

Het ontwerpen van een boorstandaard

Citation for published version (APA):

Lobel, R. J. A. M. (1993). *Het ontwerpen van een boorstandaard*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPA1581). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1993

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 WPA

Het ontwerpen van een boorstandaard

WPA rap. nr. : 1581
Onderzoeksopdracht

Door: R.J.A.M. Löbel
Datum: 14-9-1993

Begeleiders: Ir. G.S.J. Peters
F.G.J. Soers

Verantwoordelijk
hoogleraar: Prof. Ir. J.M. van Bragt

ERRATA BIJ WPA RAP. 1581

pag. 7, 4e al., rgl 3:een langere slede...
moet zijn: ... een lagere slede...

pag. 26: de tabel moet als volgt zijn:

	Aa	Ab	Ac	Ba	Bb
1. ongew.	6	6	7	8	7
gew.	48	48	56	64	56
2. ongew.	7	7	6	8	7
gew.	49	49	42	56	49
3. ongew.	7	7	7	8	8
gew.	42	42	42	48	48
4. ongew.	8	8	8	8	8
gew.	48	48	48	48	48
5. ongew.	8	8	8	8	8
gew.	56	56	56	56	56
6. ongew.	6	6	6	8	8
gew.	42	42	42	64	64
totaal	285	285	286	336	321

Inhoudsopgave

	blz.
Voorwoord	1
Inleiding	2
1. Het oriënteren op de opdracht	3
1.1 De opdrachtomschrijving	3
1.2 Eisen- en wensen pakket	4
2. Het plannen van de werkzaamheden	5
2.1 Het vinden van de verschillende ontwerpalternatieven	5
2.1.1 Het uitsplitsen in de verschillende deelfuncties	5
2.1.2 Het zoeken van mogelijke oplossingen	5
2.1.3 Het kiezen uit de gevonden oplossingen	6
2.2 De uiteindelijke keuze	7
2.3 Het specificeren van het gekozen alternatief	8
3. De uitvoering	9
3.1 De benodigde capaciteit	9
3.2 Het uitvoeringsplan	9
3.3 de uitvoering	10
3.3.1 Het bepalen van de boorkrachten	10
3.3.2 Het ontwerpen van het mechanisme en een deel van de slede	11
3.3.3 Het dimensioneren van de kolom	11
3.3.4 Het verdere slede ontwerp	12
3.3.5 Het ontwerp voor de voet	13
3.3.6 Het ontwerpen van de lasmallen	14
3.3.7 De uitwerking met Unigraphics II	15
Bijlage I	16
Bijlage II	17
Bijlage III	21
Bijlage IV	23
Bijlage V	24
Bijlage VI	26
Bijlage VII	27
Bijlage VIII	28
Bijlage IX	30
Literatuurlijst	46

Voorwoord

Dit verslag is een onderdeel van de onderzoekopdracht die is uitgevoerd in de vakgroep Produktietechnologie en -automatisering van de faculteit Werktuigbouwkunde TU Eindhoven. Het beschrijft het verloop van de werkzaamheden die nodig waren om tot een vervulling van de vooraf gegeven opdracht te komen.

Inleiding

In dit verslag wordt een beschrijving gegeven van het verloop van mijn onderzoekopdracht. Het onderwerp van deze opdracht is het ontwerp van een boorstandaard.

Van belang is dat het ontwerp zo optimaal mogelijk is. De methode van de projektstrategie volgens prof. Van Bragt is daarbij een nuttig hulpmiddel [1].

Deze methode gaat uit van drie fasen:

- de oriëntatie fase
- de planfase
- de uitvoeringsfase

Eenvoudig uitgelegd komt het erop neer dat de opdracht eerst nader wordt gespecificeerd, daarna worden er zoveel mogelijk ontwerp-alternatieven bepaald.

Vervolgens wordt er uit die alternatieven een keuze gemaakt voor een ontwerp dat verder uitgewerkt zal worden.

Voor verdere details verwijs ik graag naar het dictaat dat bij deze projektstrategie hoort.

Het verslag zal dan ook opgebouwd zijn volgens de fasen die bij deze methode doorlopen worden.

1. Het oriënteren op de opdracht.

1.1 De opdrachtomschrijving

Om te komen tot een goed ontwerp is het noodzakelijk vast te stellen wat er nu eigenlijk ontworpen moet worden. Van het begin af aan is het duidelijk dat het gaat om een ontwerp voor een boorstandaard. De verdere kwalificaties moeten gevonden worden door het stellen van gerichte vragen:

- welke produktiemiddelen/processen mogen toegepast worden?
- in welk kader wordt dit produkt gemaakt?
- wat mag het produkt gaan kosten?
- wat is het produktieaantal?
- wat is het te bereiken werkstukvolume?
- voor wie is het produkt bedoeld?
- is er een koppeling tussen de verschillende produktieprocessen?

De antwoorden op deze vragen leverden de volgende opdrachtomschrijving op:

Het doel van deze onderzoekopdracht is het komen tot een ontwerp van een boorstandaard. Deze zal eventueel dienen als onderwerp voor een practicum voor studenten, waarbij deze kennis maken met verschillende produktiemiddelen. De voorkeur gaat uit naar toepassing op het FALC-project. Daarnaast mogen ook alle produktiemiddelen ingezet worden die beschikbaar zijn bij de vakgroep WPA.

Bij het ontwerp moet ook er op gelet worden dat elk onderdeel met universele machines realiseerbaar is. Er moet verstandig gebruik gemaakt worden van inkooponderdelen. Door het gebruik van standaard staal-profielen dienen de kosten zo laag mogelijk te worden gehouden, waarbij de bewerkingskosten niet in rekening hoeven te worden gebracht. Wel moeten er grote aantallen van geproduceerd kunnen worden.

De boorstandaard moet werkstukken aankunnen met afmetingen die ook passen onder de conventionele boorstandaarden. Daarnaast moet de standaard ook mogelijkheden bieden tot nevenfuncties als persen, frezen, slijpen, enz.

Indien er gebruik wordt gemaakt van het FALC-project moeten ook de opspanmiddelen worden ontworpen of in elk geval geschetst.

1.2 Eisen- en wensen pakket.

Uit de opdrachtomschrijving is het volgende eisen- en wensenpakket te halen:

eisen:

1. Passende voor gangbare handboormachines.
Kraagdiameter 43 mm.
2. Te produceren met de universele produktiemiddelen van de TUE/WPA.
3. Minimale werkstukhoogte 250 mm.
4. Minimale uitlading 150 mm.
5. Kosten onder die van commerciële standaarden.
6. Voldoende drukkracht realiseerbaar.
7. Geschikt voor geautomatiseerde en/of serie-fabricage.

wensen:

	weegfactor
1. Zo goedkoop mogelijk.	8
2. Zo eenvoudig mogelijk.	7
3. Geen onnodige inkoop-onderdelen.	6
4. Zo veel mogelijk neventoeepassingen.	6
5. Toepassing in het FALC project.	7

2. Het plannen van de werkzaamheden.

2.1 Het vinden van de verschillende ontwerpalternatieven.

Om tot een goede keuze te komen van een ontwerp, moeten er verschillende alternatieven worden bedacht. Door uitsplitsen van de hoofdfunctie in een aantal deelfuncties en hiervoor, via brainstormen, oplossingen te bedenken die via een morfologisch schema worden gecombineerd.

2.1.1 Het uitsplitsen in de verschillende deelfuncties.

Functieomschrijving van de boorstandaard:

de functie van een boorstandaard is het via een rechte lijn bewegen van een handboormachine, evenwijdig aan de as van de boor.

De volgende deelfuncties zijn te bedenken:

1. Inklemmen van de boormachine.
2. Werkstukfixatie.
3. Boormachine vastzetten op een bepaalde afstand van het werkstuk volgens de wens van de gebruiker.
4. Zorgen voor een rechtlijnige beweging.
5. Overbrenging van krachten.

2.1.2 Het zoeken van mogelijke oplossingen.

Deelfunctie 1 kan onafhankelijk van de andere deelfuncties worden opgelost. Er hoeft slechts rekening te worden gehouden met de standaardisering van de kraag.

Deelfunctie 2 wordt gerealiseerd door toepassing van een grondplaat loodrecht op de bewegingsrichting van de boor. Daarbij wordt gekozen voor een verticale stand van de boor om de volgende redenen:

- boren mogelijk zonder vaste fixatie van het werkstuk, de zwaartekracht werkt mee.
- plaatsbesparend.

De grondplaat moet mogelijkheden bieden voor de bevestiging van bijv. een boorklem en goed te reinigen zijn.

De overige deelfuncties worden opgelost m.b.v. brainstormen en een morfologisch schema. Dit is weergegeven in bijlage I.

2.1.3 Het kiezen uit de gevonden oplossingen.

Om tot een goede keuze te komen uit het morfologisch schema is het beter om naast dit schema uitgebreidere schetsen te maken van deze oplossingen. Deze schetsen zijn gegeven in bijlage II.

Uit deze schetsjes zijn al direct conclusies te trekken m.b.t. de haalbaarheid van de diverse deeloplossingen. Deeloplossing T2 vervalt doordat de stand van de boormachine niet willekeurig is, zodat frezen niet of nauwelijks mogelijk is. R1^b vervalt vanwege zijn complexiteit en de vereiste hoge bewerkingsnauwkeurigheid. Om dezelfde reden valt deeloplossing O2 af.

Combinatie van de overgebleven deeloplossingen levert 4 mogelijke alternatieven op, waarvan de principe-schetsjes staan gegeven in bijlage III.

