

Onderzoek naar de snijspeling in een stempel tijdens het proces

Citation for published version (APA):

Romijn, G. (1962). *Onderzoek naar de snijspeling in een stempel tijdens het proces*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0044). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1962

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.



SAMENVATTING VAN EEN RAPPORT UIT DE SECTIE: 4

TITEL: Onderzoek naar de snijspeling in een stempel tijdens het proces.

AARD VAN HET ONDERZOEK:

U.D.C.

SAMENVATTING:

In een snijstempel met snijnippel 10mm en een snijspeling van 0,4 mm, wordt snijspleetverdeling in belaste en onbelaste toestand gemeten.

De snijspeling in onbelaste toestand wordt gemeten met behulp van een stempelafdruk op cellulose acetaatplaat.

De snijspeling in belaste toestand wordt gemeten aan een gedeeltelijk geponsd plaatje.

Er wordt uitgegaan van een zeer excentrisch verdeelde snijspeling. De verwachting, dat de snijspeling onder deze omstandigheden vanwege het a-symmetrische krachterspel verandert, blijkt niet aanwezig te zijn of binnen de meetonzekerheid te vallen.

Men zou uit bovenstaande waarnemingen kunnen stellen dat de snijnippel een geleiding ondervindt in het plaatmateriaal, hetwelk door wrijving en door zijn vervorming t.o.v. de snijplaat wordt vastgehouden.

PROGNOSE VOOR VERDER ONDERZOEK:

Het onderzoek wordt voortgezet. De metingen zullen hierbij nauwkeuriger, langs electronische weg worden uitgevoerd.

HOGLERAAR: Prof. Dr. P.C. Veenstra

SECTIELEIDER: Ir. E.T.W. Zweekhorst

MEDEWERKERS: D.C. Kerstens, G.C.J. Romijn, J.F. Bos.

ONDERZOEK NO:

DAT. RAPPORT: 12-7-1962

DAT. AANVANG:
V.H. ONDERZOEK

AANT. BLADZIJDEN: 11

BIJLAGEN: 2

PUBLICATIE IN:

LITERATUUR:



RAPPORT UIT DE SECTIE: 4.

DATUM: 5 juni 1962

TITEL: Onderzoek naar de snijspeling in een stempel tijdens
het proces

ONDERZOEK NO:

AUTEURS: G. Romijn.

BIJLAGEN:

J.D.C.:

1. Inleiding.

De grootte van de snijspeling heeft een belangrijke invloed op het voor het ponsproces benodigde vermogen, de slijtage en dus de standtijd van het snijgereedschap en de oppervlaktekwaliteit van het gesneden oppervlak. Een reeds bij de montage van het gereedschap verkregen ongelijkmatig verdeelde snijspeling zal een ongelijkmatige slijtage veroorzaken.

Bij een juist opgegeven gemiddelde snijspleet zal daardoor een ongelijkmatige snijspleet een ongunstige invloed hebben op de standtijd. In het algemeen is een grotere snijspleet voordelig voor hogere standtijd, echter de in de praktijk ongewenste braamvorming neemt dan toe.

De snijspeling kan tijdens het ponsproces worden beïnvloed door verschillende factoren:

- a. niet juist uitlijnen van de stoter en het tafelloppervlak van de pers,
- b. wanneer de pers uitgevoerd is met een C-frame, zal het frame evenredig met de kracht uitbuigen. Dientengevolge zal de stand van de stoter, mede door de speling en vervormingen in de stotergeleiding, t.o.v. de tafel veranderen en de snijspeling beïnvloeden. Evenals in geval a kan hier een stempel met zuilengeleiding, welke aan bovenzijde flexibel aan de stoter van de pers is bevestigd, verbetering brengen,
- c. een ongelijkmatig verdeelde snijspeling, welke reeds aanwezig is in de gemonteerde stempel, zal waarschijnlijk onder invloed van het te verwachten asymmetrisch krachtenspel kunnen veranderen.

Beschouwen we de omstandigheden waaronder het ponsonderzoek in ons laboratorium wordt uitgevoerd, dan blijkt dat de onder a en b genoemde invloeden zeer gering zijn.

De paralleliteit tussen onderkant stoter en tafel wijkt $\approx 0,01$ mm op 100 mm in de uitbuigrichting en de vervorming van het C-frame van de 20-tons excenterpers is bij de toegepaste belasting van 5 ton gering (= 0,15 mm). Bovendien speelt het snijproces zich op een zeer klein oppervlak ($\varnothing 10$ mm) af.

Daarom zal geval c onder verschillende omstandigheden nader worden gezien. Hiertoe moet de snijspeling in onbelaste en belaste toestand van het stempel vergeleken worden.



