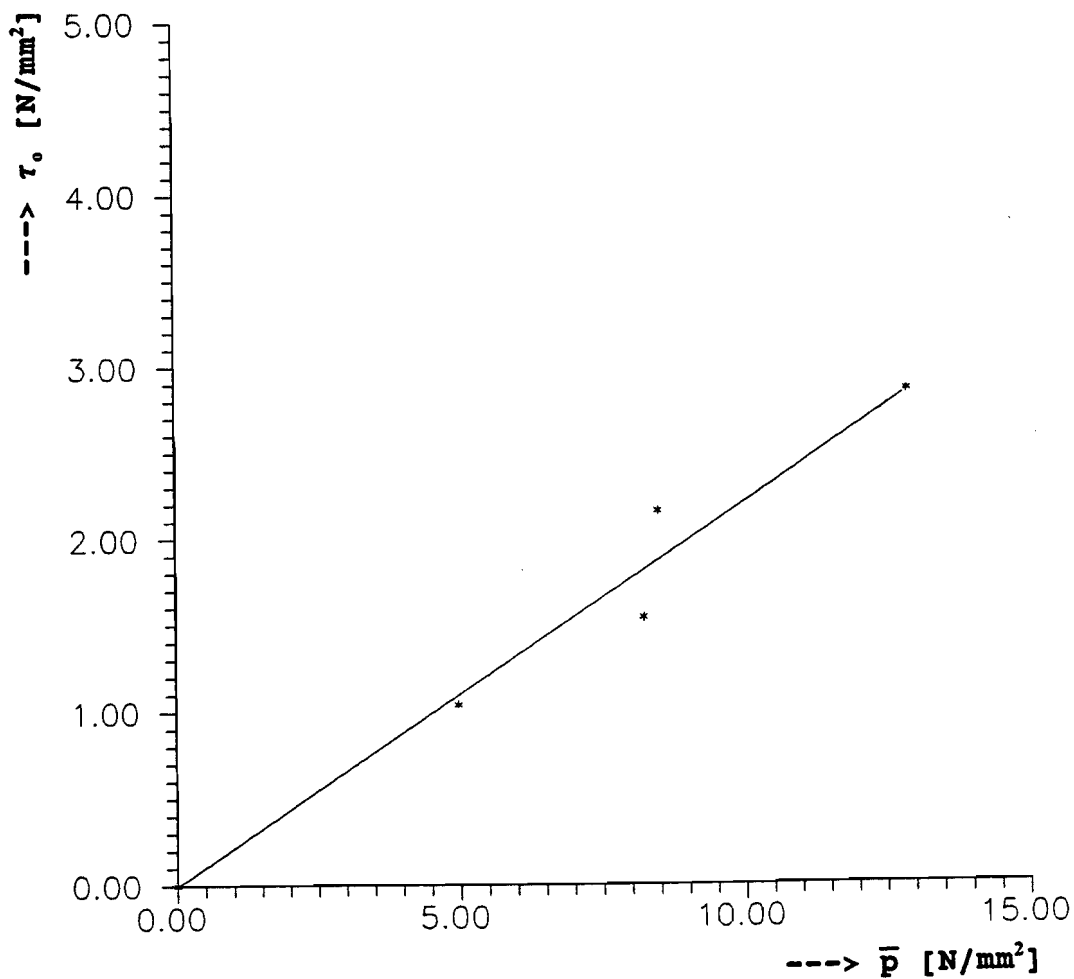
Fig.F4 Schuifspanning tegen gemiddelde oppervlaktedruk voor $v = 12.5$ mm/min.



$$\bar{\mu} = 0.20$$

τ_0 schuifspanning [N/mm²]
 \bar{p} gemiddelde oppervlaktedruk [N/mm²]
 μ gemiddelde wrijvingscoëfficiënt

Fig.F5 Schuifspanning tegen gemiddelde oppervlaktedruk
voor $v = 25$ mm/min.



$$\bar{\mu} = 0.22$$

τ_0 schuifspanning [N/mm²]

\bar{p} gemiddelde oppervlakedruk [N/mm²]

$\bar{\mu}$ gemiddelde wrijvingscoëfficiënt

Fig.F6 Schuifspanning tegen gemiddelde oppervlakedruk
voor $v = 50$ mm/min.

