

design your future

Ontwerp en realisatie van opspankaliber voor honen

Geldof Niels

Logie Glenn

Industriële wetenschappen en technologie

Bachelorproef ontwerp- en productietechnologie

Academiejaar 2018-2019



katholieke hogeschool
associatie KU Leuven

design your future

Ontwerp en realisatie van opspankaliber voor honen

Geldof Niels

Logie Glenn

Industriële wetenschappen en technologie

Bachelorproef ontwerp- en productietechnologie

Academiejaar 2018-2019

design your future

Design and realisation of a fixture for honing

Geldof Niels

Logie Glenn

Industrial sciences and technology

Bachelor thesis design and production technology

Academic year 2018-2019

Voorwoord

Wij zijn twee laatstejaarsstudenten ontwerp- en productietechnologie aan hogeschool Vives, campus Kortrijk. Voor onze bachelorproef kregen we de opdracht om een opspankaliber te ontwerpen en te realiseren voor een hoonmachine.

Tijdens onze bachelorproef kwamen er verschillende opleidingsonderdelen aan bod. Het was een uitdaging om al onze onderwezen leerstof samen te bundelen en te benutten voor het realiseren van deze bachelorproef.

Doorheen het proces ondervonden we dat een goede communicatie en een duidelijke taakverdeling essentieel is voor een vlot verloop.

We hadden graag het LVD-team en onze stagementor, de heer Cools bedankt voor alle hulp en goede raad die we gekregen hebben. We danken ook de heer Snauwaert voor de hulp bij onze sterkteberekening, mevrouw Demeyere voor de tips om de paper samen te stellen en onze VIVES-mentor, mevrouw Struyve voor de goede opvolging. Daarnaast willen onze docenten bedanken voor de opgedane kennis tijdens onze opleiding.

Geldof Niels en Logie Glenn

14/06/2019

Kortrijk

Samenvatting

In deze bachelorproef beschrijven we het ontwerp en de realisatie van een opspankaliber voor het honen, met als deelopdracht het vernieuwen van de hoonstenen. Het is van belang dat de opspantijd van de werkstukken en de hoonstenen verkleind wordt en dat het honen nauwkeuriger verloopt. Daarnaast willen we dat het opspannen van de werkstukken minder arbeidsintensief is.

Om de hoonstenen te vernieuwen hebben we een alternatief gezocht voor het lijmen van de stenen in de houders en het gebruik van schuurpapier, om te finiseren. Dit hebben we kunnen doen met behulp van een klemsysteem, waarbij een klemstuk met behulp van twee bouten de steen in de houder vastzet. Voor het ruwen en finiseren hebben we nieuwe stenen besteld.

Na het testen van de hoonstenen kunnen we vaststellen dat er voldaan wordt aan de opgegeven ruwheid van het stuk. Daarnaast hebben we een tijdsbesparing van ongeveer één uur doordat er niet meer gelijmd hoeft te worden. In de toekomst zal er gekeken worden om deze hoonstenen toe te passen op alle types.

Bij het ontwerpen van het opspankaliber hebben we enkele voorstellen uitgewerkt en deze aan de hand van hun voor- en nadelen vergeleken. Daarna hebben we met behulp van een eisenmatrix het meest geschikte voorstel gekozen.

Nadat we ons hoonkaliber uitgewerkt hebben, konden we deze testen. Tijdens het testen hebben we de opspantijd opgemeten. Deze tijd is gemiddeld zes minuten. De opspantijd van de werkstukken met het oude systeem bedraagt gemiddeld 30 minuten. Met het vernieuwde systeem worden 24 minuten per werkstuk bespaard.

Na enkele testen kunnen we concluderen dat ons opspankaliber aan de vooropgestelde eisen voldoet.

Abstract

This bachelor thesis describes the design and realisation of a fixture for honing with the partial task to redesign the honing stones. It's important that the exchange time of the workpieces and the honing stones are reduced and that the honing is more accurate. In addition, the exchange of the workpieces must be less work intensive.

In order to redesign the stones, we've searched for an alternative to the glueing of the stones in the holders and the use of sandpaper for finishing. This is done by a clamping system in which a piece, fixes the stone in the holder with two bolts. New stones have been ordered for roughing and finishing.

After testing the stones, it appeared that the given roughness of the piece has been achieved. In addition, an average of one hour is saved because there is no glue needed anymore. In the future, this principle will be applied to all types.

When designing the honing fixture, we worked out a few proposals and compared them based on their advantages and disadvantages. Then, with the help of a matrix of requirements, the most effective proposal was chosen.

After working out our honing fixture, a few tests were completed. During the tests the exchange time was able to be measured. This time is on average six minutes. The exchange time of the workpieces with the old system is on average 30 minutes. The renewed system saves 24 minutes for one workpiece.

After a few tests, we can conclude that our caliber satisfies the specified requirements.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Abstract

Inleiding	11
1 Honen	12
1.1 Wat is honen?	12
1.2 Hoonmachine	12
1.3 Werkstukken	13
2 Hoonstenen	14
2.1 Eisenpakket hoonstenen	14
2.2 Huidige vervanging van het hoongereedschap	14
2.3 Vernieuwd hoongereedschap	15
2.4 Aanpassen hoonstenen	16
2.5 Testen hoonstenen	17
2.5.1 <i>Eerste test</i>	17
2.5.2 <i>Tweede test</i>	18
2.6 Werkinstructies	18
2.6.1 <i>Nederlandse werkinstructies</i>	18
2.6.2 <i>Franse werkinstructies</i>	20
2.7 Kostprijs hoonstenen	21
2.8 Terugverdiëntijd hoonstenen	22
3 Opspankaliber	23
3.1 Eisenpakket opspankaliber	23
3.2 Observatie PAMA-freesmachine	23
3.2.1 <i>Bewerkingen PAMA-freesmachine</i>	23
3.2.2 <i>Observatie hoonmachine</i>	25

3.2.3	<i>Huidig opspansysteem hoonmachine</i>	25
3.2.4	<i>Hydraulische opspanning</i>	27
3.3	Onderzoek	27
3.3.1	<i>Kruisgewrichten</i>	27
3.3.2	<i>Evenwijdigheid</i>	29
3.3.3	<i>SMED-methode</i>	32
3.3.4	<i>Pareto-principe</i>	33
3.4	Keuze ontwerp	34
3.4.1	<i>Eerste voorstel</i>	34
3.4.2	<i>Tweede voorstel</i>	35
3.4.3	<i>Derde voorstel</i>	36
3.4.4	<i>Vierde voorstel</i>	36
3.4.5	<i>Vijfde voorstel</i>	37
3.4.6	<i>Vergelijkende tabel</i>	38
3.5	Uitwerking gekozen ontwerp	39
3.5.1	<i>Twee verdiepen</i>	39
3.5.2	<i>Materiaalstudie</i>	40
3.5.3	<i>Flenzen</i>	41
3.5.4	<i>Buisprofielen</i>	43
3.5.5	<i>Optimaliseren</i>	43
3.6	Productie	52
3.6.1	<i>Staalconstructie</i>	52
3.6.2	<i>Aluminiumconstructie</i>	58
3.6.3	<i>Nabewerking</i>	64
3.7	Testen van het kaliber	67
3.8	Werkinstructies	68
3.8.1	<i>Nederlandse werkinstructies</i>	68
3.8.2	<i>Franse werkinstructie</i>	69
3.9	Kostprijs opspankaliber	70
3.10	Terugverdientijd opspankaliber	71

Algemeen besluit.....	72
Bibliografie.....	73
Bijlage 1: Offertes	74
Bijlage 2: Datasheets.....	79
Bijlage 3: Berekeningen.....	82
Bijlage 4: Kostenraming opspankaliber	90
Bijlage 5: Terugverdiëntijd	91
Bijlage 6: Technisch dossier	93
Lijst met illustraties	94

Inleiding

Deze bachelorproef beschrijft het ontwerp en de realisatie van een opspankaliber voor het honen. Het is de bedoeling om deze volledig uit te tekenen en technisch te verantwoorden zodat men deze probleemloos in de productie integreren.

De paper bestaat uit drie delen, het eerste deel beschrijft wat honen is en waarop het wordt toegepast in LVD. Het tweede deel behandelt een deelopdracht waarbij het hoongereedschap vernieuwd wordt. Dit om de wisseltijd van het hoongereedschap in te korten. Het derde deel gaat over het opspankaliber.

Onze stage en bachelorproef vond plaats bij LVD in Gullegem. Dit bedrijf bevindt zich met hun laser-, pons- en plooi technologie op de plaatbewerkingsmarkt.

In de stageperiode was het noodzakelijk te observeren op welke manier de gehoonde stukken bewerkt worden, hoe de hoonmachine werkt en hoe de opspanning nu gebeurt. Om het opspannen efficiënter en nauwkeuriger te doen verlopen, is het nodig om het volledige systeem te vervangen.

Na het uitwerken van enkele voorstellen hebben we samen met het LVD-team de voor- en nadelen vergeleken, hieruit het meest geschikte ontwerp gekozen en hierna met de tips ons ontwerp dieper gaan uitwerken.

Via het wiskundig rekenprogramma Mathcad berekenden we welke dikte ons materiaal nodig heeft om buiging en knik te voorkomen.

Daarna restte ons enkel nog het realiseren van het hoonkaliber. Hiervoor werden in de eerste plaats alle standaardonderdelen en de extern gemaakte onderdelen besteld. De overige onderdelen werden gemaakt en samengesteld in LVD zelf.

Ten slotte konden we het hoonkaliber op de machine plaatsen en deze testen. De resultaten van deze tests worden in de paper besproken.

1 Honen

1.1 Wat is honen?

Honen is een net zoals slijpen een verspanende bewerking die de oppervlakteruwheid verbeterd. Bij het honen kan men, naast de oppervlakteruwheid, ook de maat- en vormnauwkeurigheid beïnvloeden.