2. Doel.

Nagegaan wordt of een ongelijkmatige snijspeling, welke na montage in een stempel aanwezig is, tijdens het proces verandert.

3. Werkmethode.

De snijspeling zal in onbelaste- en belaste toestand gemeten en vergeleken worden. Hierbij is de snijspeling met opzet excentrisch genomen.

Het is noodzakelijk de oriëntatie van de proefplaatjes ten opzichte van het stempel duidelijk aan te geven. Dit wordt gedaan door de vierkante proefplaatjes aan twee aanliggende zijden met groen en geel te merken.

4. Constructie snijgereedschap.

De stempel waarmee het experiment wordt uitgevoerd heeft een snijnippel \varnothing 10,00 mm en een gemiddelde snijspeling van 0,37 mm. De snijnippel is vast opgesloten in de draagplaat en op een draaibank met een meetklok (0,01 mm) ten opzichte van de kop-pen uitgericht. De proeven worden met en zonder leidingplaat gedaan. Hierbij is de snijspelingverdeling met opzet erg excentrisch genomen. De snijnippel (lengte 70 mm) zal, indien niet gesteund in de leidingplaat, in het horizontale vlak slap zijn. De uitbuiging van het vrije eind van de nippel zal door elastische vervorming bij een zijdelingskracht van 1 kgf ter plaatse 0,01 mm zijn. De onderzijde van de snijnippel en de bovenzijde van de snijplaat zijn vlak geslepen, loodrecht op de hartlijn. Er is bij de fabricage van het gereedschap bovendien gelet op evenwijdigheid van de grondplaat en de snijplaat.

5. Meting van de snijspeling van stempel in onbelaste toestand.

5.1 Enkele praktijkmethoden.

Door proefsnijden op papier kan een indruk worden verkregen over de verdeling van de snijspeling. De werkelijke grootte van de afwijking kan op deze wijze niet worden gemeten. Het verloop van de braam- en baardvorming langs de rand van een uitgeponsd produkt geeft eveneens een indruk van de snijspelingverdeling.

Een betere methode *) is het werken met floodlight. Dit licht wordt tussen de leidingplaat en de snijplaat om de snijnippel, welke in de snijplaat rust, aangebracht. Het floodlight wordt verkregen met een door lampjes verlichte plexiglazen schijf, waarin de contouren van de snijder door mechanische bewerkingen

*) Methode beschreven door Obering, H. Peter, Berlijn, Werkstatt u. Betrieb, 1957, nr. 1.



zijn doorgewerkt. Door de onderzijde van het stempel naar boven te keren is op de snijplaat het uitstralende licht zichtbaar, welke de snijspeling aangeeft. Door het geheel onder een meetmicroscop te plaatsen kan de grootte van de snijspeling volgens opgave op 1μ nauwkeurig worden gemeten.

5.2 Toegepaste meetmethode.

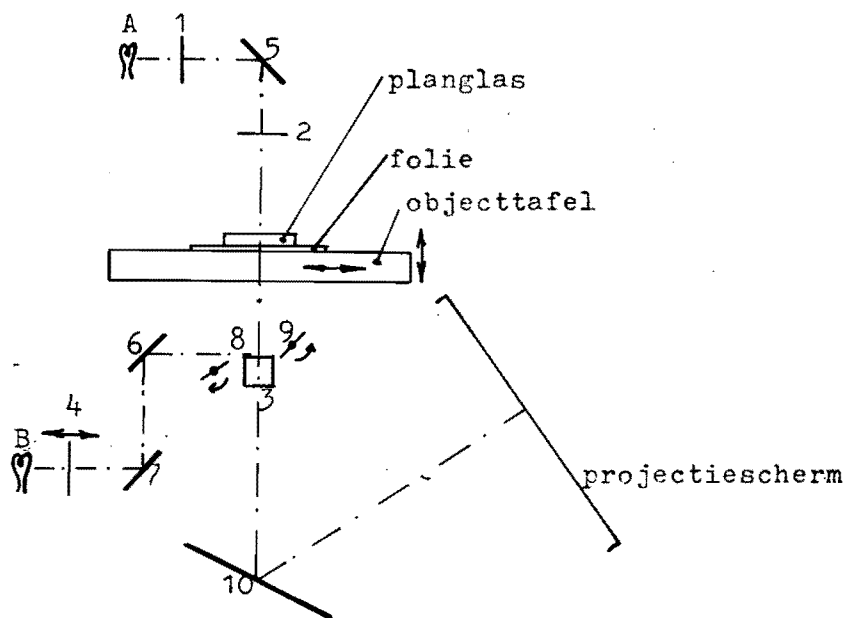
Op cellulose-acetaatfolie van 0,3 mm dikte wordt een afdruk van de snijkanten van de snijnippel en de snijplaat gemaakt. De folie wordt in de stempel gebracht, waarna de snijder met een lichte tik de afdrukken in het materiaal maakt. Voor een duidelijk afdruk moet worden uitgegaan van glashelder onbeschadigd en vlak cellulose-acetaatfolie. Vanzelfsprekend kan alleen een goede afdruk langs de gehele snijkant verkregen worden, wanneer de beide nog scherpe snijkanten in zuiver evenwijdige vlakken liggen.