Deze alternatieven zijn:

- A. heugel/bus/veer/rem
- B. stangenmechanisme/bus/veer/rem
- C. spindel/bus(/rem)
- D. ketting/bus/veer/rem

Bij alle vier de alternatieven bestaat de kolom uit een rond of een onrond profiel.

Een rond profiel brengt een eenvoudige maakbaarheid met zich mee van het doorlaatgat in de bus.

Een onrond profiel heeft echter een verhindering tegen draaien van de bus ingebouwd. Het doorlaatgat is dan echter wel veel moeilijker maakbaar.

Bij voorbaat wordt gekozen voor een blankgetrokken profiel dat door zijn fabricage een goede maatnauwkeurigheid en oppervlaktekwaliteit heeft, zodat nabewerking achterwege kan blijven. Deze profielen zijn leverbaar in ronde en vierkante uitvoering, met diverse legeringen en sterkten.

Aangenomen dat de vier alternatieven voldoen aan de gestelde eisen, dan kan een voorlopige selectie worden gedaan op grond van de wensen. Dit is gedaan in bijlage IV.

Bij deze selectie vallen de mogelijkheden C en D af.

Het grootste probleem zit in de matige toepasbaarheid voor het FALC project, maar ook de grotere complexiteit.

Omdat A en B dicht bij elkaar zijn geëindigd moet een verdere uitwerking een doorslag bieden. Met name de bestudering van mogelijke uitvoeringsvormen is belangrijk.

Bij de gesprekken met de begeleider is een andere wens naar voren gekomen om de drukkracht te laten aangrijpen ergens op de booras, of zo dicht mogelijk op de booras.

Uit deze uitwerkingen (bijlage V), komen een aantal deel-alternatieven voort:

A; Heugel

- Aa: heugel met tandwiel als inkoop-onderdeel, apart bevestigd op de kolom.
- Ab: heugel gevormd door profielfrees in de kolom. Tandwiel inkopen.
- Ac: Ketting met kettingwiel als goedkoper alternatief voor de relatief dure heugel/tandwielcombinatie.

B; Stangenmechanisme

- Ba: "Duwend" mechanisme.
- Bb: "Trekend" mechanisme.

Een snelle beschouwing van de beide constructies geeft dat er bij de heugel toch enkele problemen komen kijken die het stangenmechanisme niet of in mindere mate heeft.

Bij de heugel is het onmogelijk om de kracht te laten aangrijpen op de booras. Daarnaast staat de hefboom voor het grootste deel van de slag in een ongunstige stand. Dit zou op te lossen zijn door toepassen van kruisvormig hefboomstelsel, wat echter weer de kans op botsen met de tafel of werkbank met zich meebrengt.

De mogelijkheden van de beide stangenmechanismen zijn ook verschillend.

Het trekkend mechanisme heeft een langere slede, omdat de veer buiten de slede is geplaatst. De kolom kan hierdoor korter blijven of bij gelijkblijvende kolomlengte wordt de maximale werkstukhoogte groter.

Bovendien heeft het trekkend mechanisme een automatische beveiliging tegen het boren in de tafel. Bij kleinere boren heeft dit als nadeel dat vlakke werkstukken (<50 mm) op een blok moeten worden gelegd.

Mogelijkheid Ba biedt echter een heel eenvoudige mogelijkheid tot borgen tegen verdraaien van de slede.

2.2 De uiteindelijke keuze.

Met behulp van het schema van bijlage VI valt de keuze op alternatief Ba.

Mogelijke problemen die dit alternatief met zich meebrengt, waardoor uitvoering belemmerd wordt zijn gering te noemen. Dit alternatief is geheel te maken met universele produktiemiddelen en conventionele gereedschappen. Het materiaal is zo eenvoudig dat meerdere toeleveranciers het kunnen leveren.

Het enige probleem dat kan optreden is het vinden van een goed gedimensioneerd stangenmechanisme. Bij de voorbereidingen is echter al gebleken dat dit dimensioneren niet kritisch hoeft te zijn.

2.3 Het specificeren van het gekozen alternatief.

Bij de verdere specificatie van dit alternatief zijn de volgende deelopdrachten te onderscheiden:

- I. ontwerpen van de voet (incl. bevestiging kolom)
- II. ontwerpen van de slede
- III. dimensioneren van de kolom.
- IV. dimensioneren en ontwerpen stangenmechanisme.

Ad I, II en III:

deze onderdelen blijken voor ieder alternatief (vrijwel) hetzelfde te zijn. Bovendien zijn deze onderdelen vrij eenvoudig, zodat de kans groot is om een bevredigende oplossing te vinden.

Ad IV:

bij de beschouwingen is al gebleken dat het stangenmechanisme niet kritisch is. De kans op falen is iets groter dan bij de overige onderdelen, maar kan toch als klein worden beschouwd, gezien de geringe complexiteit.

Belangrijk is het om bij het ontwerpen goed op de maakbaarheid te letten.

3. De uitvoering

3.1 De benodigde capaciteit.

De benodigde capaciteit bestaat uit het beschikbare aantal uren waarbinnen de opdracht moet zijn voltooid. Grofweg betekent dit dat de opdracht binnen drie maanden moet zijn afgewerkt.

Het uiteindelijke ontwerp moet worden uitgewerkt op het Unigraphics II CAD systeem van de vakgroep. De capaciteit van dit systeem is beperkt. Daar het noodzakelijk is om een cursus te volgen in het gebruik ervan, neemt dit een extra deel in van de tijd die beschikbaar is.

Benodigde tijd:

- oriëntatie/planning	: 150 uur
- ontwerpen voorbereiden op papier	: 80 uur
- CAD cursus	: 27 uur
- uitwerken ontwerpen met CAD	: 70 uur
- verslaglegging	: 50 uur
	<hr/>
totaal	: 377 uur

Er is dus wat extra tijd beschikbaar.

3.2 Het uitvoeringsplan.

Het uitvoeringsplan wordt dan als volgt:

- bepalen van de boorkrachten.
- dimensioneren van het stangenmechanisme
gelijktijdig kan een deel van de slede worden ontworpen
- dimensioneren van de kolom aan de hand van de grootst optredende boor-/perskracht. De slede kan nu ook verder worden ontworpen.
- ontwerpen van de voet, waaronder de bevestiging van de kolom. Rekening moet worden gehouden met de optredende krachten.
- schetsen van de benodigde opspanmiddelen bij het lassen van de voet en de slede. Dit kan ook parallel gebeuren aan het ontwerpen van de slede, resp. de kolom/voet.
- ondertussen de cursus volgen in het gebruik van Unigraphics II.
- het uitwerken van de ontwerpen met CAD.

3.3 De uitvoering.

De uitvoering is uiteindelijk gegaan zoals in het plan is beschreven. Echter, door capaciteitsgebrek van het CAD systeem is de cursus uitgesteld, waardoor de vooraf gestelde einddatum niet kon worden gehaald.

Verdere problemen hebben zich niet voorgedaan.

3.3.1 Het bepalen van de boorkrachten.

Voor de gegevens is uitgegaan van een gemiddelde boormachine.

Gegevens: - Metabo Gb E 500
- vermogen $P = 500 \text{ W}$
- grootste boordiam. zonder voorboren $D = 6 \text{ mm}$.
- bij deze boor geldt $n = 1200 \text{ omw/min}$

De benodigde aanzetkracht wordt dan:

- benodigd moment: $M * \omega = P$ $\pi = 3,14$

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{\frac{n * 2\pi}{60}} = \frac{500}{125,66} = 3,98 \text{ Nm}$$

- aanzetkracht:¹ $M = F_v * 2 * \sin X * (0,5 * D) \quad [2]$

$$F_v = \frac{3,98 * 10^3}{2 * \sin 60^\circ * (0,5 * 6)} = 765,7 \text{ N}$$

Dit is de maximum belasting van de boormachine.

Bij normaal gebruik zal de aanzetkracht $\pm 70 \%$ van de maximum belasting bedragen, ofwel $F_v = 546 \text{ N}$.

¹ De kracht die een doorsnee persoon kan leveren aan een hefboom bedraagt gemiddeld zo'n 120 N.

3.3.2 Het ontwerpen van het mechanisme en een deel van de slede.

De langste boor die gebruikt wordt in een handboormachine bedraagt ongeveer 100 mm. De slag die de slede kan maken per instelling van de arretering, wordt daarom op 80 mm gesteld. Dit is een compromis tussen de afmetingen van de veer en de uiteindelijke lengte van de kolom.

Wanneer de hefboomlengte wordt bepaald met een draaipunt op de kolom en het draaipunt van de schalm op de booras, wordt een hefboomlengte bepaald van ongeveer 1 meter. Het draaipunt van de schalm op de hefboom ligt bij een uitgevoerde verplaatsing van 50 mm recht boven het andere draaipunt van de schalm. Deze lengte is niet echt praktisch te noemen.

Een geschikte lengte voor de hefboom is 500 mm. Momentenevenwicht rondom het draaipunt op de kolom leert dat het draaipunt van de schalm op de slede, bij een bedieningskracht van 120 N en maximale belasting op 110 mm komt te liggen. Het draaipunt van de schalm op de hefboom ligt bij een verplaatsing van 50 mm weer boven het andere draaipunt, zodat een gunstige drukhoek wordt gerealiseerd bij iedere verplaatsing van de slede.

Volgens vuistregels [3] moet de lasdikte bij een kleinste plaatdikte van 10 mm, 3 mm bedragen.