1.2 Hoonmachine

De hoonmachine op onze stageplaats is een verticale hoonmachine (figuur 1). Deze wordt gebruikt om verschillende cilinderblokken te honen. De belangrijkste eigenschap dat het honen in ons geval teweegbrengt is de verbetering van de oppervlaktekwaliteit.

De hoonmachine werkt met een hydraulisch systeem. De hoonstenen worden met een bepaalde oliedruk tegen de wand van het gat gedrukt. De nodige druk bepaalt men proefondervindelijk.

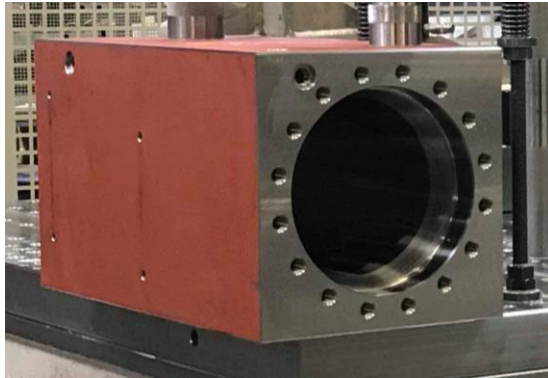


Figuur 1: Verticale hoonmachine

1.3 Werkstukken

De te honen werkstukken zijn cilinderblokken (figuur 2) die gebruikt worden in plooibanken. In iedere plooibank (figuur 3) bevindt zich een linkse en een rechte cilinderblok, die elkaars spiegelbeeld zijn.

In totaal worden er 62 verschillende cilinderblokken (31 koppels) gehoond op deze machine. Dit zijn de cilinderblokken voor plooibanken van 80 tot 320ton. De cilinderblokken verschillen in lengte, te honen diameter en doorsnede.



Figuur 2: Een cilinderblok



Figuur 3: PPEB-plooibank

2 Hoonstenen

2.1 Eisenpakket hoonstenen

De belangrijkste eisen werden met het bedrijf besproken. Het is de bedoeling dat men de hoonstenen niet meer moet lijmen in de houder, want dit neemt veel tijd in beslag (ongeveer twee uur). De vernieuwde houders moeten ook passen in de oude hoonkop (figuur 4).

Onze stagementor had vooraf al nieuwe hoonstenen besteld gezien de lange levertijd. Het is dus ook de bedoeling dat deze hoonstenen passen op de houders.



Figuur 4: Oude hoonkop

2.2 Huidige vervanging van het hoongereedschap

Wanneer het gereedschap beschadigd of helemaal afgesleten is, moet je de stenen vervangen. Zoals u kunt zien in figuur 5. Hiervoor warmt men de houders met de stenen op, als de lijm zijn smelttemperatuur bereikt, kunnen de restanten van de hoonsteen verwijderd worden.



Figuur 5: Vervangen stenen

Wanneer de oude stenen verwijderd zijn, kun je de nieuwe bevestigen. Dit gebeurt door een poederlaag aan te brengen op de reeds verwarmde houders (figuur 6). Als de poederlaag zijn smeltpunt bereikt, kunnen de nieuwe stenen geplaatst worden in de houder. Dit doe je door de stenen eerst handmatig aan te drukken en ze daarna tussen een bankschroef op te spannen, om de kracht gelijkmatig te verdelen over het oppervlak. Vervolgens moet er gewacht worden tot het geheel voldoende afgekoeld is en de lijm gestold is voordat je ze in gebruik kan nemen.



Figuur 6: Poeder aanbrengen

Zoals vermeld in het eisenpakket, duurt het vervangen van de stenen ongeveer twee uur. Het is de bedoeling om deze tijd drastisch in te korten. Daarnaast kan de operator zich verbranden aan de plaat of verwarmde houders. We kregen de opdracht om dit systeem aan te passen zodanig dat het bevestigen sneller, simpeler en minder gevaarlijk verloopt.

2.3 Vernieuwd hoongereedschap

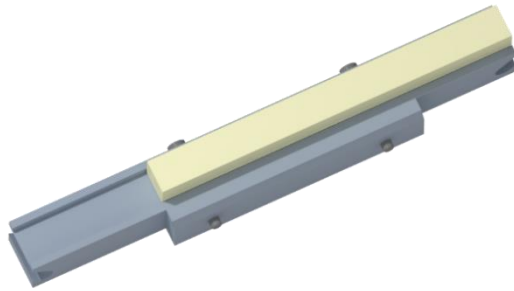
De taak bestond er uit een hoongereedschap te ontwerpen en te realiseren waar de nieuwe aangekochte hoonstenen (figuur 7) zonder problemen inpassen.



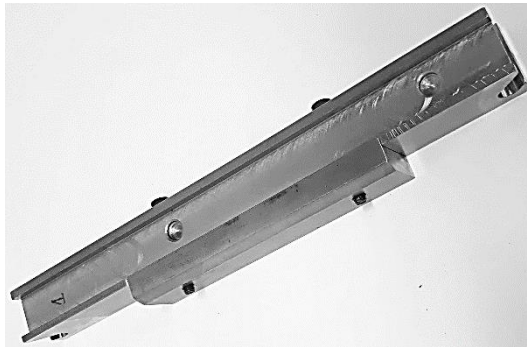
Figuur 7: Nieuwe hoonsteen met positioneringspunten

Met ons vernieuwd systeem is er geen lijm meer nodig, zo valt het langdurig opwarmen weg. Zoals je in figuur 7 kan zien wordt de steen eerst gepositioneerd aan de hand van twee positioneringspunten op het ondervlak. Daarna klemt hij door een plaat met behulp van bouten. In figuur 9 zie je het geproduceerde stuk.

Nadat ons ontwerp (figuur 8) werd goedgekeurd, heeft men ervoor gekozen om de stukken bij een externe firma te laten produceren.



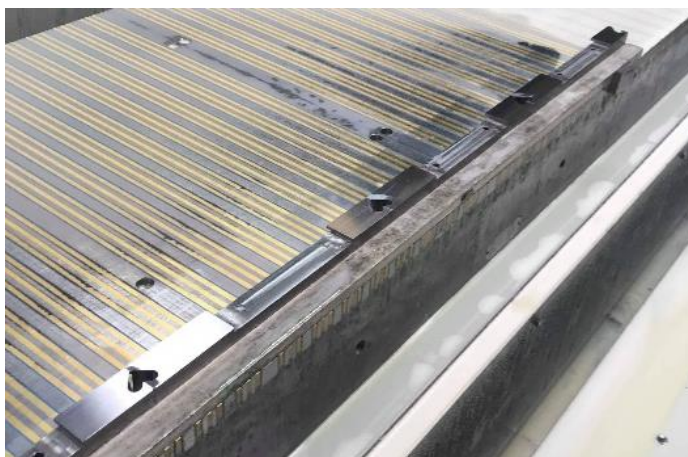
Figuur 8: Vernieuwd hoongereedschap



Figuur 9: Geproduceerde hoonsteen

2.4 Aanpassen hoonstenen

Wanneer de stukken aankwamen, hebben we eerst de belangrijkste afmetingen gecontroleerd. Bij het opmeten voldeed de breedte van de stukken niet aan de opgegeven tolerantie. De stukken waren op enkele plaatsen te breed, maar dit werd opgelost door de stukken te slijpen (figuur 10).



Figuur 10: Slijpen hoonstenen

Een tweede probleem die we ondervonden, was de positie van de positioneringsgaten. Deze bevonden zich niet in het midden van de gleuf, waardoor de stenen er niet goed in pasten. Dit konden we simpelweg oplossen door de positioneringsgaten een beetje groter te boren (figuur 11).



Figuur 11: Positioneringsgaten vergroten

Een laatste opmerking was dat één van de stukken foutief was (figuur 12). Aangezien dit een reservestuk was, werd dit gecrediteerd.



Figuur 12: Verkeerd geproduceerd stuk

2.5 Testen hoonstenen

2.5.1 Eerste test

Nadat de fouten werden opgelost, konden de stenen voor de eerste keer getest worden. Bij deze test werd een cilinder gebruikt die foutief werd geproduceerd. Met de ruwe stenen vergrootte het gat enkele tienden. Dit gebeurde zonder problemen, de stenen bleven goed gepositioneerd.

Na het honen met de ruwe stenen, werd er gehoond met finiseerstenen. Bij deze bewerking is de ruwheid belangrijk. Na de test was de ruwheidsmeting positief, de gemeten waarde van 0.08 ligt binnen de tolerantiewaarde. De eerste test was geslaagd!

2.5.2 Tweede test

Na het honen op het teststuk, zijn we overgegaan naar een koppel productiestukken. De startafmeting van de gaten was van beide 274,95mm. De opgegeven maat was 275mm, met als tolerantie +0,00mm tot +0,13mm.

Bij de eerste blok werd er met de ruwe stenen gehoond totdat het gat een diameter van 275,06mm had. Dit gebeurde op een druk van 1,5bar. Daarna hebben we met de finiseerstenen 20 minuten gehoond om een glad oppervlak te bekomen. Bij het finiseren werkte men met een druk van 1bar. Na het honen werd het oppervlak gecontroleerd, deze keer bekwam men een Ra waarde van 0,09. De bekomen ruwheidswaarde is kleiner dan de opgegeven ruwheid (Ra 0,1), dus deze cilinderblok kan op de machine gemonteerd worden.

Bij de tweede blok werd er met de ruwe stenen gehoond totdat het gat een diameter van 275,08mm was. Hier neemt men iets meer af doordat het gat conisch verliep. Ook was de werkdruk voor het ruwen 1,5bar. Daarna hebben we met de finiseerstenen 20 minuten gehoond om een glad oppervlak te bekomen. Ook hier was de werkdruk 1bar.

2.6 Werkinstructies

Na het testen van de hoonstenen werd een schema opgesteld met de verschillende instructies voor de operator. Omdat de operator Franstalig is, hebben we dit ook in het Frans opgesteld.