De aldus verkregen afdruk kan nu op een projector vergroot worden afgebeeld met behulp van doorvallend licht. Met een glaslieneaal of met de micrometerversstelling van de objecttafel kan de snijspeling op verschillende plaatsen worden gemeten.

5.3 Toegepaste apparatuur.

Projector. Fabrikaat Isoma, Bienne Swisse.

Vergrotingen 10x, 20x, 50x en 100x.



Principeschema projector.



Op de glazen plaat van de objecttafel wordt het te meten werkstuk geplaatst.

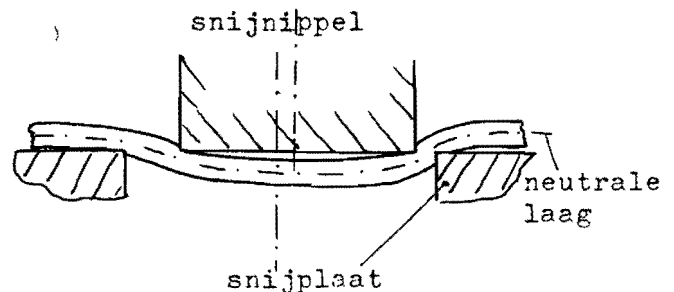
Met behulp van doorvallend licht kunnen de contouren van het te meten object op het scherm worden geprojecteerd. Tevens kan het onderaanzicht van het werkstuk afgebeeld worden. Hiertoe dient de lichtbron B, de langs zijn as verstelbare lens 4 en de spiegels 6, 7, 8 en 9. De belichting kan behalve met lens 4 ook nog met de verdraaibare spiegels 8 en 9 worden ingesteld. Door verticale verstelling van de tafel kan het beeld op het scherm worden scherp-gesteld. De tafel kan in het horizontale vlak in één richting over een lengte van 200 mm met een micrometerversstelling (afleesnauwkeurigheid 1 μm) worden verplaatst.

5.4 Waarnemingen.

De afdrukken van de snijkanten van het stempel op het cellulose-acetaat zijn bij een vergroting van 20x duidelijk en overzichtelijk.

De zeer ongelijkmatig verdeelde snijspeling geeft echter bij de kleinste snijpleet een vertroebeld beeld. Daar ter plaatse is de deformatie van het materiaal zodanig dat brekingseffecten het beeld bederven.

Bovendien is de afdruk van de snijnippel scherper dan die van de snijplaat. Daarom zijn voor beiden afzonderlijk de standaardafwijkingen bepaald.



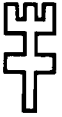
Bepaling standaarddeviaties voor afdruk van snijnippel en snijplaat.

Snijnippel.

x	$\bar{x} = 97,803$
97,803	$s_1 = \sqrt{\frac{(x-\bar{x})^2}{n-1}} \approx 2$ $\pm 2,26 s_1 = \pm 6 \mu\text{m}$
",800	
",800	
",803	
",802	
",804	
",805	
",803	
",803	
",803	

Snijplaat.

x	$\bar{x} = 98,066$
98,062	$s_2 \approx 3 \mu\text{m}$ $\pm 2,26 s_2 = \pm 9 \mu\text{m}$
",064	
",064	
",065	
",070	
",067	
",067	
",063	
",065	
",070	

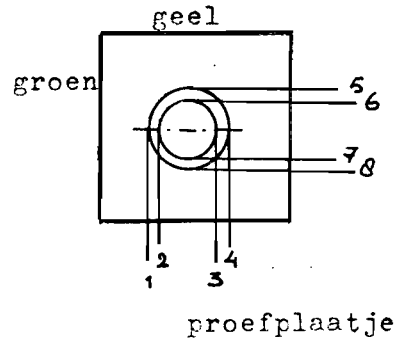


De waarnemingen hebben een betrouwbaarheid van 95% voor 9 vrijheidsgraden tussen de grenzen $\pm 2,26 S$.