GEGEVENS VOOR DE STRIBECK-CURVES

In onderstaande tabellen zijn de gegevens voor de 'Stribeck-curves' van bijlage H opgenomen. De dynamische viscositeit η van de smeerolie bedraagt 37.5 Ns/m².

Nr.	$\bar{p} \cdot 10^6$ [N/m ²]	$\bar{p}_m \cdot 10^6$ [N/m ²]	$v \cdot 10^{-3}$ [m/s]	10^{-10} [m]	μ
03	3.878	4.39	0.0267	2.3	0.28
07	3.611	4.39	0.0533	4.6	0.23
10	4.053	4.39	0.107	9.1	0.22
14	4.839	4.39	0.208	18	0.26
18	4.970	4.39	0.417	36	0.22
22	4.968	4.39	0.833	71	0.21

Tab.G1 Gegevens voor figuur H1.

Nr.	$\bar{p} \cdot 10^6$ [N/m ²]	$\bar{p}_m \cdot 10^6$ [N/m ²]	$v \cdot 10^{-3}$ [m/s]	10^{-10} [m]	μ
04	5.677	7.06	0.0267	1.4	0.27
05	6.187	7.06	0.0533	2.8	0.26
11	6.570	7.06	0.107	5.7	0.24
16	8.200	7.06	0.208	11	0.24
19	7.447	7.06	0.417	22	0.22
23	8.217	7.06	0.833	44	0.19

Tab.G2 Gegevens voor figuur H2.

Nr.	$\bar{p} \cdot 10^6$ [N/m ²]	$\bar{p}_m \cdot 10^6$ [N/m ²]	$v \cdot 10^{-3}$ [m/s]	10^{-10} [m]	μ
01	7.368	9.18	0.0267	1.1	0.28
08	9.844	9.18	0.0533	2.2	0.29
12	9.817	9.18	0.107	4.4	0.26
15	9.988	9.18	0.208	8.5	0.25
20	9.665	9.18	0.417	17	0.19
24	8.469	9.18	0.833	34	0.25

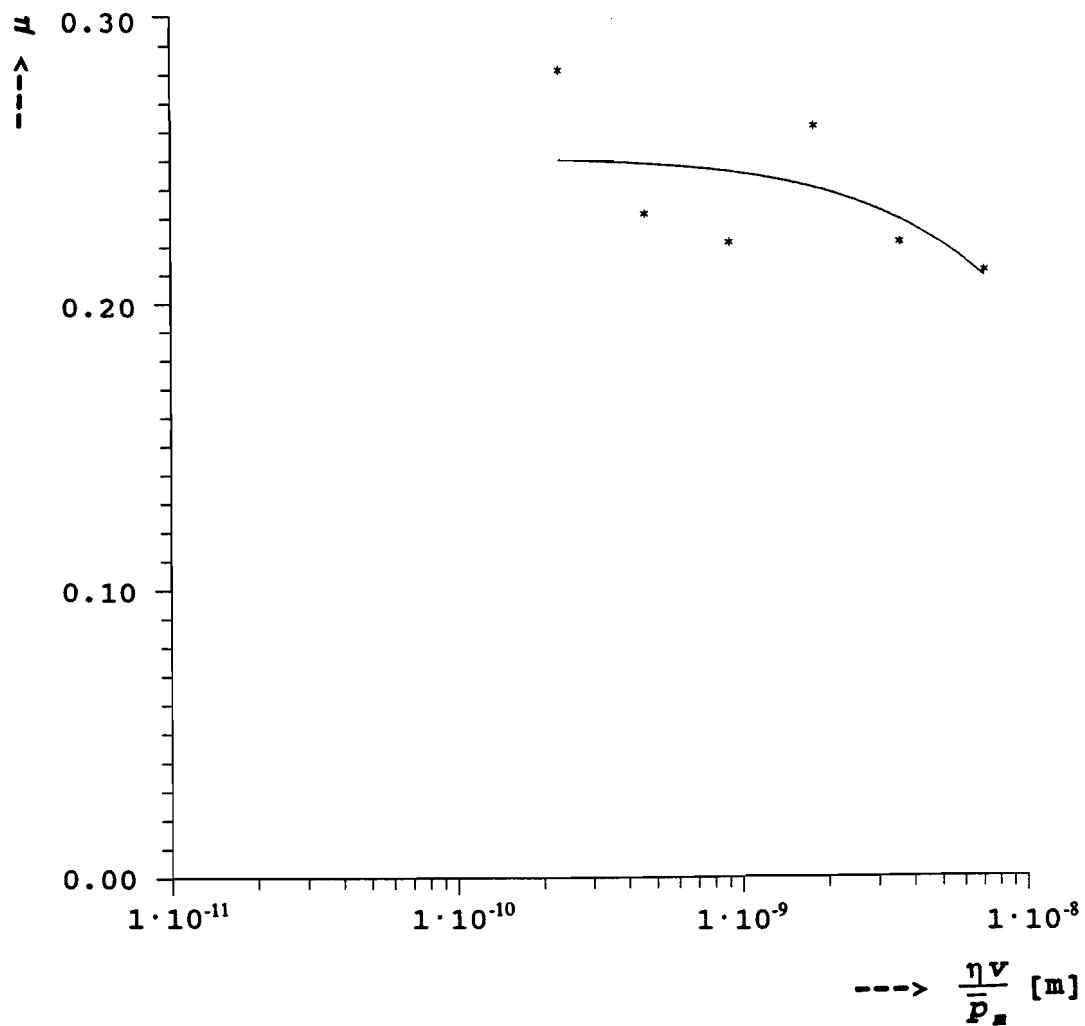
Tab.G3 Gegevens voor figuur H3.