3.3.3 Het dimensioneren van de kolom.

De hele constructie kan worden gezien als een 2-dimensionale constructie. Berekening van deze constructie is te moeilijk voor handberekening. Daarom werd een computerprogramma gebruikt dat voor de PC is ontwikkeld door de TU Delft. Dit programma laat zien dat een kolom met ronde doorsnede en een diameter van 35 mm voldoende stijfheid biedt tegen verbuigen onder maximale belasting. Deze verplaatsing bedraagt dwars op de boor 0,1 mm, met een hoekverdraaiing van 0,03 graad. Dit zijn goede waarden te noemen.

Gekozen is verder voor een blank geslepen C 45 k-staalprofiel. Dit is leverbaar in de passing h7, en is ook nog eens recht gericht. Blank staal heeft een goede oppervlakte, waardoor nabewerking achterwege kan blijven [4].

3.3.4 Het verdere slede ontwerp.

Van de slede moeten nu nog de veer en het inspangedeelte voor de boormachine worden ontworpen. Allereerst zal nu de veer worden bepaald. De diameter voor de kolom bedraagt 35 mm. Voor de diameter van de veer wordt daarom gekozen voor 45 mm.

Gekozen wordt daarnaast voor een koudgevormde veer. Deze kunnen nl. een kleinere draad-diameter hebben dan warmgevormde veren. De kracht die de veer moet leveren om boormachine en slede omhoog te drukken wordt geschat op $30 + 35 \approx 65$ N. De draaddiameter kan dan op de volgende manieren worden berekend [5]:

$$d = \frac{(8 \cdot F \cdot D.)^{1/3}}{\pi \cdot \tau} = \frac{(8 \cdot 65 \cdot 45)^{1/3}}{\pi \cdot 700} \approx 2,5 \text{ mm.}$$

F= veerkracht

D= diameter

τ = toelaatbare schuifspanning

De slag bedraagt ± 80 mm. Het aantal actieve windingen bedraagt dan:

$$N = \frac{G \cdot d^4 \cdot S}{8 \cdot D^3 \cdot F}$$

G=Glijmodulus ≈ 81423 N/mm²

S=Veerweg

$$= \frac{81423 \cdot 25^4 \cdot 80}{8 \cdot 45^3 \cdot 65} \approx 6 \text{ windingen}$$

$$8 \cdot 45^3 \cdot 65$$

Het totaal aantal windingen bedraagt dan $N + 2 = 8$ windingen. De blokengte C veer volledig ingedrukt, bedraagt dan:

$$L_b = (8 + 1) \cdot 2,5 = 22,5 \text{ mm.}$$

De afstand tussen de boven- en onderplaat bedraagt nu 120 mm, waarmee de hoogte van de slede ook bepaald is. De lengte van de kolom bedraagt nu ongeveer

de voetplaatdikte + maximale werkstukhoogte + boorkopboorlengte + sledehoogte = $12 + 250 + 80 + 100 + 145 \approx 510$ mm.

Nu moet een oplossing gevonden worden voor het inklemmen van de boormachine.

In bijlage VII staan vier mogelijke oplossingen.
Bij handboormachines is de kraag diameter gestandaardiseerd op 42 mm.

Oplossing I valt dus af, omdat deze de kraag kan beschadigen.

Oplossing II valt af, omdat de boorkop en de boormachine veel groter zijn dan de kraag, waardoor inklemmen niet mogelijk is.

Oplossing IV is beter dan oplossing III, want ze gaan beide uit van een scheiding door zagen van de oorspronkelijke onderplaat van de slede, nadat het opnamegat is gefreesd en de boorgaten zijn geboord in de kopse kant.

Door de standaardisatie van de kraag is oplossing IV echter eenvoudiger door de simpele contour van het gat.

3.3.5 Het ontwerp voor de voet.

De kracht op de kolom in lengterichting is te verwaarlozen. De voornaamste kracht die moet worden tegengewerkt is een buigend moment. Als basis wordt een rechthoekige plaat genomen, die met een dikte van 12 mm voldoende weerstand heeft tegen buiging. Op de plaats waar de kolom komt, wordt een stuk dikwandige pijp gelast, dat een binnendiameter heeft die iets kleiner is dan de kolomdiameter. De lasdikte bedraagt weer 3 mm. Vervolgens wordt dit gat doorgetrokken in de plaat, waarna het wordt geruimd. Dit levert uiteindelijk een lichte klempassing op voor de kolom in de voet. Als extra borging wordt een klem-schroefje achterin het pijpstuk gezet.

Onder het verlengde van de booras wordt een doorlopend gat gefreesd dat een middelgrote frees door kan laten, maar dat tevens dient om de bevestigingsbouten voor eventuele opspanmiddelen in de sleuven te schuiven die kruislings rondom het gat zijn gelegd. Deze sleuven worden gefreesd in twee fasen, eerst de smalle sleuf die iets breder is dan de steel van de bout, die even hoog is en breed is als de boutkophoogte en de sleutelwijdte.

De sleuven zijn afgestemd op een M10 bout met zeskantige kop.

Als mogelijkheid om de standaard vast te zetten aan de tafel zijn op de vier hoeken van de plaat gaten geboord en de hoek zelf wat verlaagd. Hierin kunnen binnen-zeskant bouten worden gebruikt van M10 waarbij de koppen verzonken zijn.

3.3.6 Het ontwerpen van de lasmallen.

Bij het ontwerpen van de lasmallen is uitgegaan van het FALC-projekt, waarbij het toevoeren en afvoeren van de produkten met de hand plaatsvindt. De verschillende aan elkaar te lassen onderdelen moeten dus gepositioneerd worden met behulp van aanslagen en paspennen. Deze aanslagen kunnen worden bereikt door de zwaartekracht, of door een aandrukkracht van de toevoerder, alvorens de pneumatische klemmen worden gesloten.

A. Lasmal voor de voet:

Belangrijkste functies zijn:

- Positioneren en fixeren van de plaat
- Positioneren en fixeren van het stukje pijp

Bij het laden van de mal wordt eerst de grondplaat op de drie kogels gelegd, die samen het vlak definiëren waarop de plaat ligt. Deze grondplaat wordt door drie aanslagen en een luchtcylinder in het horizontale vlak gefixeerd. Daarna wordt het pijpstuk toegevoerd en gefixeerd m.b.v. een verticale luchtcylinder die is voorzien van een conische zoekpen. Deze laatste cylinder zorgt tevens voor de aandrukkracht in verticale richting van de plaat.

In bijlage VIII staat de schets voor deze lasmal.

B. Lasmal voor de slede:

- positioneren en fixeren onderplaat
- positioneren, uitrichten en fixeren van verticale verbindingsplaat ten opzichte van de onderplaat
- positioneren en fixeren bovenplaat ten opzichte van de onderplaat (minder kritisch).

Als eerste worden de boven en onderplaat geladen. Deze worden ieder tegen drie aanslagen gedrukt en met pneumatische klemmen vastgehouden, terwijl drie kogels het horizontale vlak definiëren. Daarna wordt het verticale verbindingsstuk geladen, wat kan worden verschoven langs de twee aanslagen, parallel aan het vlak door drie kogels, totdat boven en onder dezelfde vooropening is bereikt. Daarna wordt ook dit onderdeel vastgezet met een klem.

Afhankelijk van de mogelijkheden van de rondtafel en de robotarm, zal de mal moeten worden gekeerd na het lassen van de bovenplaat.

In bijlage VIII staat een schets van deze lasmal.

3.3.7 De uitwerking met Unigraphics II.

Het uitwerken met Unigraphics is gedaan m.b.v. voorontwerpschetsen, zodat het tekenen niet bijzonder veel tijd in beslag heeft genomen.

Daarbij is tot de volgende opbouw van het tekeningen-pakket gekomen.

Alle tekeningen hebben als voorgaande code Wb-207 gekregen, wat duidt op een unieke naam in het totale tekeningenbestand. De hoofdsamenstelling heeft als toevoeging -00, terwijl de afzonderlijke monotekeningen de toevoeging -0i hebben.

Dan zijn er nog twee onderdelen, te weten de voet en de slede, die zijn opgebouwd uit meerdere mono-onderdelen.

Daarom hebben deze onderdelen een afwijkende code, nl. -0i-00.

Dit staat voor de samenstellingstekening van een samengesteld onderdeel.

Partnummers met als uitgang -0i-0j zijn monotekeningen behorende bij de i-de samenstelling.

Daarnaast bestaan van de samengestelde onderdelen nog tekeningen die zijn aangeduid met -0i-00.01 en -0i-00.02, die staan voor de tekening met bematingen, resp. de lastekening van het onderdeel.

Het is echter niet mogelijk om in een part symbolen weer te geven zoals bewerkingstekens en lassymbolen. Dit zal pas in een latere versie van Unigraphics wel mogelijk zijn.

In bijlage IX staan alle tekeningnummers nog een weergegeven en tevens per tekening de opbouw in layers.

Bijlage I

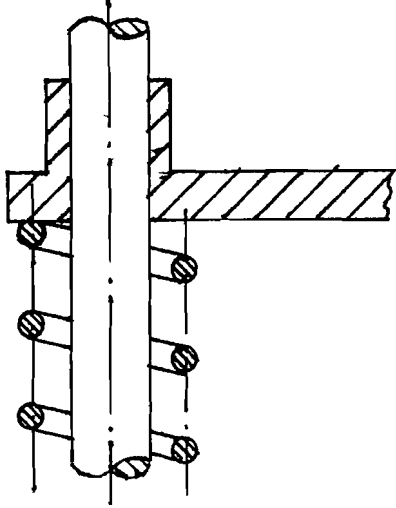
Hieronder staat het morfologisch schema waarin alle mogelijke deeloplossingen staan weergegeven.