Voor series van 3 waarnemingen wordt nu de toevallige afwijking in de snijspeling bepaald uit :

$$\frac{S_1}{\sqrt{3}} + \frac{S_2}{\sqrt{3}} = \frac{9 + 6}{\sqrt{3}} = 9 \mu\text{m} \rightarrow 0,01 \text{ mm.}$$

Nummer 1 heeft betrekking op de proef met excentrisch geplaatste nippel met leidingplaat, nummer 2 zonder leidingplaat.



Plaat nr.	snijspeling A			snijspeling B			snijspeling C		
	1	2	2-1	3	4	4-3	5	6	6-5
1	83,510 ,501 ,502	83,608 ,617 ,619	0,111	93,672 ,672 ,673	93,876 ,880 ,875	0,206	90,460 ,455 ,456	90,115 ,117 ,117	0,342
2	niet te meten			101,440 ,444 ,438	101,719 ,719 ,715	0,275	91,822 ,815 ,813	92,044 ,043 ,045	0,227

Plaat nr.	snijspeling D			∅ snijnippel			∅ snijplaat		
	7	8	8-7	3-2	7-6	werk.	4-1	8-5	werk.
1	niet te meten			10,067	-	10,000	10,374	-	10,37
2	102,106 ,107 ,100	102,179 ,188 ,183	0,078	-	10,060		-	10,366	



Tevens zijn de afbeeldingen van de afdrukken op tekenpapier overgetekend (zie bijlage 1 en 2). Uitgaande van het feit dat de contouren cirkels moeten zijn, komen nu ook de zeer kleine snijspelingen in beeld. Er worden echter tekenfouten geïntroduceerd, hetgeen de nauwkeurigheid niet ten goede komt. Bovendien wordt nu ook de onnauwkeurigheid in de vergroting van 20x geïntroduceerd.

5.5 Onnauwkeurigheid in de metingen.

Uit 5.4 blijkt dat de toevallige afwijking in de gemeten snijspeling $\pm 0,01$ mm is.

In de langsslede van de Isoma projector wordt een speling van 0,05 mm waargenomen.

Door te zorgen dat het meetpunt steeds van een kant benaderd wordt, heeft dit geen invloed. Deze grote speling is als een voordeel te beschouwen omdat de kans op vergissingen kleiner is.

Door met de micrometerversstelling te meten hebben we met de (systematische) fout in de vergroting niets te maken. De fout in de micrometerschroefspil is echter wel van betekenis.

Bij de meting is het beeld voor de afdruk van de snijpippel en van de snijplaat afzonderlijk scherp gesteld. Een fout in de geleiding voor de verticale beweging introduceert dus een fout in de meting.

Het object, de cellulose-acetaatfolie, ligt onder een planglas vlak op de tafel. Het niet haaks liggen van het object ten opzichte van de optische as veroorzaakt eveneens een fout. De systematische afwijking van de Isoma projector is te verwaarlozen t.o.v. de toevallige afwijking.

Doordat het cellulose-acetaat bij het maken van de afdruk buigt en niet helemaal tegen het kopvlak van de snijpippel aanligt, is de gemeten snijpippeldiameter ongeveer 0,06 mm groter dan de werkelijke met de micrometer opgemeten waarde.

Omdat de afdruk van de snijplaat onder de neutrale lijn ligt, heeft blijkbaar de invloed van het buigen die van het niet aanleggen op. Dit effect veroorzaakt tevens een geringe afwijking in de gemeten waarde van de snijspeling.

5.6 Resultaat.

Een samenvatting van de uitkomsten wordt gegeven in punt 7.

De toegepaste methode voor het meten van snijspelingen in een onbelast stempel leent zich moeilijk voor snijspelingen kleiner dan 0,1 mm.


Tevens zijn de afdrukken van gevijlde snijplaten en van inspringende hoeken in het algemeen slecht.



6. Het meten van de snijspeling welke onder invloed van de belasting optreedt.

6.1 Toegepaste methode.

De gemerkte haakse stalen plaatjes ($\varnothing 25$ mm) met een dikte van 4 mm worden gedeeltelijk geponsd tot een diepte van ongeveer 1 mm. Tijdens dit proces heeft de maximale kracht (5,3 ton) plaatsgevonden. De indrukking aan de bovenzijde en de uitstulping aan de onderzijde van het plaatje hebben een vorm overeenkomstig die van de snijnippel, resp. snijplaat.