2.6.1 Nederlandse werkinstructies

Gebruik hoonstenen:

1. Plaats de ruwe hoonstenen in de houder met behulp van de positioneringspunten.
2. Draai de twee bouten aan met de hand en druk vervolgens de steen nog eens goed in de houder (zodat je geen spleet meer ziet tussen de houder en de steen).
3. Draai vervolgens de bouten aan met een inbussleutel (grootte 5).

4. Plaats de houders in de hoonkop zoals afgebeeld (zorg dat de nummers op de houders telkens op dezelfde plaats zitten bij het afnemen van de houders).



Figuur 13: Plaatsen hoonstenen

Verwisselen van ruwsteen met finiseersteen:

1. Zorg dat je een plaat legt onder de hoonkop (zodat er geen onderdelen vallen in het oliereservoir).
2. Draai van houder 1 de twee bouten los en haal de ruwe hoonsteen eruit.
3. Plaats de finiseersteen in de houder met behulp van de positioneringspunten.
4. Draai de twee bouten aan met de hand en druk vervolgens de steen nog eens goed in de houder (zodat je geen spleet meer ziet tussen de houder en de steen).
5. Draai vervolgens de bouten aan met inbussleutel (grootte 5).
6. Herhaal deze stappen voor de overige houders.

Machine-instellingen:

- ✓ Ruwen: 1,5bar
- ✓ Finiseren: 1bar ($\pm$ 15 minuten)

2.6.2 Franse werkinstructies

Utilisation de pierres :

1. Placez les pierres brutes dans le support à l'aide des points de positionnement.
2. Tournez les deux vis manuellement et puis enfoncez la pierre dans le support (de façon à ne plus voir d'espace entre le support et la pierre).
3. Ensuite vous tournez les vis à l'aide d'une clé Allen (taille 5).
4. Placez les supports dans la tête de rodage comme la photo (assurez-vous que les numéros sur les supports sont à la même place lorsque vous les retirez).

Passer de pierre brute à pierre de finition :

1. Placez une planche sous la tête de rodage (de sorte qu'aucune pièce ne tombe dans le réservoir d'huile).
2. Desserrez les deux vis du support 1 et enlever la pierre brute.
3. Placez la pierre de finition dans le support à l'aide des points de positionnement.
4. Tournez les deux vis manuellement et puis enfoncez la pierre dans le support (de façon à ne plus voir d'espace entre le support et la pierre).
5. Ensuite vous tournez la vis supérieure à l'aide d'une clé Allen (taille 5), puis la vis inférieure.
6. Répétez ces étapes pour les autres supports.

Réglages machine :

- ✓ Ebauche : 1,5bar
- ✓ Finition : 1bar (± 15 minutes)

2.7 Kostprijs hoonstenen

In tabel 1 kun je de kostprijs zien, zowel van het klemstuk (figuur 14) als de houder (figuur 15). Er werd van elk onderdeel 15 stuks besteld.



Figuur 14: Klemstuk



Figuur 15: Houder

In de hoonkop is er plaats voor zeven hoonstenen en we willen zowel voor de ruwstenen als voor de finiseerstenen een aparte houder. Zo vormt zich een totaal van 14 stukken met nog een reservestuk.

Tabel 1: Kostprijs hoonstenen

Kostprijs houders	€	760,50
Kost hoonstenen (7 stuks)	€	512,96
Kostprijs aanpassingen	€	641,36
Totale kostprijs	€	1 914,82

De kost van de ruwstenen en finiseerstenen zal telkens terugkeren als de stenen versleten zijn.

2.8 Terugverdiëntijd hoonstenen

Om de terugverdiëntijd te berekenen, zijn enkele tijdsmetingen uitgevoerd. Het hoonproces werd apart opgemeten voor volgende onderdelen:

- Hoontijd ruwen
- Wisseltijd van ruwen naar finiseren en omgekeerd
- Hoontijd finiseren
- Tijdsduur lijmen

We hebben de tijd van deze onderdelen gemeten voor de oude hoonstenen en voor de nieuwe, hieruit berekenden we het verschil.

Met het verschil in tijd en de bedrijfskost per uur (€80,17) werd de winst berekend per cilinderblok.

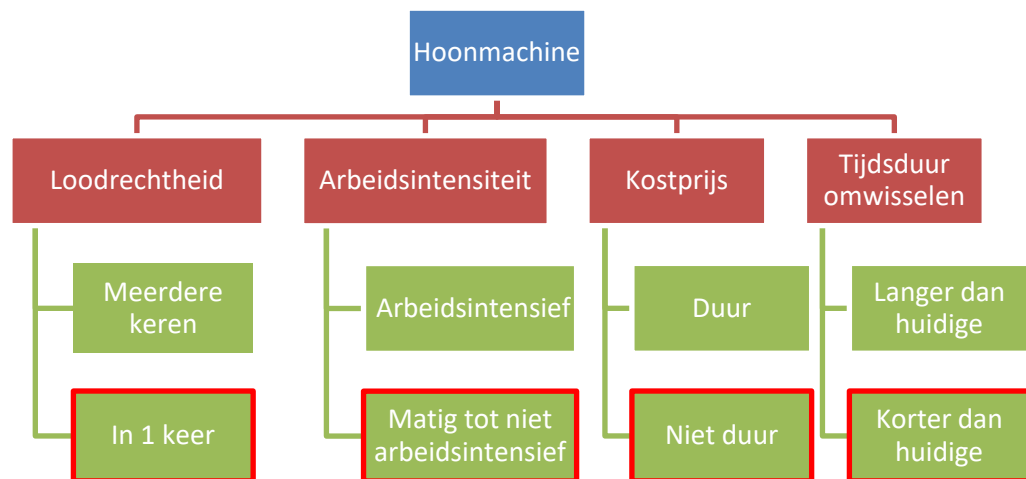
Er worden 20 cilinderblokken gehoond per week. Uit de berekeningen met deze gegevens blijkt dat er 37 cilinderblokken gehoond moet worden met de nieuwe stenen om deze terug te verdienen, dit komt overeen met ongeveer twee werkweken. De berekeningen vind je terug in bijlage 5.

3 Opspankaliber

3.1 Eisenpakket opspankaliber

De belangrijkste eisen zijn met het bedrijf besproken. Deze hebben we in onderstaand schema (figuur 16) opgesteld.

De eerste eis is de loodrechtheid. Hiermee wordt bedoeld dat het werkstuk in zo weinig mogelijk stappen loodrecht onder het hoongereedschap staat. Vervolgens moet het opspannen zo weinig mogelijk arbeidsintensief verlopen. Daarnaast is het belangrijk dat de kostprijs niet te hoog oploopt. Ten slotte is het de bedoeling dat er tijd gewonnen wordt bij het opspannen van een cilinderblok.



Figuur 16: Eisenpakket opspankaliber

3.2 Observatie PAMA-freesmachine

Om een goed beeld te krijgen van hoe het cilinderblok gemaakt wordt, zijn we gestart met het observeren van de PAMA-freesmachine.

3.2.1 Bewerkingen PAMA-freesmachine

De cilinderblokken worden aan de hand van een hefbrug op de tafel geplaatst. De blok wordt daarna gepositioneerd met behulp van drie positioneringspunten. Daarna spannen ze deze op met behulp van een hydraulisch spansysteem die we in punt 3.2.4 bespreken.

Om het cilinderblok te kunnen frezen dient men drie opspanningen te hanteren. Deze bespreken we hieronder.

3.2.1.1 Eerste opspanning

De eerste bewerking (figuur 17) bestaat eruit om de langsijde en de kopzijde (waar de zuiger inkomt) vlak te frezen. De verdere bewerkingen hangen af van het stuk. Nadat de machine de eerste bewerkingen gehanteerd heeft, wordt de code manueel in het stuk gestempeld.



Figuur 17: Eerste opspanning

3.2.1.2 Tweede opspanning

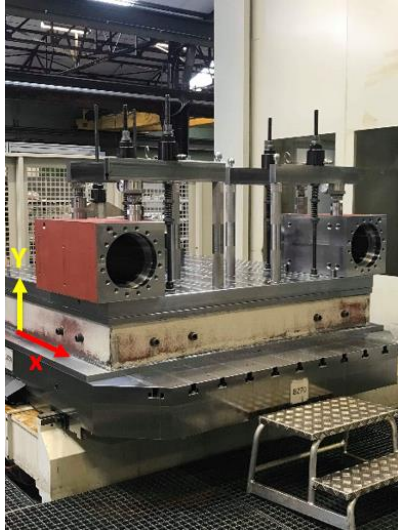
De blok wordt 90° gedraaid om de x-as. Het draaien doet men aan de hand van een wenteltafel. Daarna draaien ze het stuk 180° rond de y-as (figuur 18). Er worden geen vlakken meer gefreesd, in deze opspanning boren ze enkel de nodige gaten.



Figuur 18: Tweede opspanning

3.2.1.3 Derde opspanning

Voor de derde, en ook laatste opspanning (figuur 19) wordt de blok 180° gedraaid om de y-as. Daarna draaien ze hem 90° rond de x-as. Hier boren ze ook enkel de nodige gaten.



Figuur 19: Laatste opspanning

3.2.2 Observatie hoonmachine

Eens het cilinderblok volledig gefreesd is, ontbraamt de operator het stuk handmatig. Daarna dient enkel nog het gat waar de zuiger inkomt gehoond te worden. De werking van het huidige opspansysteem staat hieronder beschreven.

3.2.3 Huidig opspansysteem hoonmachine

Om te beginnen wordt er een flens bevestigd aan de onderkant van het cilinderblok. Via een zwenkarm (figuur 20) plaatst men het cilinderblok in de klauwplaat.



Figuur 20: Opheffen via zwenkarm

In de figuur hieronder zie je de klauwplaat die ze nu gebruiken (zoals je ziet is het niet zo veilig om te werken met deze opstelling).