Deelfunctie	Deeloplossingen		
	T1	T2	T3
3 tegen- houdkracht	terugdrukveer (evenwicht tussen veer- en aandrukkracht)	discrete positionering	rem (willekeurige positionering)
4 recht- geleiding		R1 ^a	R2 ^a
	rechte geleiding	rond profiel R1 ^b wiel-tjes/ rollen	onrond profiel R2 ^b schuivende bus
5 kracht- overbrenging	O1	O2	O3
	heugel O4 schroef- spindel	wrijvings- wielen O5 ketting	stangen- mechanisme

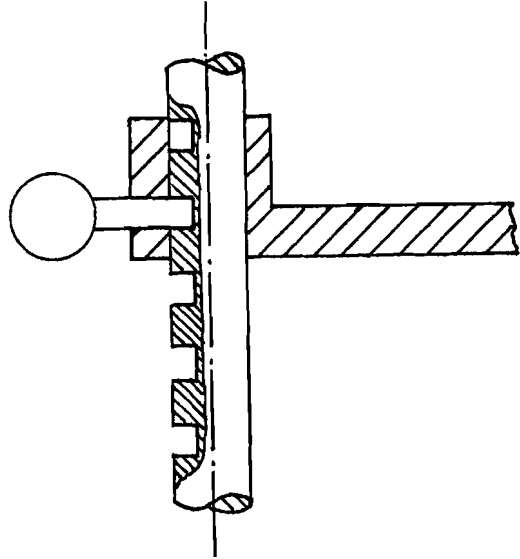
Bijlage II

In deze bijlage worden principeschetsen gegeven van de deeloplossingen uit het morfologisch schema.

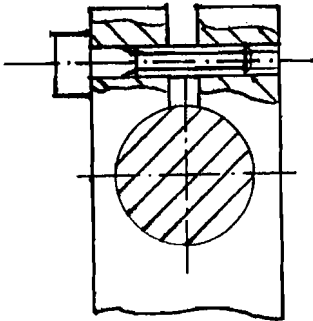
T1



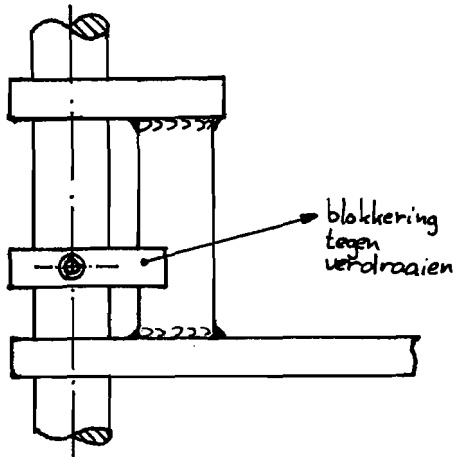
T2



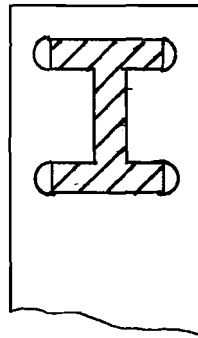
T3



R1^a

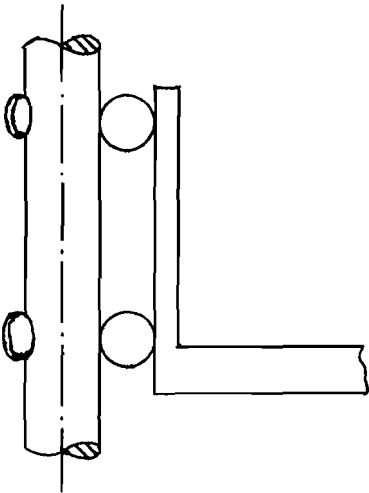


R2^a

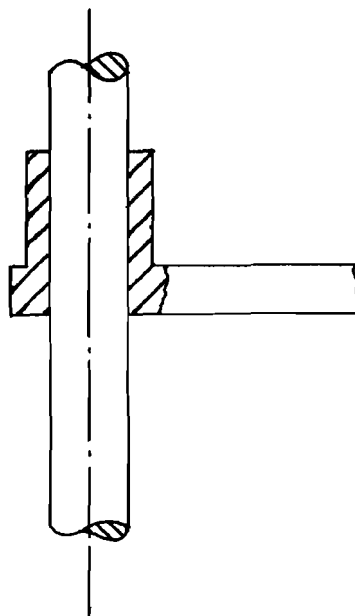


- hogere buigstijfheid in bep. richting.
- torsiestijfheid
- ingebouwde verandering tegen verdraaien.