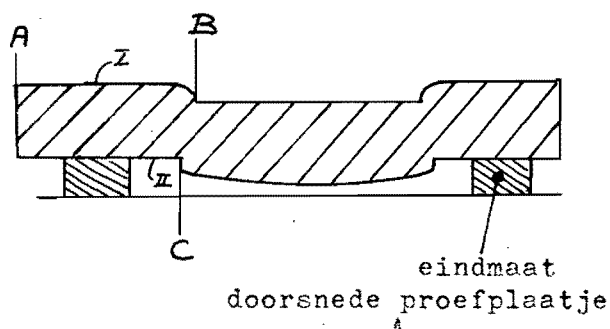
Door de plaats van bovengenoemde vormen aan het plaatje ten opzichte van de volgens  -bewerkte zijvlakken te meten kunnen de werkelijke snijspelingen worden bepaald.

De metingen worden verricht op de Isoma projector, waarbij gebruik gemaakt wordt van de mogelijkheid het object aan onderzijde te belichten.

6.2 Waarnemingen.

Bij metingen op de projector wordt het beeld scherpgesteld op de vlakken I en II.

Door de afronding bij de indrukking op vlak I is de meting minder nauwkeurig dan die op vlak II.



Bij bepaling van de spreiding voor meting op vlak I ter plaatse A :

81,405

410

407

408

407

406

407

409

406

407

$$\bar{x} = 81,407$$

$$s_1 = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}} = 1,6 \rightarrow 2 \mu\text{m}$$

$$\pm 2,26 s = \pm 0,005 \mu\text{m}$$



vlak I ter plaatse B.

$$\begin{array}{r} 96,406 \\ 411 \\ 409 \\ 407 \\ 415 \\ 408 \\ 410 \\ 413 \\ 400 \\ 406 \end{array} \quad \bar{x} = 96,408$$
$$s_2 = 4 \mu\text{m}$$
$$\pm 2,26 s = \pm 0,01 \text{ mm}$$

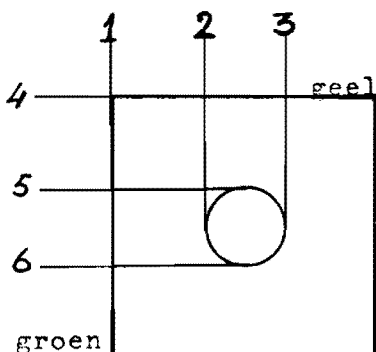
vlak II ter plaatse C.

$$\begin{array}{r} 92,689 \\ 5 \\ 5 \\ 3 \\ 4 \\ 7 \\ 6 \\ 5 \\ 6 \\ 4 \end{array} \quad \bar{x} = 92,685$$
$$s_3 = 2 \mu\text{m}$$
$$\pm 2,26 s = \pm 0,005 \text{ mm}$$

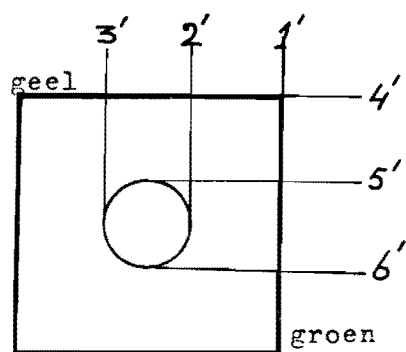
De toevallige afwijking in de gemeten snijspeling is voor series van 3 waarnemingen :

$$\pm \frac{(0,005 + 0,01 + 2 \cdot 0,005)}{\sqrt{3}} = \pm \frac{0,025}{\sqrt{3}} \approx \pm \underline{\underline{0,02 \text{ mm}}}$$

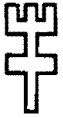
De stalen proefplaatjes zijn overeenkomstig de cellulose-acetaat plaatjes gemarkeerd met een gele en groene zijde.



bovenaanzicht



onderaanzicht



TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN

LABORATORIUM VOOR MECHANISCHE TECHNOLOGIE
EN WERKPLAATSTECHNIEK

Blad 9.

Nr pl.	1	2	3	2-3	1'	2'	3'	1'-3'	4	5	6	5-6
1a	0,000 ,000 ,000	14,429 ,427 ,431	24,465 ,470 ,467	10,042	0,000 ,000 ,000	14,295 ,289 ,287	24,685 ,682 ,678	10,391	0,000 ,000 ,000	15,153 ,151 ,147	25,205 ,212 ,209	10,059
1b	0,000 ,000 ,000	14,998 ,995 ,997	25,028 ,029 ,032	10,034	0,000 ,000 ,000	14,848 ,860 ,850	25,280 ,278 ,281	10,425	0,000 ,000 ,000	15,148 ,152 ,156	25,198 ,192 ,206	10,047
2a	0,000 ,000 ,000	14,088 ,092 ,086	24,121 ,118 ,123	10,033	0,000 ,000 ,000	14,002 ,012 ,008	24,406 ,412 ,404	10,401	0,000 ,000 ,000	15,342 ,338 ,336	25,382 ,383 ,376	10,041
2b	0,000 ,000 ,000	14,152 ,148 ,158	24,202 ,205 ,211	10,054	0,000 ,000 ,000	14,083 ,092 ,090	24,481 ,475 ,483	10,391	0,000 ,000 ,000	15,324 ,329 ,327	25,402 ,396 ,405	10,074
2c	24,700 ,702 ,710	10,522 ,520 ,522	0,492 ,486 ,495	10,03	24,659 ,653 ,651	10,535 ,535 ,530	0,175 ,168 ,170	10,37	24,542 ,544 ,547	9,188 ,178 ,182	-0,826 ,827 ,826	10,08