Nr.	$\bar{p} \cdot 10^6$ [N/m ²]	$\bar{p}_m \cdot 10^6$ [N/m ²]	$v \cdot 10^{-3}$ [m/s]	10^{-10} [m]	μ
02	11.201	11.55	0.0267	0.87	0.27
06	12.561	11.55	0.0533	1.7	0.30
09	10.901	11.55	0.107	3.5	0.26
13	10.995	11.55	0.208	6.8	0.23
17	10.769	11.55	0.417	14	0.21
21	12.879	11.55	0.833	27	0.22

Tab.G4 Gegevens voor figuur H4.

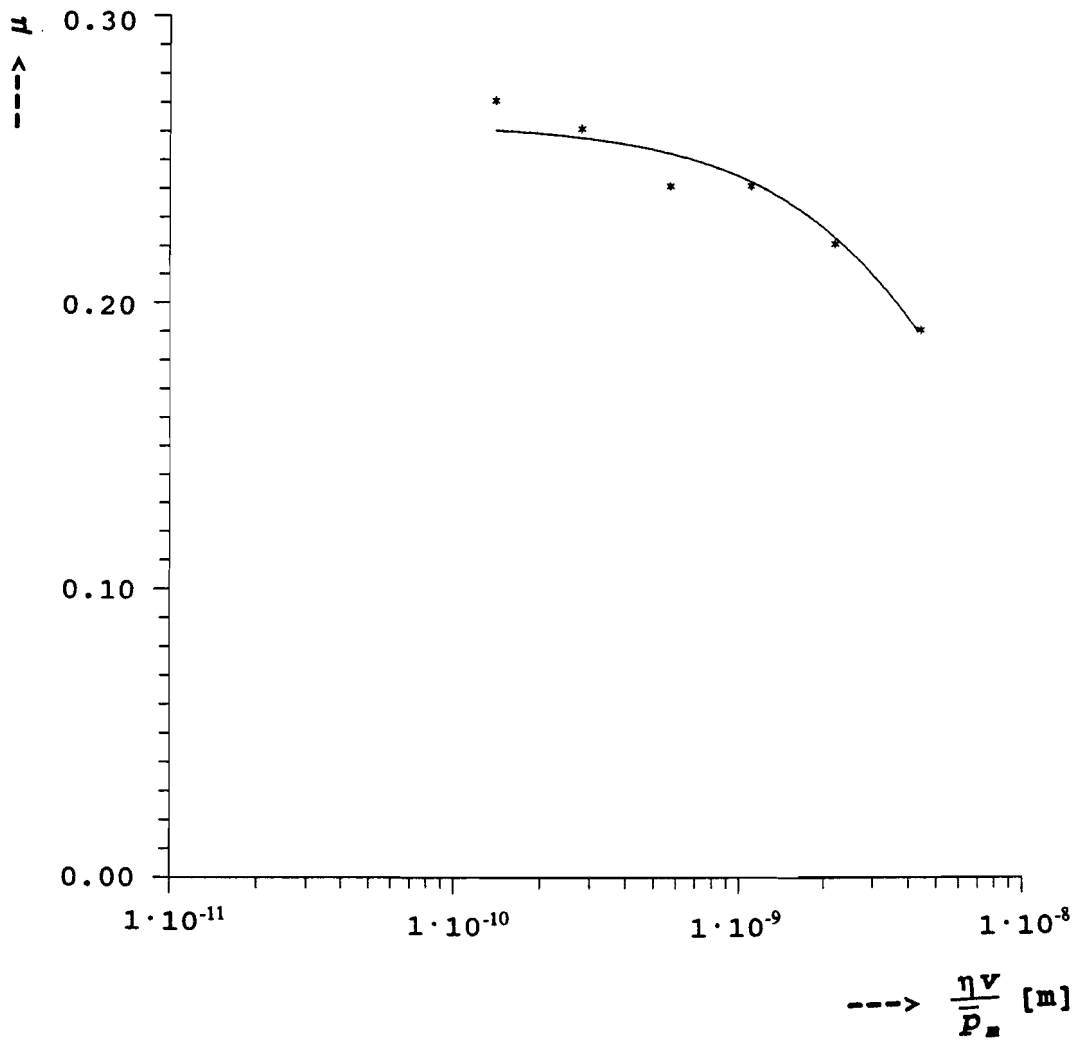
STRIBECK-CURVES

In deze bijlage zijn de gegevens van de vier middenwaardes \bar{p}_m zover mogelijk tot Stribeck-curves verwerkt.



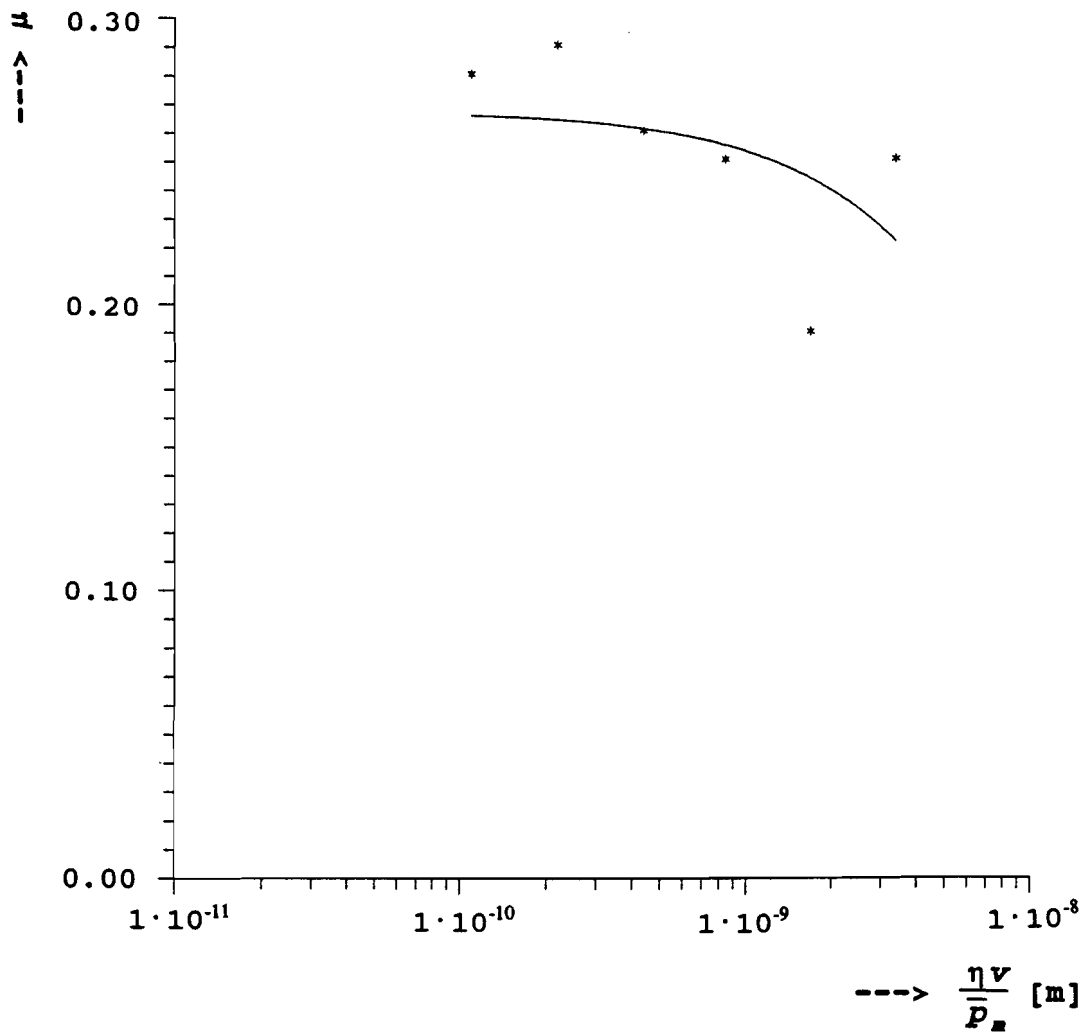
μ wrijvingscoëfficiënt
 η dynamische viscositeit [Ns/m²]
 v snelheid [m/s]
 \bar{p}_m middenwaarde [N/m²]