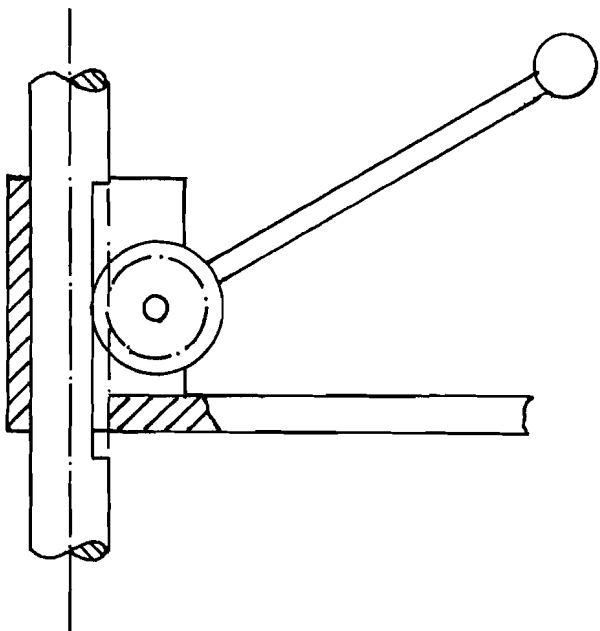
R1^b



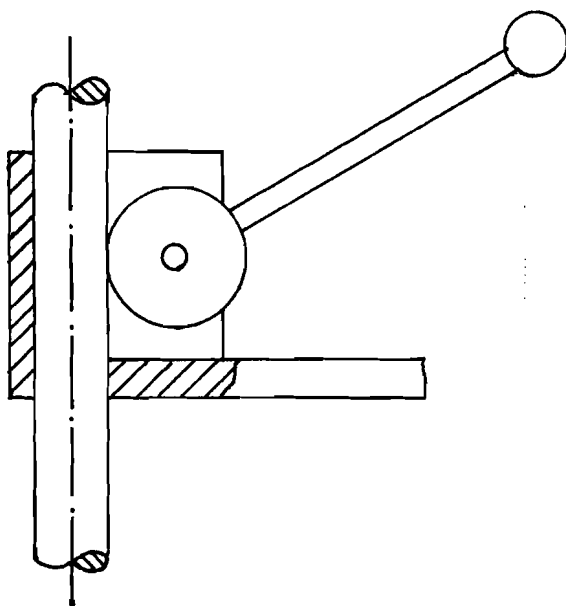
R2^b



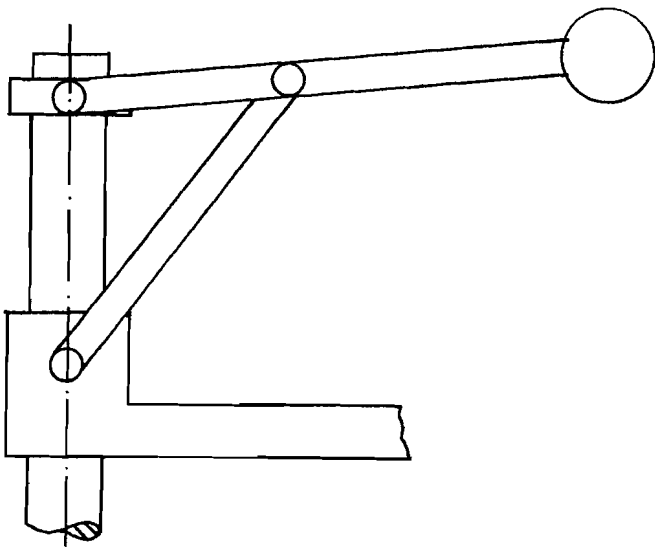
01



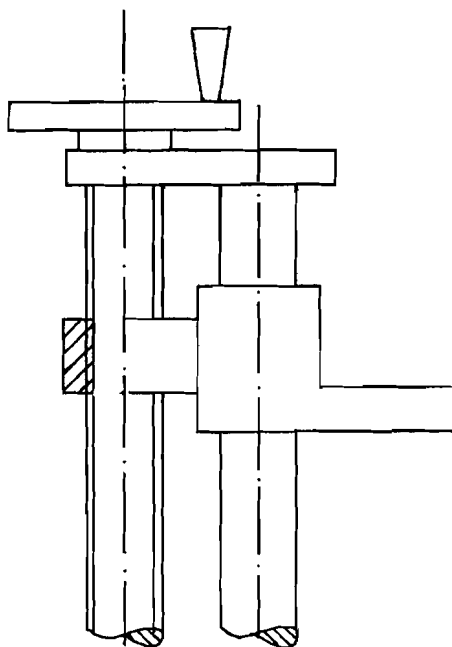
02



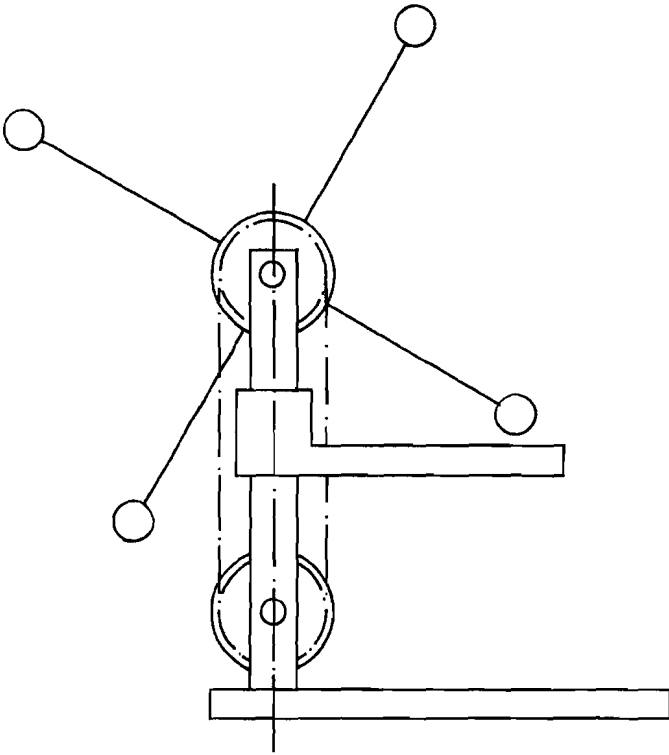
03



04



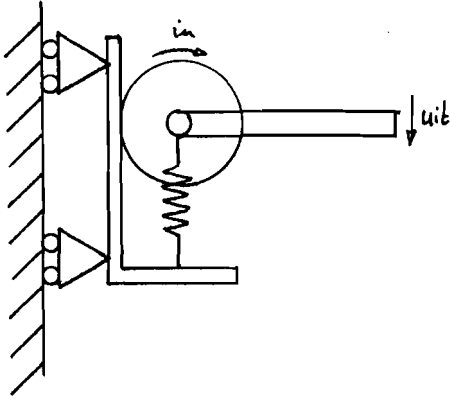
05



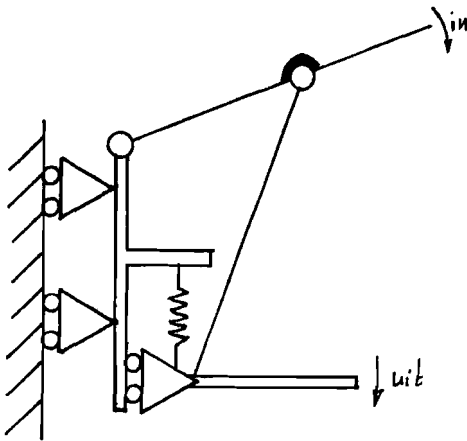
Bijlage III

Hieronder staan de principeschetsen gegeven van de overgebleven alternatieven.

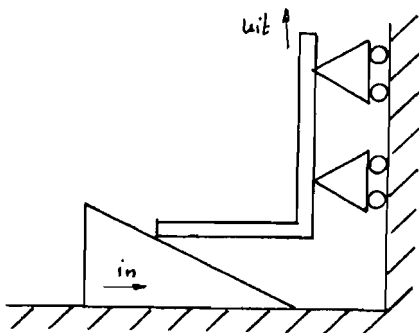
- A. Heugel met terugdrukkracht m.b.v. een veer en blokkering d.m.v. klemming



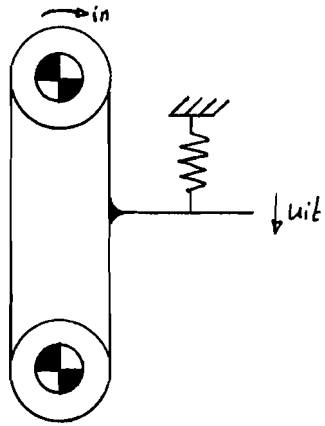
- B. stangenmechanisme



- C. schroefspindel



D. ketting/tandriem.



Bijlage IV

De toegekende scores voor de alternatieven zijn als volgt:

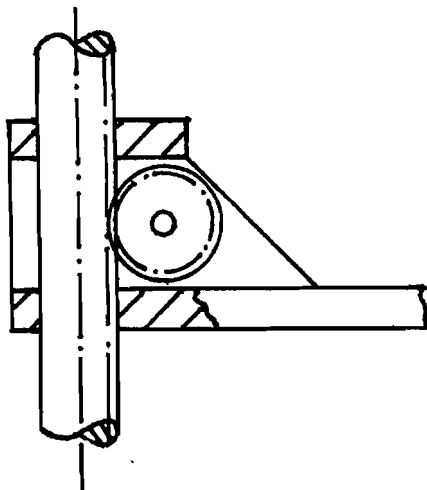
Alternatief

Eis. nr.		A. heugel	B. mechan.	C. spindel	D. ketting
1.	ongew.	10	10	10	10
	gew.score	100	100	100	100
2.	ongew.	10	10	10	10
	gew.score	100	100	100	100
3.	ongew.	10	10	10	10
	gew.score	100	100	100	100
4.	ongew.	10	10	10	10
	gew.score	100	100	100	100
5.	ongew.	10	10	10	10
	gew.score	100	100	100	100
6.	ongew.	10	10	10	10
	gew.score	100	100	100	100
7.	ongew.	10	10	10	10
	gew.score	100	100	100	100
wens nr.					
1.	ongew.	7	8	7	7
	gew.score	56	64	56	56
2.	ongew.	7	9	8	6
	gew.score	49	63	56	42
3.	ongew.	8	9	8	7
	gew.score	48	54	48	42
4.	ongew.	9	9	7	9
	gew.score	54	54	42	54
5.	ongew.	8	7	5	5
	gew.score	56	49	35	35
Totaal		963	984	937	929

Bijlage V

Deze bijlage bevat de nadere uitwerkingen van de overgebleven alternatieven; de heugel en het stangenmechanisme.

A; heugel



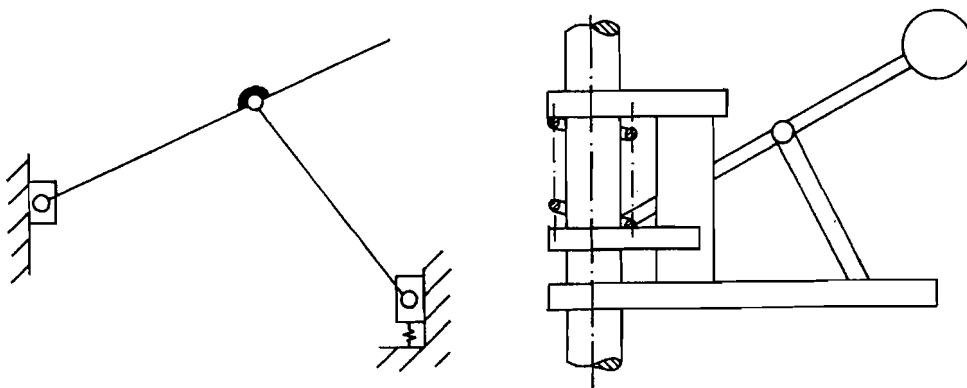
Drie mogelijkheden: Aa; heugel met tandwiel, heugel als inkooponderdeel, apart bevestigd op de kolom.

Ab; heugel gevormd m.b.v. profielfrees in de kolom zelf.

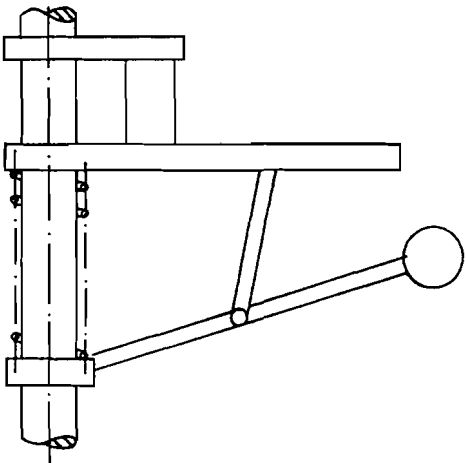
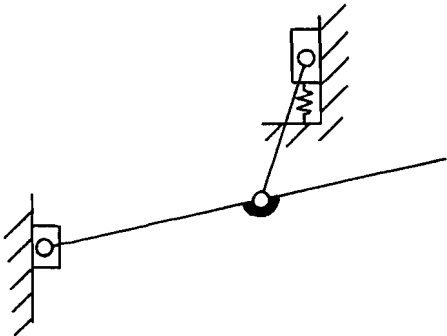
Ac; Ketting met kettingwiel als goedkoper alternatief voor de relatief dure heugel/tandwielcombinatie.

B; stangenmechanisme

Ba: duwend mechanisme



Bb: trekkend mechanisme



Bijlage VI

Hieronder staat een tabel weergegeven waarin de toegekende scores staan voor de alternatieven met een heugel of stangenmechanisme. Aan de reeds bestaande wensen is wens 6 toegevoegd die inhoudt dat de kracht via de booras wordt ingeleid, met weegfactor 8.