Nr pl.	4'	5'	6'	5'-6'	A=(1-2) (1'-2')	B=(1-3) (1'-3')	C=(4-5) (4'-5')	D=(4-6) (4'-6')	Opmerking
1a	0,000 ,000 ,000	14,818 ,822 ,819	25,229 ,234 ,231	10,411	0,140	0,215	0,332	0,023	stempel met excentrisch verdeelde snijspeling met leidingplaat
1b	0,000 ,000 ,000	14,827 ,822 ,819	25,245 ,251 ,246	10,425	0,143	0,248	0,329	0,048	
2a	0,000 ,000 ,000	15,082 ,078 ,081	25,496 ,485 ,492	10,410	0,082	0,287	0,258	0,111	idem zonder leidingpleat
2b	0,000 ,000 ,000	15,085 ,083 ,090	25,487 ,491 ,493	10,403	0,063	0,274	0,240	0,089	
2c	25,596 ,597 ,592	10,495 ,497 ,500	0,116 ,116 ,118	10,39	0,06	0,28	0,26	0,11	waarneming 2a herhaald op messoptik-microscoop



6.3 Foutendiscussie.

De toevallige afwijking in de snijspeling is reeds bepaald op $\pm 0,02$ mm.

Voor het meetinstrument, de Isoma projector, gelden gelijke systematische fouten als onder 5.5 genoemd, nl. afwijking in respectievelijk de geleidingen, micrometerschroefspil en stand van de tafel en het werkstuk t.o.v. de optische as van het systeem. De systematische afwijking is klein t.o.v. de toevallige afwijking.

De gemeten diameters van de afdrucken van de snijnippel en snijplaat blijken beiden een weinig groter te zijn dan de diameters van respectievelijk de snijnippel en het gat in de snijplaat. Dit veroorzaakt een fout in de gemeten snijspeling.

De onnauwkeurigheid van de metingen op de projector worden vervolgens nog eens vergeleken met metingen op de Schmalz-microscoop en op de werkplaatsmeetmicroscoop van Messoptik, welke laatste voorzien is van optiek van Zeiss.

Op de Schmalz-microscoop blijkt het afleeskriterium en het instellen lastig te zijn. Bovendien is de afleesnauwkeurigheid en het meetbereik van de micrometerversstelling minder dan die van de projector.

Metingen op de Messoptik (zie waarneming nr. 2c) blijken nagenoeg hetzelfde resultaat op te leveren als die op de Isoma projector. De standaarddeviaties op de verschillende meetpunten zijn praktisch gelijk. De bediening van deze werkplaatsmicroscoop is echter vanwege de aan de voorzijde van het apparaat aanwezige micrometerknop en de werkhoogte minder gemakkelijk.

7. Vergelijking van de uitkomsten onder 5 en 6.

Nr	Snijspeling								Opmerking
	A		B		C		D		
	bel. $\pm 0,02$	onbel. $\pm 0,01$	bel. $\pm 0,02$	onbel. $\pm 0,01$	bel. $\pm 0,02$	onbel. $\pm 0,01$	bel. $\pm 0,02$	onbel. $\pm 0,01$	
1a	0,13	0,11	0,21	0,21	0,33	0,34	0,03	niet te meten	excentr. verd. snijspleet met leidingplaat
1b	0,13	0,11	0,25	0,21	0,33	0,34	0,07		
2a	0,08	niet te meten	0,28	0,28	0,25	0,23	0,11	0,08	idem zonder leidingplaat
2b	0,06		0,28	0,28	0,25	0,23	0,09	0,08	
2c	0,06		0,27	0,28	0,26	0,23	0,11	0,08	2c gemeten op Messoptik



De afwijkingen tussen de gemeten snijspeling in de belaste en de onbelaste toestand is nul of zeer gering en valt binnen de meetonzekerheid.