Figuur 21: Klauwplaat

Er wordt met behulp van twee waterpassen gecontroleerd of het cilinderblok haaks onder de hoonkop staat (figuur 22). Indien dit niet het geval is, kun je dit bijregelen door middel van vier bouten (figuur 23).



Figuur 22: Pas zetten van cilinderblok



Figuur 23: Bijregelen met vier bouten

Vaststelling

Het huidige opspansysteem bij het honen is niet zo productief. Er ontstaat veel tijdverlies bij het opspannen. Na enkele metingen werd vastgesteld dat je 30 minuten bezig bent met een cilinderblok op te spannen op de oude methode.

3.2.4 Hydraulische opspanning

De cilinderblokken worden eerst hydraulisch gespannen tot minstens 120 bar (af te lezen op de manometer). Na het klemmen door de hydraulische druk wordt de borgmoer (mechanische vergrendeling) aan de hydraulische component vastgedraaid (figuur 24), vervolgens kan je de hydraulische druk wegnemen (dus de pomp loskoppelen). Doordat je de borgmoer hebt aangespannen aan de component zal deze druk blijven heersen.

Vervolgens draai je manueel het extra drukstuk (figuur 24) aan tot tegen de manometer. Als er iets zou gebeuren met de drukmeter, blijft het cilinderblok gespannen door de mechanische vergrendeling, wat een grote veiligheid geeft.

Voor het ontgrendelen moet de cilinder terug onder druk worden gezet om een vrije beweging van de borgmoer in de oorspronkelijke positie mogelijk te maken.



Figuur 24: Hydraulisch opspannen

3.3 Onderzoek

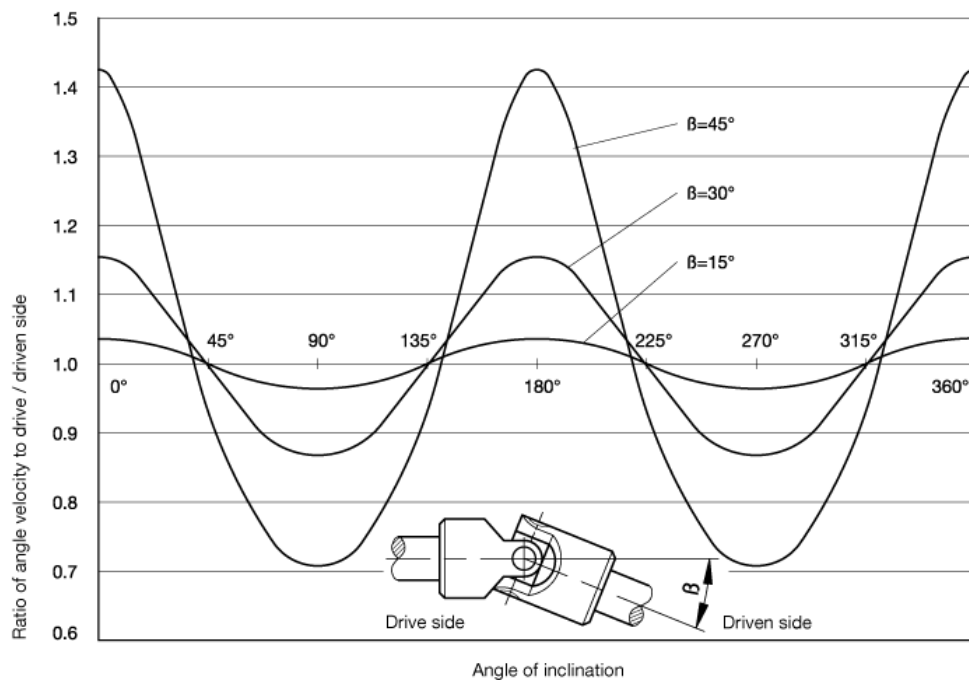
3.3.1 Kruisgewrichten

De hoonmachine kan met behulp van een kruisgewricht aan de bovenkant en aan de onderkant van zijn gereedschap, kleine foutjes opheffen. Door de twee kruisgewrichten kan hij volgens de richting van het gat bewegen, dus als het gat afwijkt van boven tot beneden zullen de kruisgewrichten deze fout verbeteren en volgens de hoek die hij maakt met de cilinder bewegen.

3.3.1.1 Hoeksnelheid in functie van de hoekverdraaiing

Zoals je ziet in onderstaande grafiek zal de snelheid constanter zijn als de hoek die het kruisgewricht maakt zo klein mogelijk is. We zorgen er dus beter voor dat er geen fout moet gecorrigeerd worden zodat je kan honen met een zo constant mogelijke snelheid.

In de grafiek hieronder kan je zien hoe de hoeksnelheid varieert als de hoek van het kruisgewricht verandert.



Figuur 25: Hoeksnelheid in functie van de hoekstand van een kruisgewricht

3.3.1.2 Werking met twee kruisgewrichten

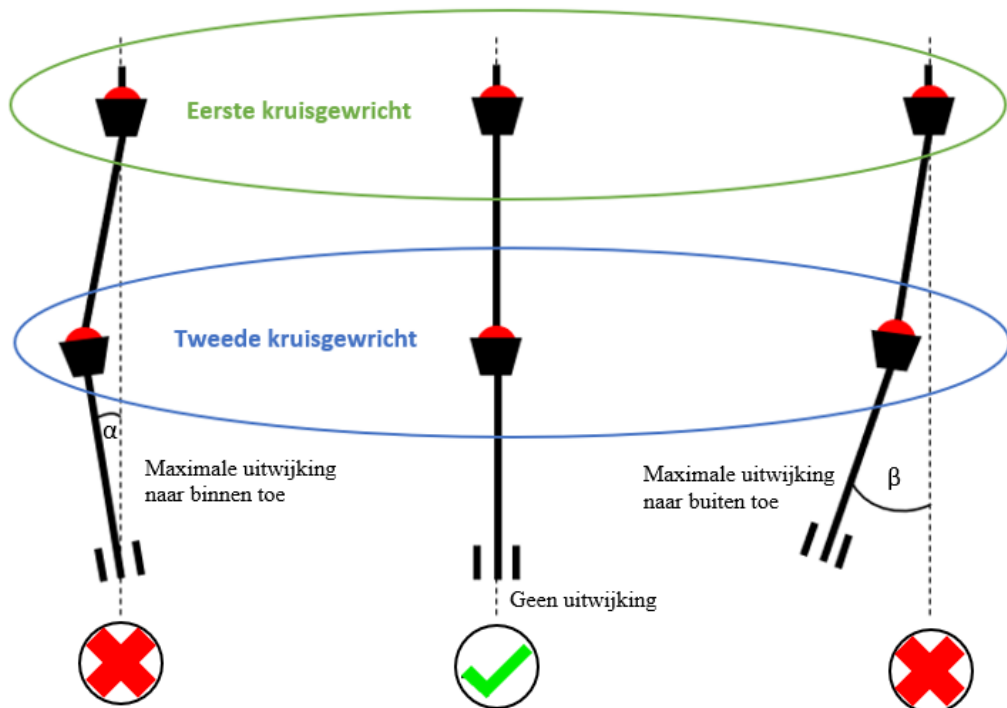
Als je met twee kruisgewrichten werkt, kunnen verschillende gevallen voorkomen. Zoals je in figuur 26 ziet (dit zijn de uiterste posities die de kruisgewrichten kunnen aannemen).

Je ziet in de eerste case dat het eerste kruisgewricht zijn maximale uitwijking naar buiten toe aanneemt en het tweede kruisgewricht zijn maximale uitwijking naar binnen toe aanneemt. De snelheid van A1 zal niet veel verschillen maar je zal wel schuin honen wat niet goed is.

In de tweede case hoort je correct maar dan mag er geen hoekafwijking zijn op het cilinderblok (dit kan je alleen bekomen als je opspant op een van de bewerkte zijdes van het cilinderblok).

In de derde case neemt het eerste kruisgewricht zijn maximale uitwijking naar buiten toe aan en het tweede kruisgewricht ook. Zo bekom je een nog grotere hoeksnelheid dan de werking van één kruisgewricht en dus ook een nog onregelmatigere hoeksnelheid.

Case twee is de beste, we zorgen er dus voor dat het cilinderblok in ons ontwerp wordt opgespannen aan een bewerkte zijde.



Figuur 26: Verschillende cases werking twee kruisgewrichten

3.3.1.3 Omrekenen naar snelheid

Om de snelheid te berekenen moet je de hoeksnelheid vermenigvuldigen met de straal:

$$v = \omega \times r \quad \left(\frac{m}{s} = \frac{rad}{s} \times m \right)$$

De snelheid verloopt recht evenredig met de hoeksnelheid, dus als de hoeksnelheid stijgt zal de snelheid van de hoonkop ook stijgen. Wanneer deze daalt zal de snelheid van de hoonkop ook dalen. De snelheid van de hoonkop zal dus volgens een sinusoïde functie bewegen.