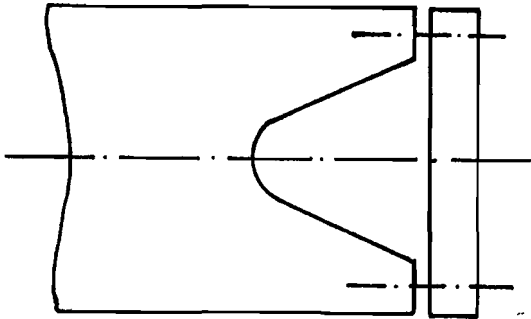
Alternatief

wens nr.		Aa	Ab	Ac	Ba	Bb
1.	ongew. score	6	6	7	8	7
	gew. score	48	48	56	64	64
2.	ongew. score	7	7	6	8	7
	gew. score	49	49	42	56	56
3.	ongew. score	7	7	7	8	8
	gew. score	42	42	42	48	48
4.	ongew. score	8	8	8	8	8
	gew. score	48	48	48	48	48
5.	ongew. score	8	8	8	8	8
	gew. score	48	48	48	48	48
6.	ongew. score	6	6	6	8	8
	gew. score	42	42	42	56	56
Totaal		277	277	278	320	318

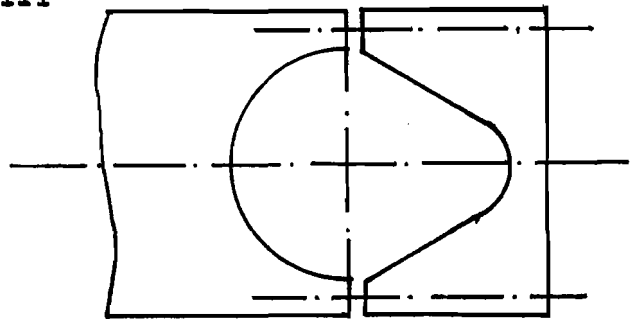
Bijlage VII

Hieronder staan vier alternatieven voor de boormachineopname geschetst:

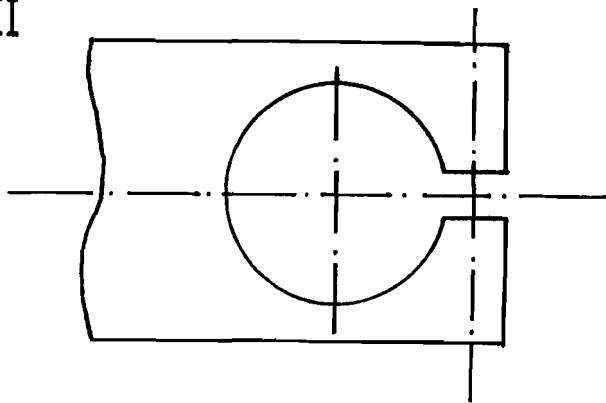
I



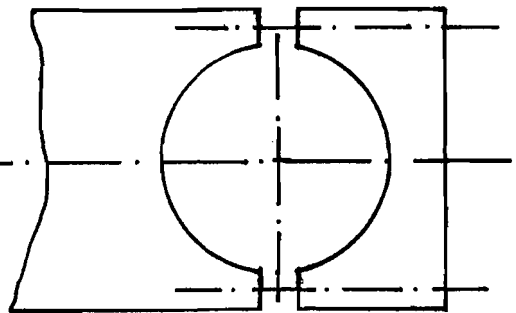
III



II



IV

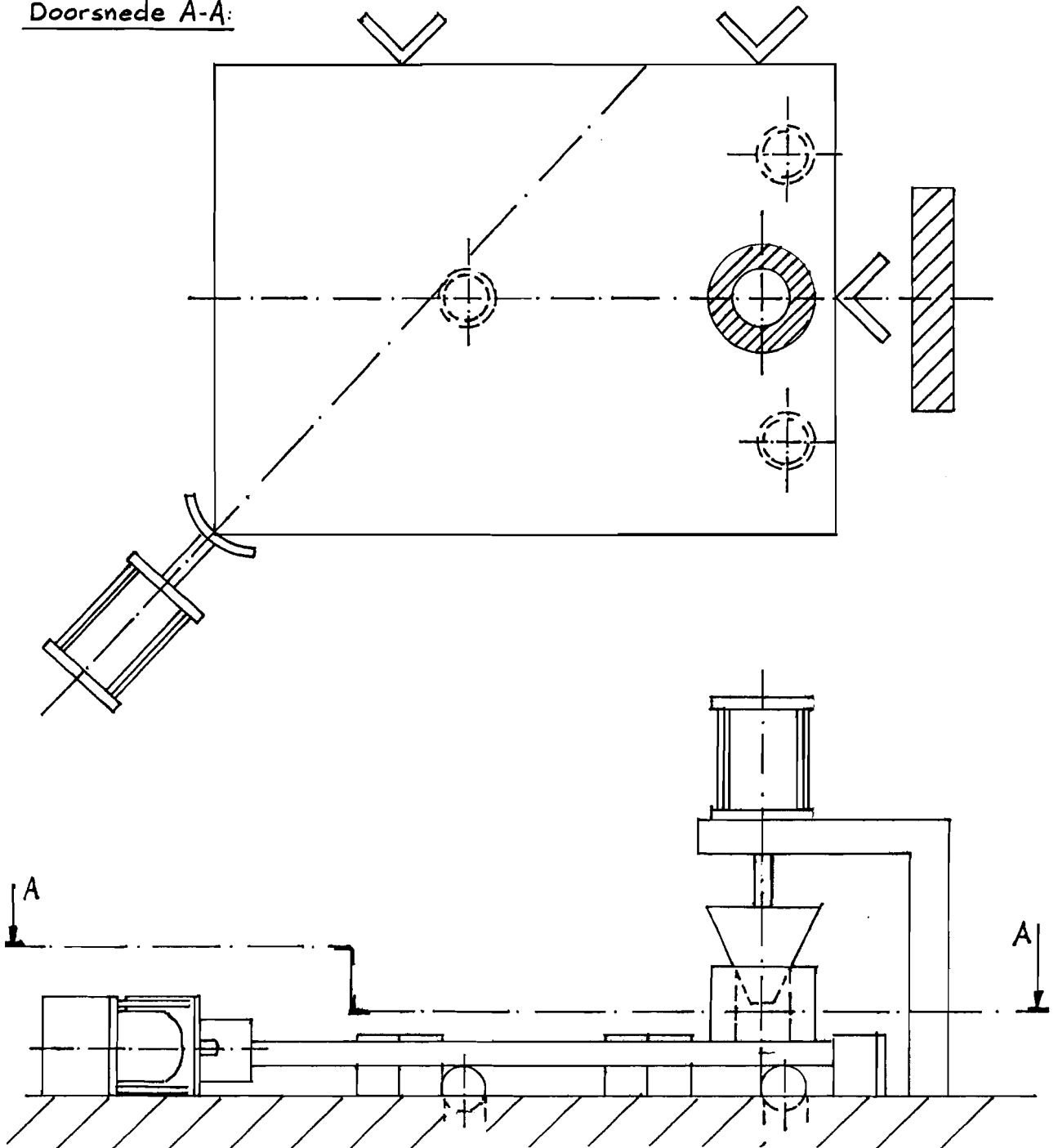


Bijlage VIII

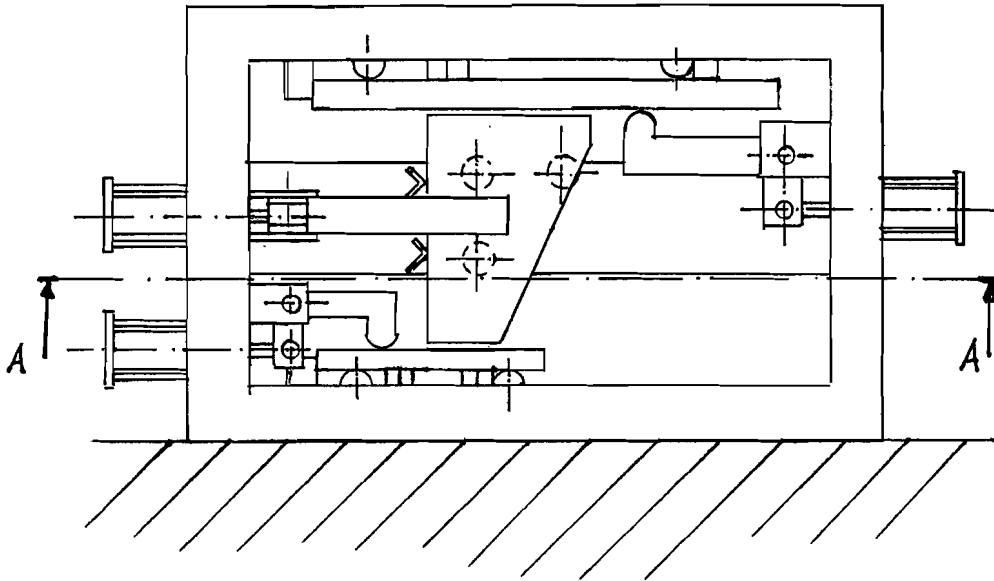
In deze bijlage staan de benodigde lasmallen geschetst.