8. Conclusie.

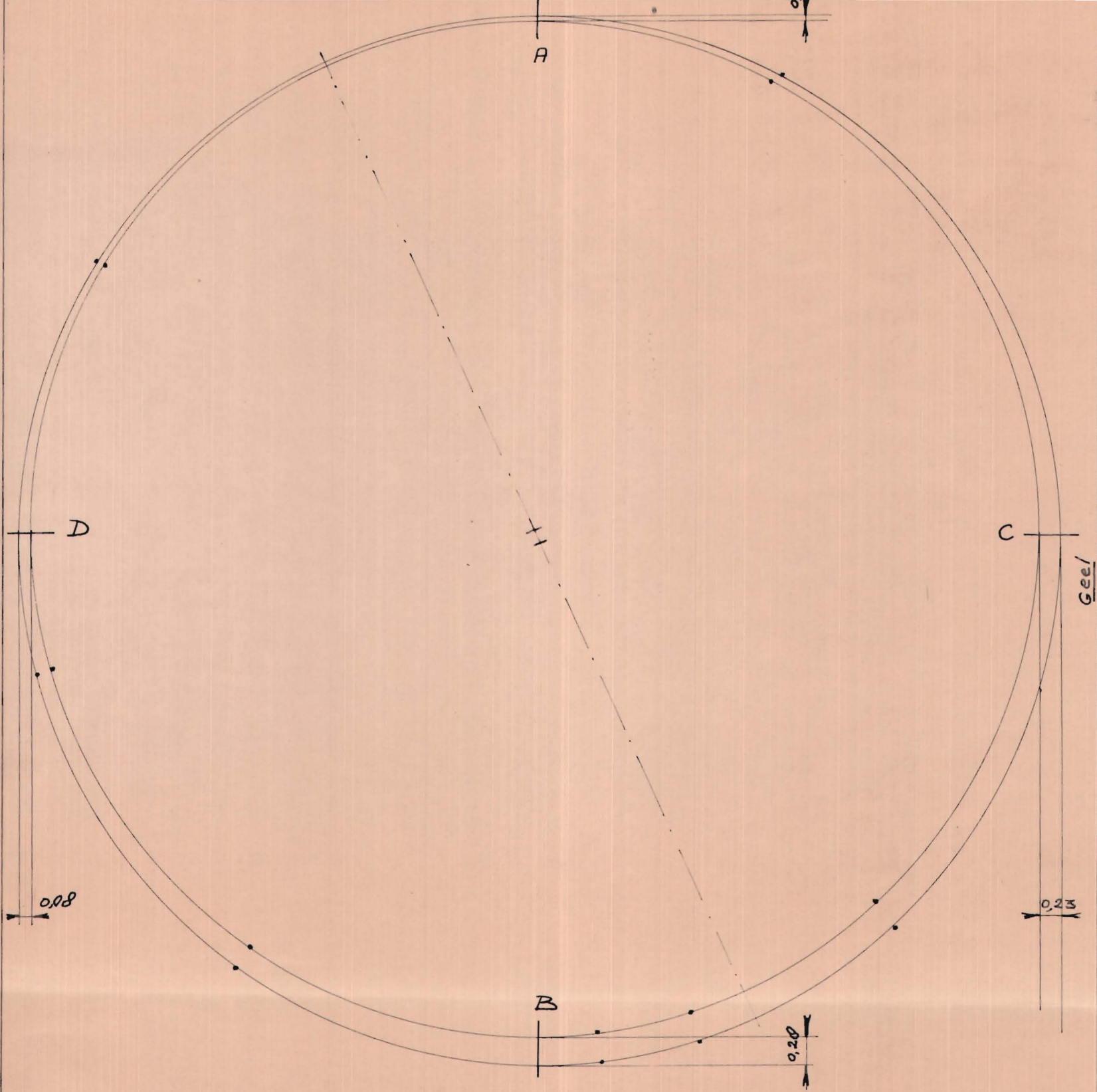
De verwachte verandering in een zeer ongelijk verdeelde snijspeling ten gevolge van een asymmetrisch krachtenspel blijkt niet aanwezig te zijn, althans binnen de meetonzekerheid te vallen.

Men zou dit als volgt kunnen verklaren: na het eerste contact van de snijnippel met het werkstukmateriaal bouwt zich een kracht op, welke in de eerste fase een elastische vervorming veroorzaakt. Hierbij zal de snijnippel niet verplaatsen t.o.v. de snijplaat. Het is namelijk te verwachten dat de ondersteuning van het materiaal door de snijplaat in deze fase geen effect heeft op de krachten die op de snijnippel werken.