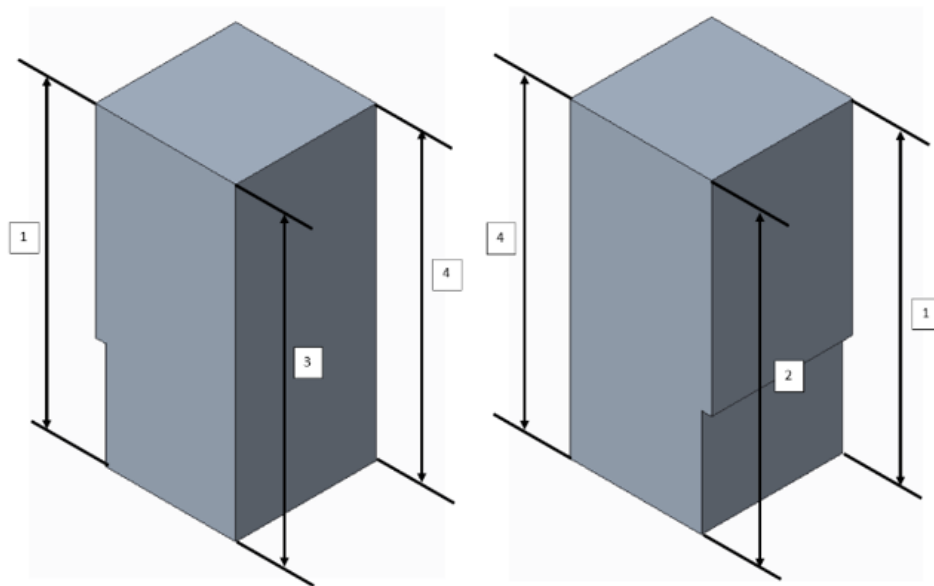
3.3.2 Evenwijdigheid

We hebben de afstand van het ondervlak naar het bovenvlak gemeten om zo de afwijking van de evenwijdigheid te weten tussen deze vlakken van het cilinderblok.

Deze afwijking komt door de drie verschillende opspanningen bij het bewerken van de cilinderblokken op de freesmachine. Doordat het boven- en ondervlak niet in dezelfde opspanning bewerkt worden, ontstaat er een afwijking in evenwijdigheid tussen deze twee vlakken.

3.3.2.1 Meetmethode

Om de evenwijdigheid te controleren meet je met behulp van een schuifmaat (met nauwkeurigheid van 0,01mm) de afstand tussen het boven- en ondervlak op de vier hoekpunten, zoals in figuur 27 aangegeven.



Figuur 27: Meetmethode cilinderblok

3.3.2.2 Resultaten meting

De hoogtes werden gemeten op twee verschillende cilinderblokken, de resultaten zie je in tabel 2. Dit valt binnen de standaardtolerantie van $\pm 0.80\text{mm}$ gegeven op de tekeningen.

Tabel 2: Metingen voor evenwijdigheid

M000054109		M000061147	
1	432,79 mm	1	769,70 mm
2	432,78 mm	2	769,73 mm
3	432,80 mm	3	769,84 mm
4	432,85 mm	4	769,73 mm

Bij cilinderblok M000054109 liggen de waarden zeer dicht bij elkaar, hier is het onder- en bovenvlak zeer nauwkeurig tegenover elkaar gefreesd.

Bij cilinderblok M000061147 zien we dat de metingen met een spreiding van 0.14mm verschillen, dit is in vergelijking met de spreiding van cilinderblok M000054109 tamelijk groot. Hier moeten we dus rekening mee houden. De fout berekenen we hieronder.

3.3.2.3 Fout berekenen (praktijk)

In bijlage 3 zie je hoe we de fout berekenen in Mathcad op een uitgebreide manier. Na de vergadering met onze stagebegeleider vertelde die ons dat dit in de praktijk op een iets wat simpelere manier berekend wordt, deze zie je hieronder.

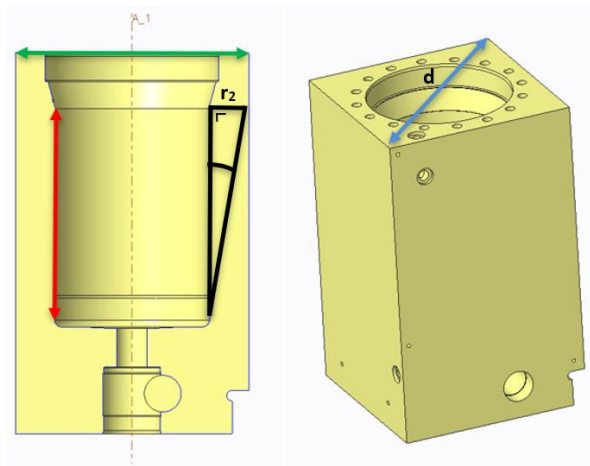
Om de maximale afwijking r_2 te berekenen moet je de fout in de lengte (l) vermenigvuldigen met de te honen lengte en deze vervolgens delen door de lengte van de vierkantzijde.

$$l = 769.84mm - 769.70mm = 0.14mm$$

$$r_2 = \frac{0.14mm \times 480mm}{350mm} = 0.19mm$$

Deze afwijking (r_2) zorgt ervoor dat het gat niet haaks zal staan als we de opspanning op het grondvlak zouden uitvoeren.

In de figuur hieronder, een legende met de gebruikte lengtes, aangeduid op een cilinderblok.



Figuur 28: Gebruikte afmetingen cilinderblok

Diagonaal = blauw = 494.975mm

Te honen lengte = rood = 480 mm

Zijde cilinderblok = groen = 350 mm

Besluit:

Uit dit onderzoek kunnen we besluiten dat er een oplossing moet gezocht worden voor het opspannen via het ondervlak of een totaal ander alternatief om het cilinderblok makkelijker op te spannen en uit te lijnen.

3.3.3 SMED-methode

Ons ontwerp moet ervoor zorgen dat de productiesnelheid verbeterd dus dat de tijd om het op te spannen korter is dan de tijd die ze nu nodig hebben per cilinderblok. We hebben dit via de SMED-methode (Single Minute Exchange of Die) onderzocht.

De SMED-methode kan je in zeven stappen opdelen:

1. Observeren van de huidige werkwijze.
2. Er moet onderscheid gemaakt worden tussen de externals en internals. De externals zijn de handelingen die vooraf gedaan kunnen worden (tijdens het honen van een ander werkstuk). De internals zijn de handelingen die pas uitgevoerd kunnen worden wanneer de machine niet verspaand.
3. Zet zo veel mogelijk internals om naar externals.
4. Zorg dat de overblijvende internals op een efficiënte manier verlopen, zodat deze sneller gaan.
5. Zorg dat de externals een minimale tijd in beslag nemen tijdens de voorbereiding.
6. Maak een stappenplan van de nieuwe procedure.
7. Herhaal vervolgens de zes vorige stappen. Er zijn telkens handelingen die sneller kunnen gebeuren.

Vervolgens hebben we deze stappen uitgevoerd en bekwamen we het volgende:

1. In punt 3.2.2 zie je hoe het honen nu gebeurt. De opspantijd voor een cilinderblok op de hoonmachine is gemiddeld 15 minuten (van aanbrengen van haken tot dat de hoonmachine in zijn werking gaat).
2. De internals bij het honen (met de huidige methode) zijn het plaatsen van het cilinderblok op de klauwplaat, het pas zetten van de cilinderblok en het klemmen van het cilinderblok in de klauwplaat. De external is het aanbrengen van de flens.
3. We kunnen bij het honen ervoor zorgen dat het cilinderblok niet meer pas moet gezet worden waardoor ze tijd winnen (external van maken).
4. Bij het honen kunnen we ervoor zorgen dat het plaatsen van het cilinderblok vlotter verloopt door te werken met een nieuw opspankaliber in plaats van met een klauwplaat.
5. Door te zorgen dat de flens makkelijker in het kaliber past, kunnen we de tijd inkorten die nodig is om een cilinderblok te plaatsen op het kaliber (internal verkoten).
6. Uitwerking van de nieuwe procedure vind je in dit verslag.

3.3.4 Pareto-principe

We hebben het Pareto-principe (20/80-regel) toegepast op de stukken die gehoord worden. Hierbij wordt gecontroleerd of dit principe van toepassing is op de werkstukken die ze op deze machine bewerken.

Dit principe moet aantonen dat 20% van de verschillende soorten stukken verantwoordelijk zijn voor 80% van de productie. Dit werd berekend uit het aantal geproduceerde stukken van 2018. In onderstaande tabel kun je zien welke stukken verantwoordelijk zijn voor een bepaald percentage van de productie.

In totaal worden er 62 verschillende soorten cilinderblokken gehoord op deze machine. Tabel 3 behandelt de 23 (37%) producten die verantwoordelijk zijn voor 81% van de productie.

Deze waarde komt niet overeen met de 20/80-regel. Hieruit wordt geconcludeerd dat de 20/80-regel niet van toepassing is op de te honen stukken. De reden hiervoor is dat men bij LVD een breed gamma heeft waarbij men alle soorten cilinderblokken, die in de plooibanken aanwezig zijn, moeten kunnen honen.

We besluiten hieruit dat we een flexibel ontwerp moeten voorzien waarop al deze cilinderblokken even makkelijk moeten kunnen gehoord worden.

Tabel 3: Pareto-principe

stuk	artikel	omschrijving	aantal	% van totaal	aantal cumulatief	% cumulatief
1	M000061143	LEFT CYLINDER	42	7%	42	7%
2	M000061144	RIGHT CYLINDER	41	7%	83	13%
3	M000054944	LEFT CYLINDER	39	6%	122	20%
4	M000054945	RIGHT CYLINDER	39	6%	161	26%
5	M000061148	RIGHT CYLINDER	32	5%	193	31%
6	M000061147	LEFT CYLINDER	30	5%	223	36%
7	M000054901	LEFT CYLINDER	27	4%	250	40%
8	M000054887	RIGHT CYLINDER	26	4%	276	45%
9	M000061532	RIGHT CYLINDER	18	3%	294	47%
10	M000061531	LEFT CYLINDER	17	3%	311	50%
11	M000054111	LEFT CYLINDER	17	3%	328	53%
12	M000060318	RIGHT CYLINDER	17	3%	345	56%
13	M000054110	RIGHT CYLINDER	16	3%	361	58%
14	M000060317	LEFT CYLINDER	16	3%	377	61%
15	M000061527	LEFT CYLINDER	16	3%	393	63%
16	M000061528	RIGHT CYLINDER	16	3%	409	66%
17	M000054204	LEFT CYLINDER	15	2%	424	68%
18	M000054224	RIGHT CYLINDER	15	2%	439	71%
19	M000061536	RIGHT CYLINDER	15	2%	454	73%
20	M000061535	LEFT CYLINDER	14	2%	468	75%
21	M000072522	LEFT CYLINDER	12	2%	480	77%
22	M000072523	RIGHT CYLINDER	12	2%	492	79%
23	M000060505	RIGHT CYLINDER	12	2%	504	81%