1. Lasmal voor de voet:

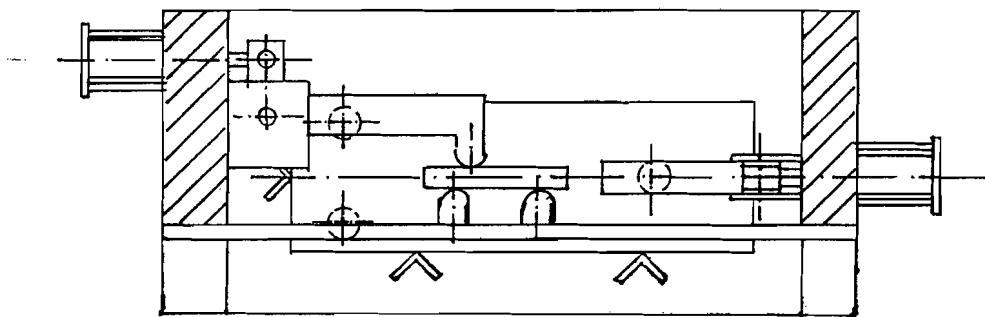
Doorsnede A-A:



2. Lasmal voor de slede



Doorsnede A-A

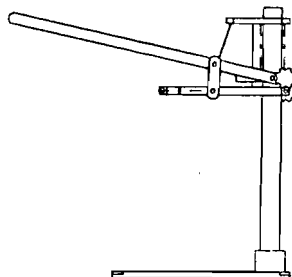
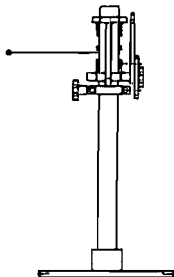
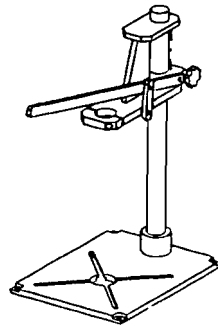
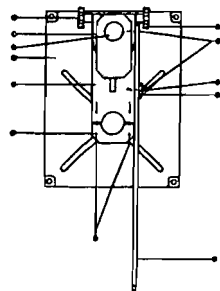


Bijlage IX

In deze bijlage staan voor ieder part dat van dit ontwerp is gemaakt met Unigraphics de gebruikte layers. Tevens staan per part een verkleinde afbeelding van de te verwachten schermen afgebeeld.

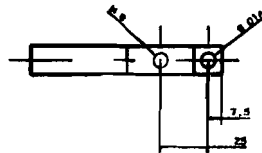
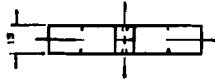
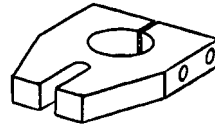
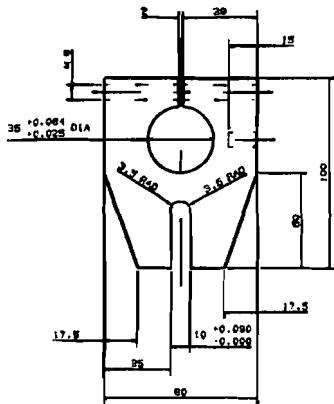
WB-207-00: hoofdsamenstelling

layer 1:	arretering
layer 2:	hefboom
layer 3:	schalm
layer 4:	knoppen
layer 5:	voet
layer 6:	slede
layer 7:	kolom
layer 8:	pasbouten (als hartlijnen)
layer 9:	view dep. lijnen van de veer
layer 11:	surfaces arretering
layer 12:	surfaces hefboom
layer 13:	surfaces schalm
layer 14:	surfaces knoppen
layer 15:	surfaces voet
layer 16:	surfaces slede
layer 17:	surfaces kolom
layer 19:	surfaces veer
layer 198:	stuknrs.



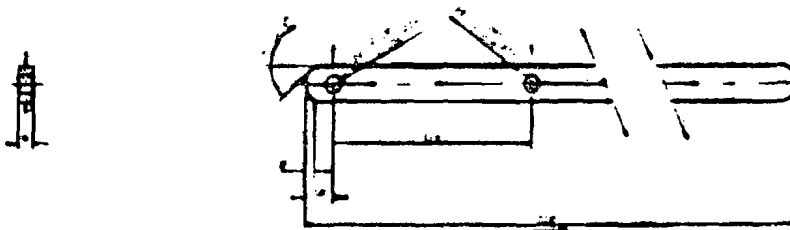
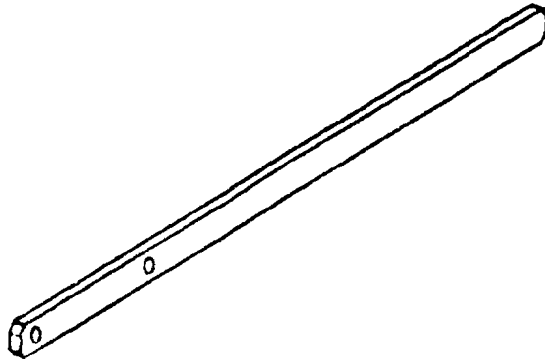
WB-207-01: arretering

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 5: hartlijnen
layer 11: surfaces gaten
layer 190: bemating



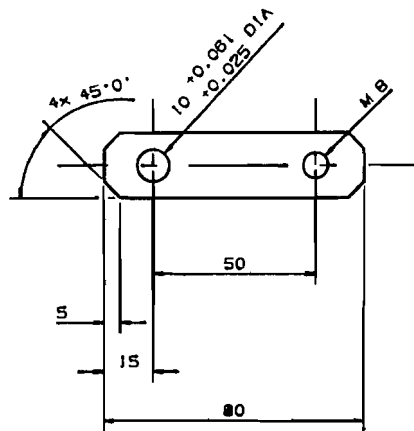
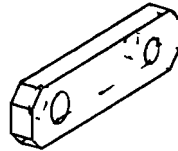
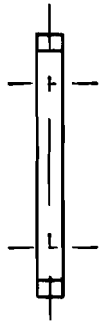
WB-207-02: hefboom

layer 1: contour
layer 5: hartlijnen en afkortlijnen
layer 11: surfaces gaten
layer 190: bemating



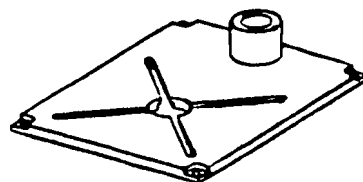
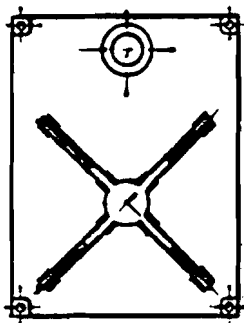
WB-207-03: schalm

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 5: hartlijnen
layer 11: surfaces contour
layer 190: bemating



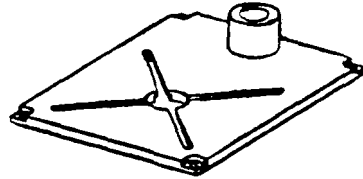
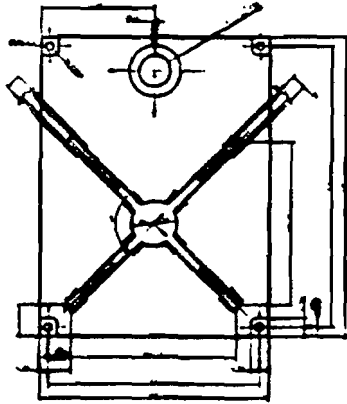
WB-207-04-00: samenstellingstekening voet

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 5: hartlijnen
layer 11: surfaces contour
layer 198: stuknummers



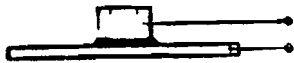
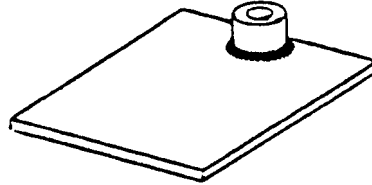
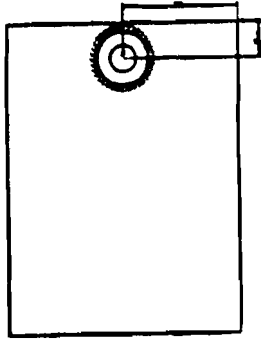
WB-207-04-00.01: bematingen voet

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 5: hartlijnen
layer 11: surfaces contour
layer 190: bemating



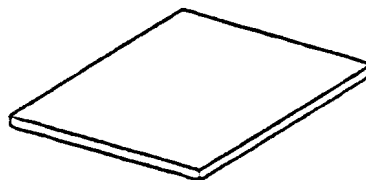
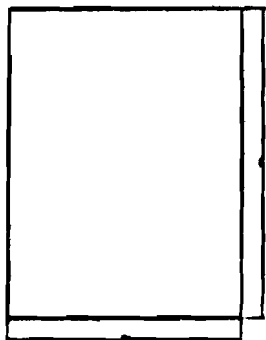
WB-207-04-00.02: lastekening voet

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 6: lassen
layer 11: surfaces contour
layer 190: bemating
layer 198: stuknummers



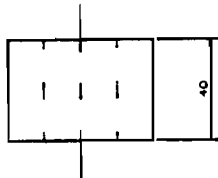
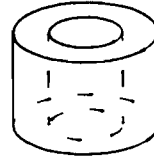
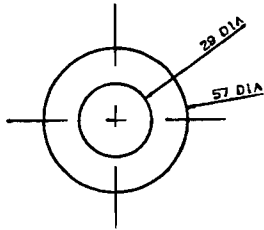
WB-207-04-01: voetplaat

layer 1: contour
layer 190: bemating



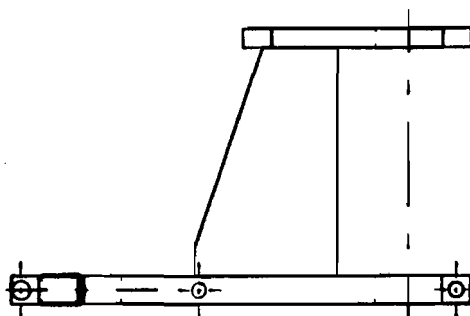
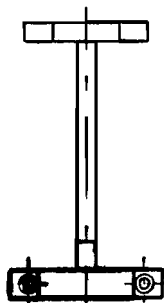
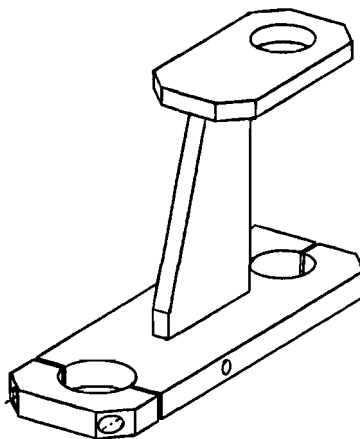
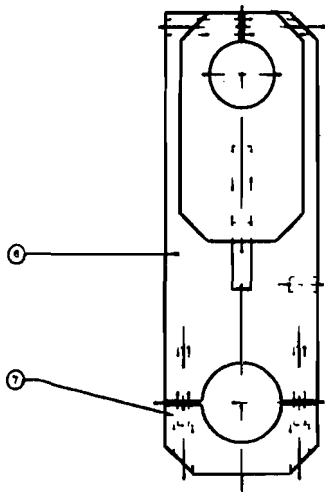
WB-207-04-02: pijpstuk