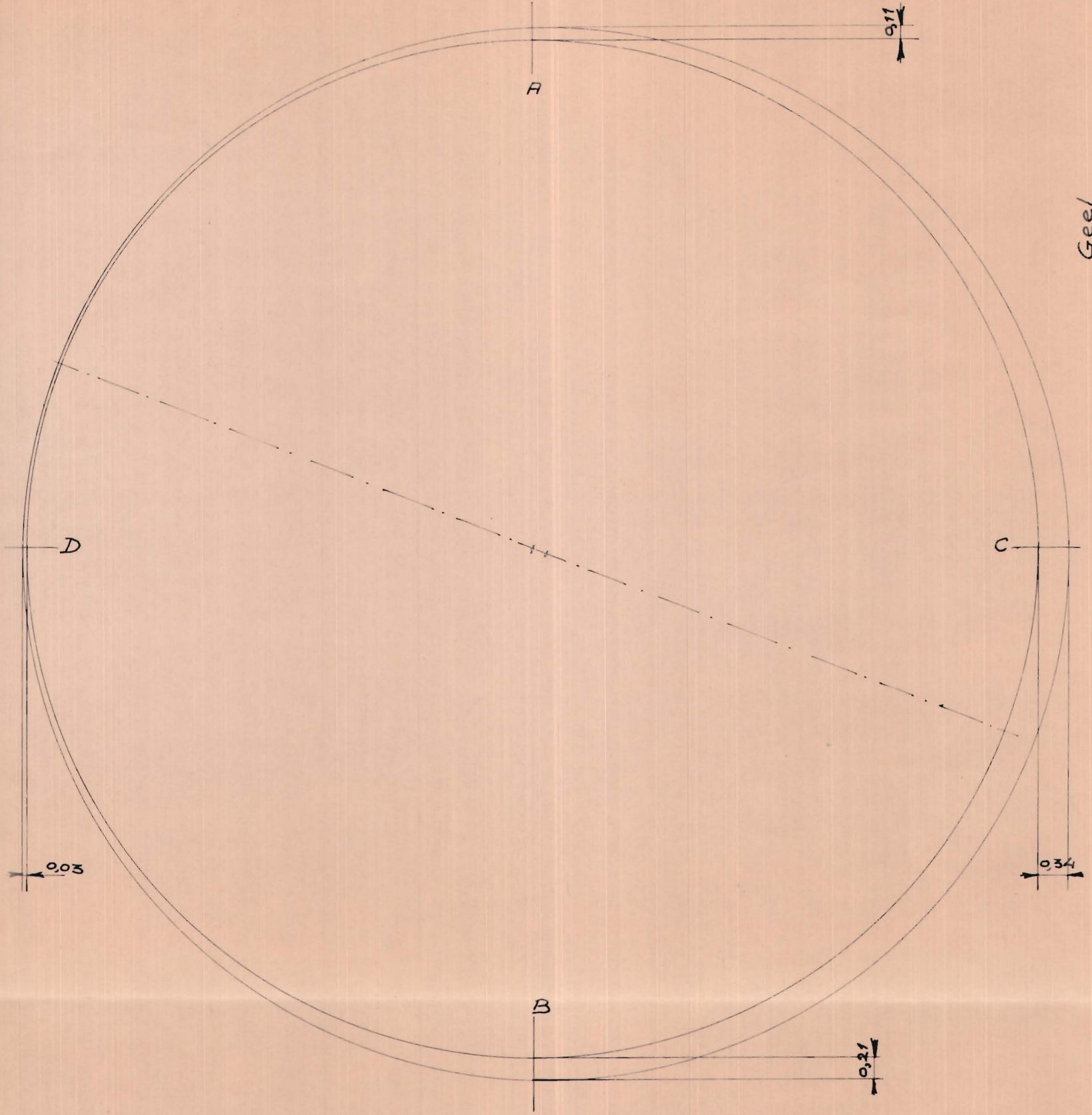
Tevens zijn de wrijvingskrachten in het horizontale vlak ten gevolge van een grote normaaldruk en de elastische vervorming zeer groot. Bij het verder indringen van de snijnippel dient nu het werkstukmateriaal, dat door wrijving en daarna ook door de vervormingen op zijn plaats wordt gehouden als leidingplaat voor de snijnippel, zodat deze niet horizontaal verplaatst kan worden.

Om de juistheid van bovenstaande redenering aan te tonen is bijzonder moeilijk omdat bij een nauwkeuriger (uiteraard elektronische) meetmethode de invloeden onder 1a en 1b genoemd een belangrijke bijdrage leveren.

In een volgend onderzoek zal langs elektronische weg getracht worden het gedrag van de snijnippel tijdens het proces te registreren.



Snijspeling onbelast stempel
 zonder leiding plaat. $V = 20x$



snijspeling on belast stempel
 met leidingplaat. $V=20 \times$