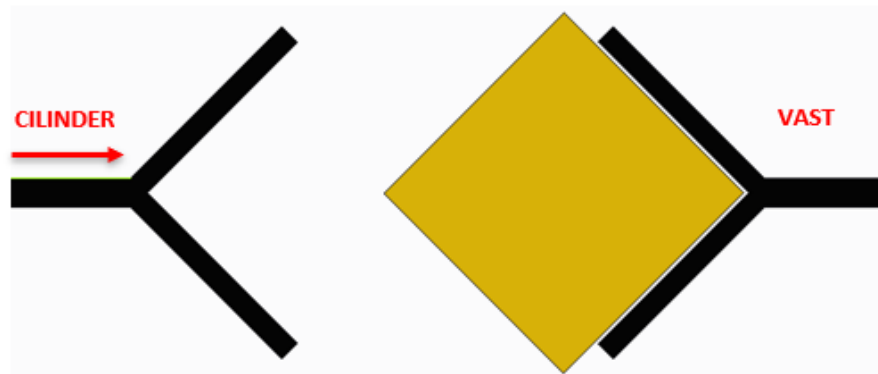
3.4 Keuze ontwerp

Hieronder zullen we enkele denkpistes bespreken en vergelijken aan de hand van hun voor- en nadelen. Daarna zal met behulp van de gestelde eisen aan het ontwerp beslist worden welk ontwerp we verder zullen uitwerken. Hiervoor is gebruikgemaakt van een eisenmatrix, het ontwerp die het beste scoort is het ontwerp die het best geschikt is voor de toepassing.

3.4.1 Eerste voorstel

Ons eerste idee was om het hoonkaliber met behulp van één hydraulische cilinder op te spannen. Op figuur 29 zie je een mogelijke opstelling (vanuit het bovenaanzicht).

Het cilinderblok wordt hier diagonaal opgespannen met behulp van één hydraulische cilinder zodat je kleine tot grote cilinderblokken makkelijk tussen de vaste en de beweegbare spanhoek kan plaatsen.



Figuur 29: Eerste voorstel

Voordelen eerste voorstel:

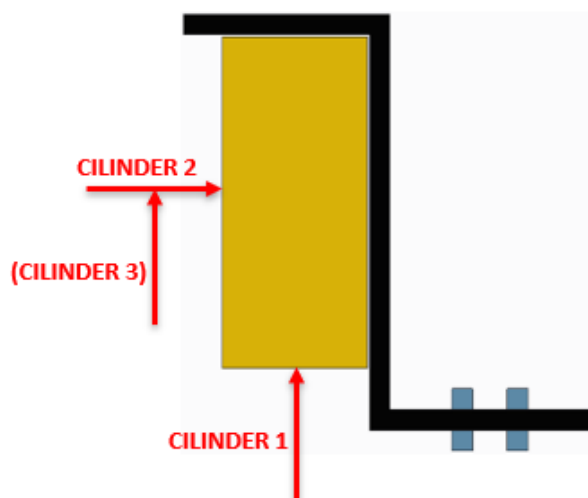
- Hier kan je alle verschillende soorten cilinderblokken makkelijk opspannen.
- Makkelijk bedienbaar.
- Niet arbeidsintensief.

Nadelen eerste voorstel:

- Hydraulica is een dure investering.
- Je bent niet zeker of je cilinderblok loodrecht staat want je klemt op twee vlakken als je diagonaal opspant, namelijk het gefreesde vlak en een vlak die niet volledig bewerkt is (hierdoor zou je afwijken in loodrechtheid).
- Een tweehandenbediening is noodzakelijk voor de veiligheid.
- Slijtage van de cilinders, op lang termijn is er onderhoud nodig.

3.4.2 Tweede voorstel

Op figuur 30 zie je een tweede mogelijke opstelling (vanuit het vooraanzicht) van een hydraulische opspanning. Deze opstelling is wat complexer, er wordt gebruikgemaakt van drie verschillende hydraulische cilinders. De eerste zorgt ervoor dat de bovenzijde die gefreesd is, geklemd wordt tegen een (horizontale) vlakke plaat. De tweede cilinder zorgt dat de gefreesde zijwand geklemd wordt tegen een andere (verticale) vlakke plaat. Voor kleine cilinderblokken zal het center lager liggen dan voor grote cilinderblokken dus zorgt de derde cilinder ervoor dat de tweede cilinder in het center van het cilinderblok aandrukt. Dit is nodig want als je op de onderzijde of bovenzijde van een cilinderblok aandrukt zal je ervoor zorgen dat de blok schuin gaat te staan en dit mag niet.



Figuur 30: Tweede voorstel

Voordelen tweede voorstel:

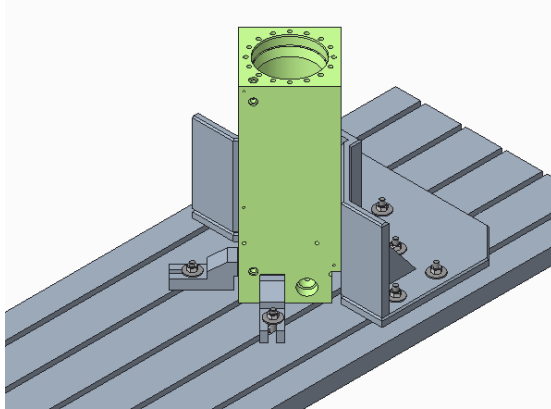
- Makkelijk bedienbaar (wel tijdverlies door hoogte in te stellen).
- Niet arbeidsintensief.
- Loodrecht.

Nadelen tweede voorstel:

- Door de opstelling zal je problemen hebben om de cilinderblokken onder de opstelling te krijgen.
- Hydraulica is een dure investering.
- Complexe opstelling.
- Doordat de cilinderblokken verschillende hoogtes hebben, zal je telkens de hoogte van de tweede cilinder opnieuw moeten instellen waardoor je tijd verliest.
- Een tweehandenbediening is noodzakelijk voor de veiligheid.
- Slijtage van de cilinders, op lang termijn is er onderhoud nodig.

3.4.3 Derde voorstel

Bij ons derde voorstel (figuur 31) zijn we afgestapt van een hydraulisch systeem. Het is een mechanische oplossing waarbij het cilinderblok met zijn grondvlak rust op de vlaktafel en overhoeks wordt aangespannen.



Figuur 31: Derde voorstel

Voordelen derde voorstel:

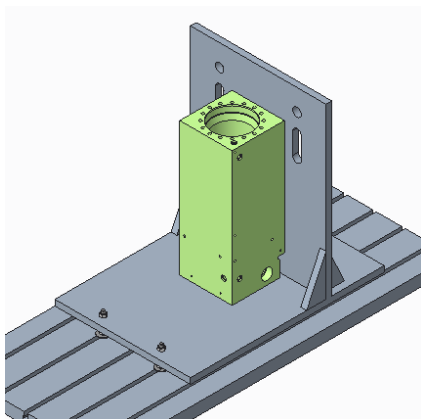
- Hier moet je geen rekening houden met doorbuiging.
- Het is een simpele opstelling.
- Makkelijk te plaatsen.
- Geen onderhoudskosten.

Nadelen derde voorstel:

- Doordat je het cilinderblok opspant op het grondvlak is er een afwijking.

3.4.4 Vierde voorste

Het opspannen van het werkstuk rust in voorstel vier (figuur 32) op het principe van een winkelhaak. Door middel van bouten, wordt de rechtopstaande kant van het cilinderblok bevestigd aan het ontworpen kaliber.



Figuur 32: Vierde voorstel

Voordelen vierde voorstel:

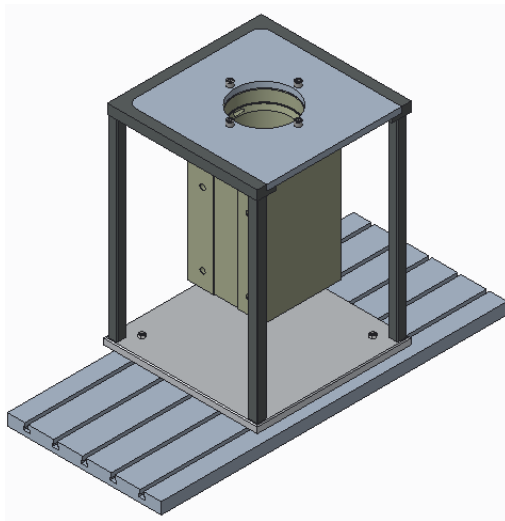
- Hier moet je minder rekening houden met doorbuiging van de opstelling.
- Het is een simpele opstelling.
- Geen onderhoudskosten.

Nadelen vierde voorstel:

- Doordat je het cilinderblok opspant op de gefreesde zijkant zal deze in één richting haaks opgespannen zijn tegenover het hoongereedschap. In de andere richting zal je niet zeker zijn dat deze mooi haaks staat tegenover het hoongereedschap.
- Het opspannen van de bouten zal ook moeilijk verlopen. Bij cilinderblokken met grote gewichten nog meer.

3.4.5 Vijfde voorstel

Bij dit ontwerp was het idee om het werkstuk op te spannen aan het kopvlak (figuur 33). Dit zodat met zekerheid gezegd kan worden dat de hoonbeweging haaks loopt ten opzichte van dit vlak.



Figuur 33: Vijfde voorstel

Voordelen vijfde voorstel:

- Het grote voordeel hier, is dat het cilinderblok in één keer haaks staat met het hoongereedschap. Dit is een van de belangrijkste eigenschappen.
- Geen slijtagekosten.
- Je kan vooraf (als er een ander cilinderblok bezig aan het honen is) de flens op het cilinderblok bevestigen (tijdsbesparing).
- Doordat je de flens er vooraf kan op aanbrengen kan je in één enkele beweging met de hefbrug/ zwenkarm, de cilinderblok correct plaatsen op onze opstelling.