Fig.H1 Gedeeltelijke Stribeck-curve voor $\bar{p}_m = 4.39 \cdot 10^6$ N/m².



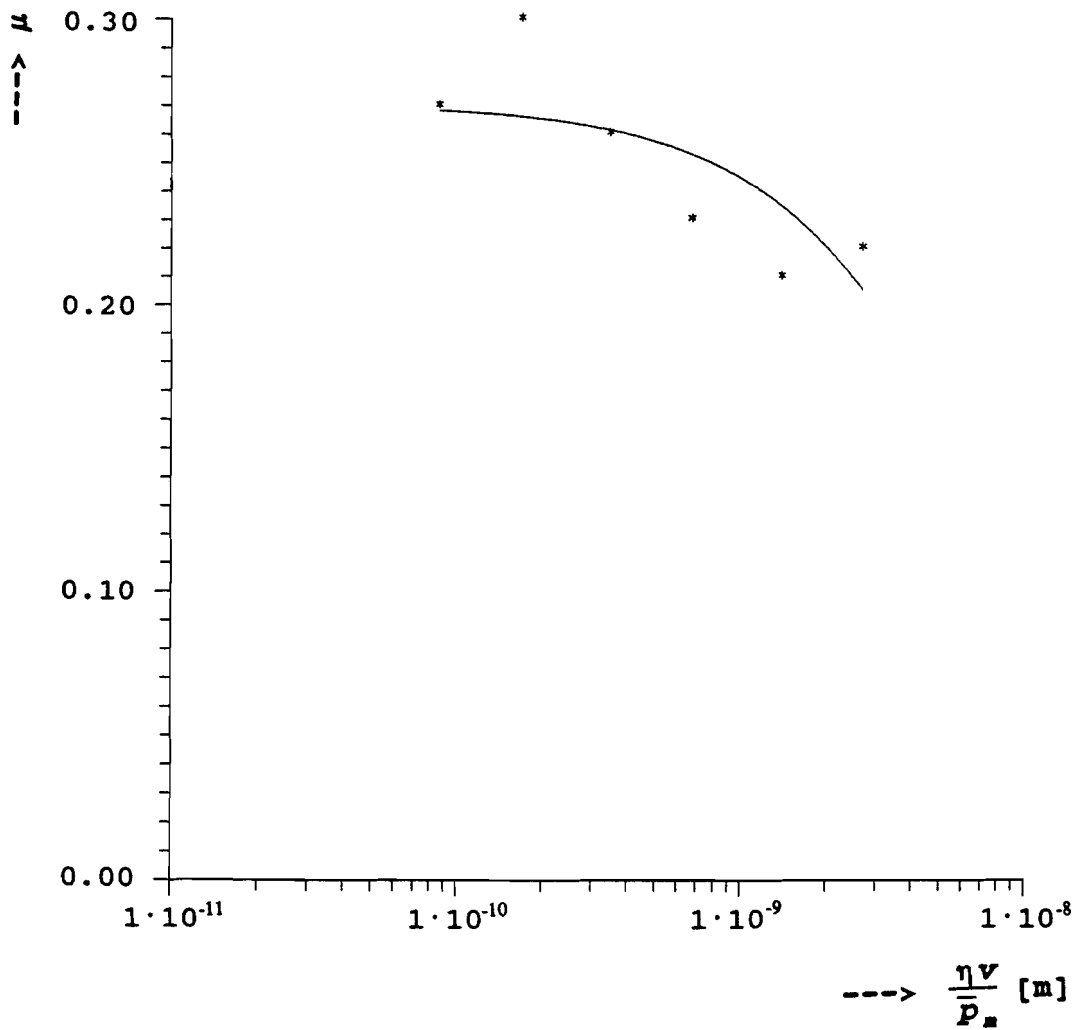
μ wrijvingscoëfficiënt
 η dynamische viscositeit [Ns/m²]
 v snelheid [m/s]
 \bar{p}_m middenwaarde [N/m²]