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 5: hartlijnen
layer 11: surfaces contour
layer 190: bemating



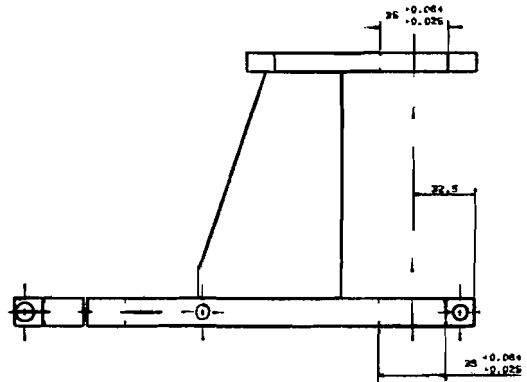
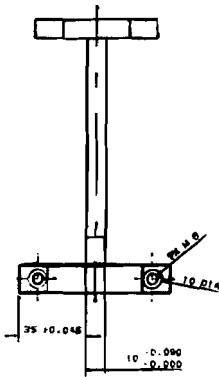
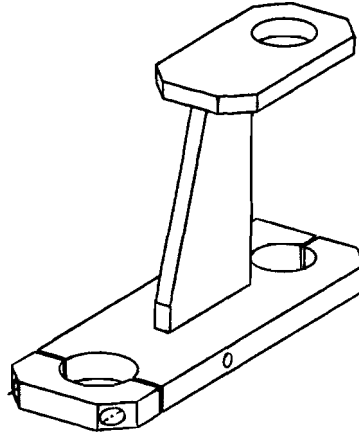
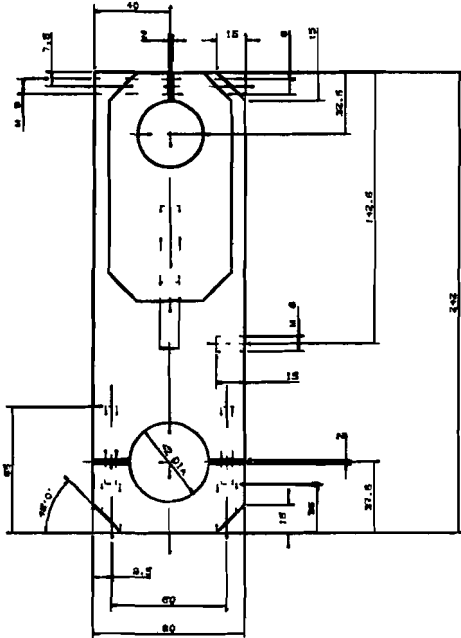
WB-207-05-00: samenstellingstekening slede

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 5: hartlijnen
layer 11: surfaces contour
layer 198: stuknummers



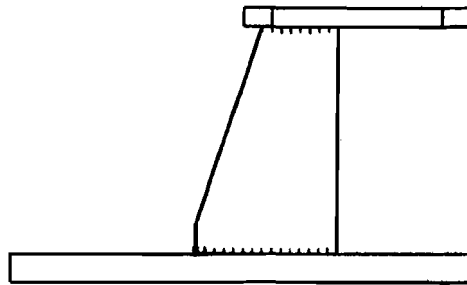
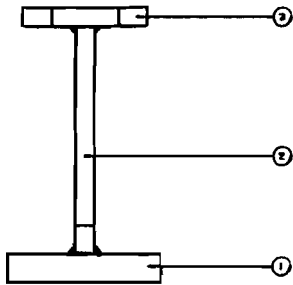
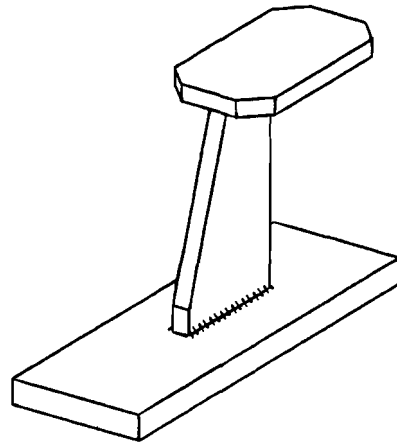
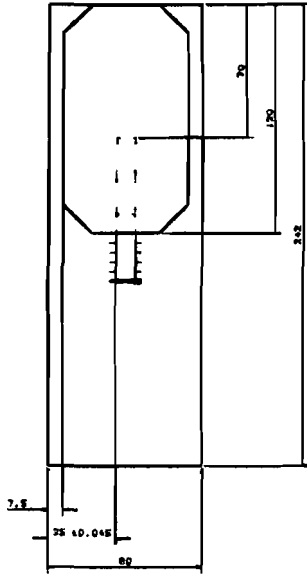
WB-207-05.01: bematingen slede

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 5: hartlijnen
layer 11: surfaces contour
layer 190: bematingen



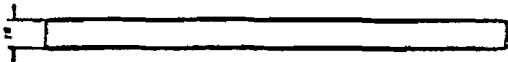
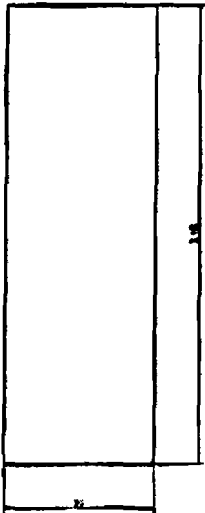
WB-207-05.02: lastekening slede

layer 1: contour
layer 6: lassen
layer 190: bemating
layer 198: stuknummers



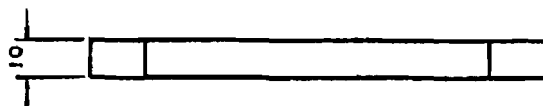
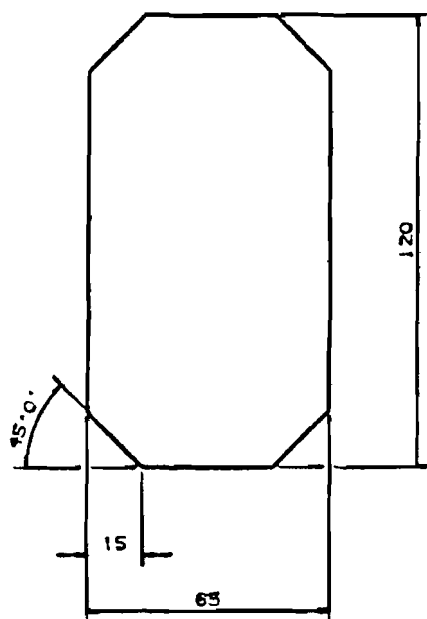
WB-207-05-01: onderplaat slede

layer 1: contour
layer 190: bemating



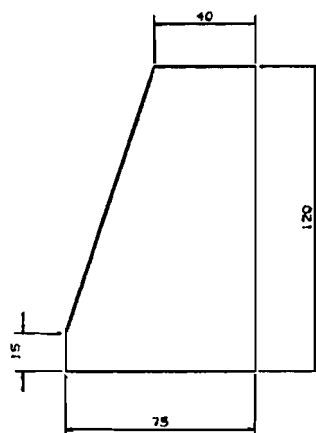
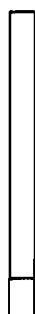
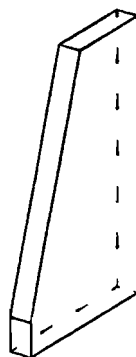
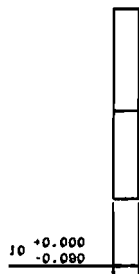
WB-207-05-02: bovenplaat slede

layer 1: contour
layer 190: bemating



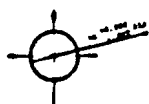
WB-207-05-03: tussenplaat slede

layer 1: contour
layer 190: bemating



WB-207-06: kolom

layer 1: contour
layer 3: view dep. lijnen
layer 5: hartlijnen
layer 11: surfaces contour
layer 190: bemating



Literatuurlijst

- [1] Bragt, van, Projektstrategie,
 dictaat, TU Eindhoven
 Eindhoven, 1989.

- [2] Stöferle, Bohren, Senken, Reiben;
 berechnungsverfahren,
 Darmstadt.

- [3] Raaymakers e.a., Tekenhandleiding voor de Werktuigbouwkunde
 dictaat, TU Eindhoven,
 Eindhoven, 1985.

- [4] ---, Het MCB-boek,
 Metaalcompagnie Brabant B.V.,
 7e druk, Eindhoven, 1983.

- [5] ---, Stahlfedern, berechnung u. gestaltung,
 Lohn u. Pulvermacher,
 Hagen-Haspe, 1980.