Nadelen vijfde voorstel:

- Doordat sommige cilinderblokken zeer zwaar doorwegen zal de opstelling stevig genoeg moeten zijn om deze zware belastingen te dragen.
- Doordat de flens vooraf is bevestigd aan het cilinderblok, heb je wel het nadeel dat je de haken om de blok op te heffen en op de machine te plaatsen niet kunt aandraaien op de blok. Hier moet nog een manier gevonden worden om dit op te lossen.

3.4.6 Vergelijkende tabel

In de tabel hieronder worden de ontwerpen vergeleken tegenover de eigenschappen, om zo de beste keuze te maken.

Het ontwerp krijgt een score één als dit voordelig is voor de eigenschap/eis, als dit nadelig is krijgt het een score min één en als dit geen voor- of nadeel is geven we een nul score.

Tabel 4: Vergelijkende tabel

Voorstel Eigen- schappen	Eén	Twee	Drie	Vier	Vijf
Loodrechtheid	1	-1	-1	-1	1
Monteerbaarheid	-1	1	0	0	1
Opspantijd	0	1	0	-1	1
Kostprijs (geschat)	-1	-1	1	1	1
Positionering	-1	1	0	-1	0
Flexibel	0	1	1	0	0
Arbeidsintensiteit	1	1	0	0	0
Veiligheid	1	1	0	0	0
Storing/ onderhoud	-1	-1	1	1	1
Totaal	-1	3	2	-1	5

Uit bovenstaande tabel kan men concluderen dat het vijfde ontwerp het beste scoort. We zullen dit ontwerp verder uitwerken.

3.5 Uitwerking gekozen ontwerp

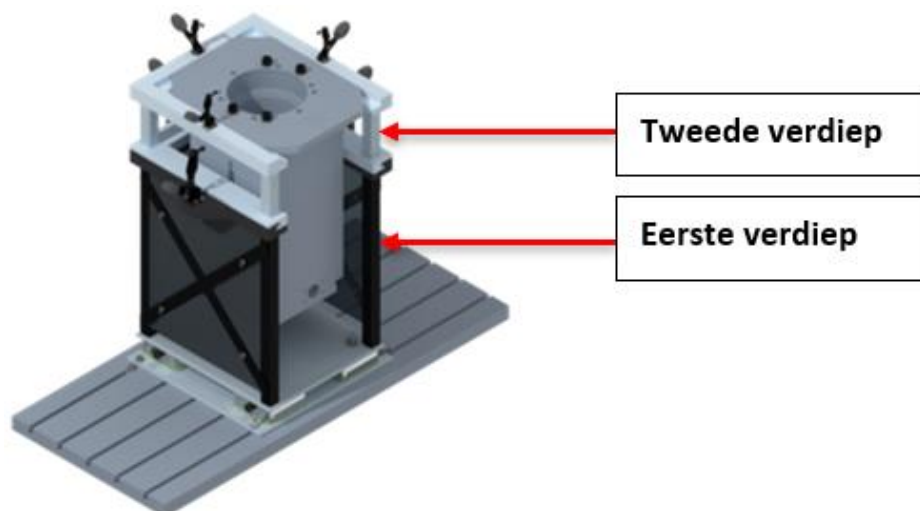
3.5.1 Twee verdiepen

De lengte van het grootste cilinderblok is 1070mm. We merkten op dat er in feite niet zo veel van deze grote stukken gemaakt worden. Na het berekenen van de cumulatieve waarde (in procent), kwam de conclusie dat er maar 13% (tabel 5) van de cilinderblokken langer zijn dan 800mm.

Tabel 5: Cumulatieve waarde lengte cilinderblokken

stuk	artikel	omschrijving	lengte	aantal	% van totaal	aantal cumulatief	% cumulatief
1	M000115454	LEFT CYLINDER	1070	1	0%	1	0%
2	M000115456	RIGHT CYLINDER	1070	1	0%	2	0%
3	M000116507	LEFT CILINDER	970	1	0%	3	0%
4	M000116527	RIGHT CILINDER	970	1	0%	4	1%
5	M000061536	RIGHT CYLINDER	955	15	2%	19	3%
6	M000061535	LEFT CYLINDER	955	14	2%	33	5%
7	D0421185	RECHT.CILINDER	925	1	0%	34	5%
8	D0421186	LINKER CILINEDER	925	1	0%	35	6%
9	M000062411	LEFT CYLINDER	870	2	0%	37	6%
10	M000062412	RIGHT CYLINDER	870	2	0%	39	6%
11	M000061532	RIGHT CYLINDER	855	18	3%	57	9%
12	M000061531	LEFT CYLINDER	855	17	3%	74	12%
13	M000061533	LEFT CYLINDER	855	1	0%	75	12%
14	M000061534	RIGHT CYLINDER	855	1	0%	76	12%
15	D0411094	RECHTER CILINDER	855	2	0%	78	13%

Het zou gebruiksvriendelijker zijn voor de operator dat hij niet telkens op een hoogte van 1070 mm moet werken, dus hebben we besloten om ons ontwerp in twee etages te maken zoals je ziet op figuur 34.



Figuur 34: Twee verdiepen

Besluit

Op het eerste verdiep kun je cilinderblokken honen met een maximale lengte van 800mm.

Op het tweede verdiep kun je cilinderblokken honen met een maximale lengte van 1070mm.

3.5.2 Materiaalstudie

In deze materiaalstudie wordt de keuze van het materiaal voor de verschillende onderdelen besproken aan de hand van de eigenschappen.

3.5.2.1 Materiaal onderstel

Het materiaal van het onderstel moet voldoen aan bepaalde eigenschappen. Bij het onderstel zijn de belangrijkste eigenschappen dat het sterk moet zijn en makkelijk te vervaardigen. In onderstaande tabel worden enkele mogelijke materialen met de belangrijkste eigenschappen vergeleken.

Tabel 6: Materiaal onderstel

Eigenschappen	Aluminium	Staal (S235JR)	RVS
Treksterkte	0	0	1
Taatheid	0	1	1
Verspaanbaarheid	1	1	0
Lasbaarheid	0	1	0
Som	1	3	2

Uit de tabel blijkt dat staal in dit geval de beste mogelijkheid is. Het onderstel moet stevig zijn en makkelijk verspaan- en lasbaar, zodat bij het maken van de constructie aan de gewenste eisen kan voldaan worden.

3.5.2.2 Materiaal bovenstel

Bij het bovenstel speelt de massa van de constructie een grote rol. De operator moet dit bovenstel makkelijk op het onderstel kunnen plaatsen en hiervoor is het belangrijk dat de massa zo laag mogelijk blijft. Hieronder vergelijken we enkele mogelijke materialen met de belangrijkste eigenschappen.

Tabel 7: Materiaal bovenstel

Eigenschappen	Aluminium	Staal (S235JR)	RVS
Massa	1	-1	-1
Treksterkte	0	0	1
Verspaanbaarheid	1	1	0
Lasbaarheid	0	1	0
Som	2	1	0

Voor het bovenstel is aluminium de beste oplossing. Zoals je ziet heeft de massa de beslissende factor. Daarnaast is aluminium goed verspaanbaar, maar zal er extra aandacht nodig zijn bij het lassen van de constructie.

3.5.3 Flenzen

Om de verschillende cilinderblokken op te spannen moet er gebruikgemaakt worden van verschillende flenzen.

Het is de bedoeling om het aantal flenzen beperkt te houden. Hiervoor maken we gebruik van de diameter van het te honen gat en de steekcirkel waarop de gaten zich bevinden. In totaal zijn er zes verschillende flenzen gerealiseerd.

3.5.3.1 Aantal flenzen

Om de opspantijd in te korten werd er van iedere soort, twee flenzen gemaakt. Zodat tijdens het honen de flens kan gemonteerd worden op een volgend cilinderblok.

3.5.3.2 Massa flenzen

Het is de bedoeling dat de operator de flenzen handmatig kan verplaatsen. Hiervoor is het belangrijk dat de massa onder een maximum van 26kg komt te liggen. Om de massa te beperken hebben we ervoor gekozen om de flenzen uit een aluminium-legering (AlMg4.5) te maken.

Deze maximumwaarde hebben we berekend met Creo4.0.

3.5.3.3 Doorbuiging flenzen

Om de dikte van de flenzen te bepalen moet er rekening gehouden worden met de mogelijke doorbuiging. We willen een zo dun mogelijke plaat (om het gewicht te beperken), waarbij de doorbuiging zo klein mogelijk is.

$$t = 25mm$$

$$\sigma_{max} = \frac{\beta * q * b^2}{t^2} = 7,78 \frac{N}{mm^2}$$

$$y_{max} = \frac{-\alpha * q * b^4}{E * t^3} = -0.193mm$$

$$t = 30mm$$

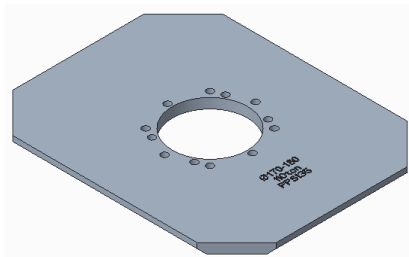
$$\sigma_{max} = \frac{\beta * q * b^2}{t^2} = 5,403 \frac{N}{mm^2}$$

$$y_{max} = \frac{-\alpha * q * b^4}{E * t^3} = -0.112mm$$

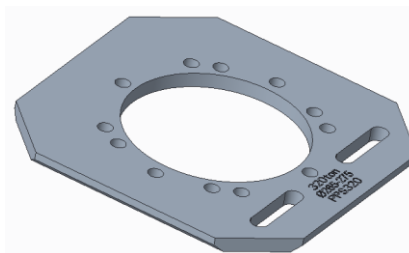
Uit de berekeningen hierboven kunnen we besluiten dat een plaat van 25mm dik sterk genoeg zal zijn want de doorbuiging is minimaal (0.193mm).