Fig.H2 Gedeeltelijke Stribeck-curve voor $\bar{p}_m = 7.06 \cdot 10^6$ N/m².



μ wrijvingscoëfficiënt
 η dynamische viscositeit [Ns/m²]
 v snelheid [m/s]
 \bar{p}_m middenwaarde [N/m²]

Fig.H3 Gedeeltelijke Stribeck-curve voor $\bar{p}_m = 9.18 \cdot 10^6$ N/m².



μ wrijvingscoëfficiënt
 η dynamische viscositeit [Ns/m²]
 v snelheid [m/s]
 \bar{p}_m middenwaarde [N/m²]

Fig.H4 Gedeeltelijke Stribeck-curve voor $\bar{p}_m = 11.55 \cdot 10^6$ N/m².

PROGRAMMA VOOR DE BEREKENING VAN DE AFGELEIDE GROOTHEDEN

PROGRAM AFGELEIDEGROOTHEDEN;

```

*****
*
* TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN
*
* FACULTEIT WERKTUIGBOUWKUNDE
*
* VAKGROEP PRODUKTIE TECHNOLOGIE- EN AUTOMATISERING
*
* DATUM      : Mei 1991.
*
* PROGRAMMEUR : M.J.M. Houwen,
*              afstudeerder aan de Hogeschool Venlo,
*              afdeling HTS Werktuigbouwkunde.
*
* PROGR.OMSCHR.: Dit programma berekent de schuifspanning  $\tau_o$ , de gemid-
*              delde oppervlaktedruk  $p_m$  en de wrijvingscoëfficiënt  $\mu$ 
*              voor de (verbeterde) striptrek-unit.
*
*              Hierbij dienen de volgende gegevens ingevuld te worden:
*
*              - r afr afrondingsradius [mm];
*              - F_trek trekkracht [N];
*              - F_rem remkracht [N];
*              - F_opn opnemerkracht [N];
*              - b_1 stripbreedte voor afronding [mm];
*              - s_1 stripdikte voor afronding [mm];
*              - b_2 stripbreedte voor afronding [mm];
*              - s_2 stripdikte na afronding [mm].
*
* VERSIE      : 1.0.
*
*****

```

USES Dos, Crt;

```

var r_afr      : integer; {afrondingsradius [mm]}
    F_trek     : integer; {trekkracht [N]}
    F_rem      : integer; {remkracht [N]}
    F_opn      : longint; {opnemerkracht [N]}
    i          : integer; {nummer van de meting}
    b_1        : real;    {stripbreedte voor afronding [mm]}
    s_1        : real;    {stripdikte voor afronding [mm]}
    b_2        : real;    {stripbreedte na afronding [mm]}
    s_2        : real;    {stripdikte na afronding [mm]}
    tau_o      : real;    {schuifspanning [N/mm2]}
    p_m        : real;    {gemiddelde oppervlaktedruk [N/mm2]}
    mu         : real;    {wrijvingscoëfficiënt}
    antw       : char;    {antwoord: 'J(a)' of 'N(ee)'}
    doorgaan   : boolean; {hulpvariabele: 'true' of 'false'}
    bestand    : text;    {bestand}
    bestandsnaam: string; {naam van bestand}

```

```
FUNCTION schuifspanning_o (r_afr: integer; F_opn: longint; b_1, b_2: real):
    real;
(schuifspanning [N/mm2])
```

```
Begin
    schuifspanning_o := (160 * F_opn / (pi * sqrt(r_afr) * (b_1 + b_2)));
End;
```

```
FUNCTION oppervlaktedruk_m (r_afr, F_rem, F_trek: integer; b_1, b_2, s_1,
    s_2: real): real;
(gemiddelde oppervlaktedruk [N/mm2])
```

```
Begin
    oppervlaktedruk_m := (1 / (4 * r_afr) * (s_1 + s_2) * ((F_rem /
        (b_1 * s_1) + (F_trek / (b_2 * s_2)))));
End;
```

```
FUNCTION wrijvingscoefficient (tau_o, p_m: real): real;
(wrijvingscoëfficiënt)
```

```
Begin
    wrijvingscoefficient := tau_o / p_m;
End;
```

```
(HOOFDPROGRAMMA)
```

```
BEGIN
    textbackground(lightgray);
    clrscr;
    textcolor(0);
    writeln;
    write(' BEREKENING VAN DE WRIJVINGSCOEFFICIENT VOOR DE NIEUWE');
    writeln(' STRIPTREKOPSTELLING');
    writeln;
    textcolor(1);
    write(' Voer de bestandsnaam in: ');
    textcolor(4);
    read(bestandsnaam);
    assign(bestand, bestandsnaam);
    rewrite(bestand);
    i := 0;
    doorgaan := true;
    while doorgaan do
        Begin
            i := i + 1;
            clrscr;
            textcolor(0);
            writeln;
            write(' BEREKENING VAN DE WRIJVINGSCOEFFICIENT VOOR DE NIEUWE');
            writeln(' STRIPTREKOPSTELLING');
            writeln;
            textcolor(1);
            write(' Meting ');
            textcolor(4);
```

```

write(i);
textcolor(1);
write('                               Bestandsnaam: ');
textcolor(4);
writeln(bestandsnaam);
textcolor(1);
writeln;
writeln(' Voer de volgende gegevens in:');
writeln;
write(' - afrondingsradius r_afr [mm]      : ');
textcolor(15);
read(r_afr);
writeln;
textcolor(1);
write(' - trekkracht F_trek [N]           : ');
textcolor(15);
read(F_trek);
textcolor(1);
write(' - remkracht F_rem [N]             : ');
textcolor(15);
read(F_rem);
textcolor(1);
write(' - opnemerkraft F_opn [N]          : ');
textcolor(15);
read(F_opn);
writeln;
textcolor(1);
write(' - stripbreedte voor afronding b1 [mm]: ');
textcolor(15);
read(b_1);
textcolor(1);
write(' - stripdikte voor afronding s1 [mm] : ');
textcolor(15);
read(s_1);
textcolor(1);
write(' - stripbreedte na afronding b2 [mm] : ');
textcolor(15);
read(b_2);
textcolor(1);
write(' - stripdikte na afronding s2 [mm]   : ');
textcolor(15);
read(s_2);
writeln;
tau_o := schuifspanning_o (r_afr, F_opn, b_1, b_2);
p_m   := oppervlakedruk_m (r_afr, F_rem, F_trek, b_1, b_2, s_1, s_2);
mu    := wrijvingscoefficient (tau_o, p_m);
textcolor(1);
write(' Schuifspanning   Gemiddelde oppervlakte-');
writeln('   Wrijvingscoëfficiënt');
writeln('    $\tau_o$  [N/mm2]           druk p_m [N/mm2]            $\mu$ ');
writeln;
textcolor(15);
write('   ',tau_o:6:3,'           ',p_m:6:3);
writeln('           ',mu:6:3);
writeln(bestand, i, ' ',tau_o,' ',p_m,' ',mu);
writeln;
antw := 'a';

```

```
textcolor(1);
write(' Wilt u nog een berekening uitvoeren? (J/N) ');
while (antw <> 'n') and (antw <> 'N') and (antw <> 'j') and
      (antw <> 'J') do antw := readkey;
if (antw = 'j') or (antw = 'J') then doorgaan := true else
doorgaan := false
End;
close(bestand);
textcolor(7);
textbackground(black);
clrscr;
END.
```