3.5.3.4 Ontwerp van flenzen

We zijn begonnen met een simpel ontwerp van de flenzen (figuur 35), rekening houdend met de gewichtsbesparing en het simpel plaatsen van de flenzen in het kaliber werd dit uitgewerkt tot ons eindontwerp (figuur 36). Alle zes de flenzen worden op dezelfde manier ontworpen, maar natuurlijk voor verschillende cilinderblokken. Er zijn in elke flens graveringen voorzien met het cilinderblokje en de maximale grootte van het te honen gat, zodat de operator onmiddellijk ziet welke flens hij moet gebruiken voor het cilinderblok.



Figuur 35: Eerste ontwerp van de flenzen



Figuur 36: Uiteindelijk ontwerp flenzen

3.5.4 Buisprofielen

Het onderstel bestaat gedeeltelijk uit een buisconstructie. Doordat deze constructie tamelijk hoog is en een enorm gewicht moet kunnen dragen, berekenden we aan de hand van de formule op knik, de breedte van de buis en de wanddikte. Deze berekeningen kun je zien in bijlage 3.

Uit de berekeningen concluderen we dat een profiel van 20x20x2 sterk genoeg zou zijn om een massa van ongeveer 1000kg te dragen. Omdat een dikker buisprofiel niet zoveel duurder is en de constructie ook tegen eventuele stoten moet kunnen, zal een buisprofiel van 50x50x4 gebruikt worden.

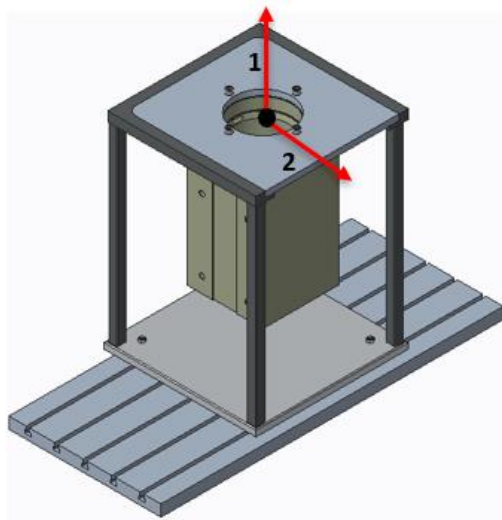
Het bovenste verdiep bestaat ook uit een buisconstructie. Deze worden niet berekend op knik omdat dit korte buizen zijn. We nemen dezelfde buisbreedte als deze in staal (50mm) maar nemen een wanddikte van vijf millimeter, dit omdat aluminium niet zo goed last als staal. Zo zal de persoon die de aluminiumconstructie samenstelt minder problemen hebben met het lassen.

3.5.5 Optimaliseren

Om het de operator zo simpel mogelijk te maken zijn er enkele details toegevoegd die de handelingen wat makkelijker en veiliger zullen maken.

3.5.5.1 Axiale verschuiving

In onze lassamenstelling wordt ervoor gezorgd dat de flens langs drie zijden omringd zit en dus niet kan bewegen in die richting. Het kon niet anders dan de voorzijde en bovenzijde vrij te houden want je moet de flens en cilinderblok natuurlijk vlot in het kaliber kunnen plaatsen, hierdoor kan de flens in feite nog bewegen naar boven (1) en naar voren (2) (figuur 37).



Figuur 37: Mogelijke axiale verschuivingen

Klemgereedschap

Uit veiligheidsoverweging zijn drie klemmen per verdiep voorzien op de flenshouders die de flenzen beletten om een axiale beweging naar boven te maken. Dit is noodzakelijk want wanneer de hoonkop klem komt te zitten in het gat, kan hij het cilinderblok mee de lucht intrekken met alle gevolgen van dien. Hoe de klemmen worden geplaatst, zie je op figuur 38.

Wanneer de twee constructies op elkaar zijn geplaatst, kun je de klemmen van het eerste verdiep ook op de aluminiumconstructie bevestigen.

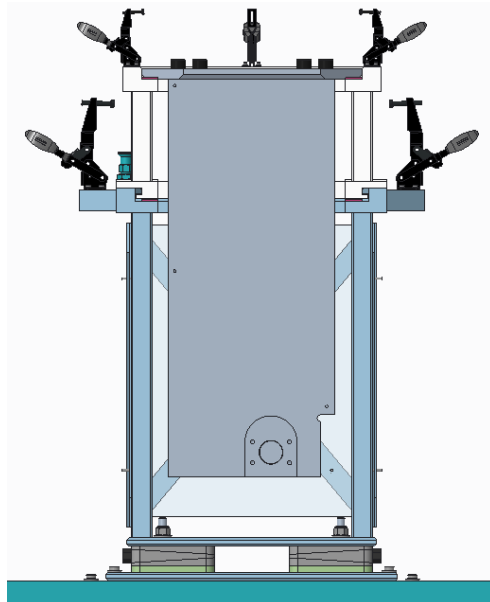
We kunnen niet precies berekenen welke kracht de klemmen moet tegenhouden maar weten wel dat het niet groter zal worden dan de kracht waarmee de stenen drukken tegen de wand van het te honen gat.

Om de kracht te berekenen waarmee de stenen drukken tegen de wand hebben we de maximale werkdruk nodig en het contactoppervlak van de stenen op het te honen gat, in formulevorm:

$$F = p \times A \quad (N = Pa \times m^2)$$

De berekeningen zie je in bijlage 3. Hieruit blijkt dat de maximale drukkracht gelijk is aan 3.99kN als de maximale werkdruk 1.5bar is.

Doordat er per verdiep drie klemmen voorzien zijn, mogen we deze kracht delen door het aantal klemmen en bekomen we een kracht van maximaal 1.33kN per klem.

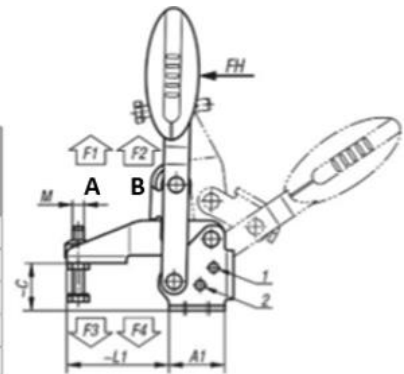


Figuur 38: Positionering klemmen

De klemmen werken als volgt, FH is de kracht die nodig is om de klem volledig dicht te spannen. F1 is de kracht die nodig is om de klem open te krijgen in gesloten toestand op positie A. F2 is de kracht die nodig is om de klem open te krijgen in gesloten toestand op positie B. F3 is de klemkracht in positie A en F4 is de klemkracht in positie B.

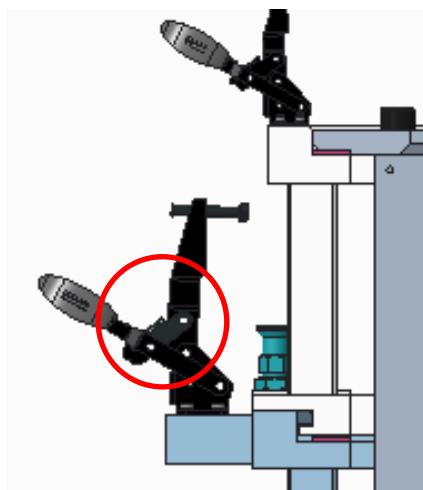
We moeten er rekening mee houden dat het grondvlak van de klem past op de aluminium flenshouder. De berekeningen toonden ons aan dat de kracht dat één klem moet kunnen tegenhouden 1330N is. In figuur 39 zie je dat de derde klem genoeg kracht (2000N) kan tegenhouden, het grondvlak past ook op de flenshouder. Deze klemmen gebruiken we voor op de aluminium-constructie. De datasheet vind je in bijlage 2.

	Order No.	Hand force FH N	Retaining force F1 N	Retaining force F2 N	Clamping force F3 N	Clamping force F4 N
1)	05908-005002	100	750	1050	620	750
2)	05908-006002	160	1350	1650	920	1050
3)	05908-008002	190	2000	2800	940	1350
4)	05908-010002	250	2500	4500	1500	2800
5)	05908-012002	280	3000	5500	1400	2800



Figuur 39: Gegevens klemgereedschap

Doordat de aluminiumconstructie geplaatst wordt op de staalconstructie, kunnen de klemmen niet geplaatst worden op de stalen flenshouder. Hierdoor is het nodig om een grotere afstand te overbruggen. Om die reden hebben we de klemmen met behulp van stuknummer MT01_03_05 (zie bijlage 6) verder van de flenshouder gezet op de staalconstructie (figuur 40). Klem nummer vijf (figuur 39) heeft een overbrugging (en terugdrukkracht) die groot genoeg is. Op de staalconstructie worden deze klemmen gebruikt. De prijs loopt ook niet te hoog op, klem drie kost 20,99 euro en klem vijf 34,16 euro per stuk.

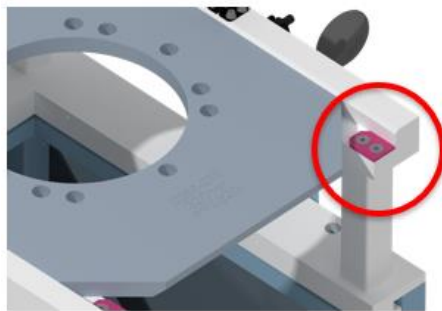


Figuur 40: Klemhouder op staalconstructie

Flenstegenhouder

Om te beletten dat de flens axiaal naar voren uitschuift tijdens het honen wordt er gewerkt met flenstegenhouders (figuur 41). Links en rechts van de flens zorgt een plaatje ervoor dat de flens niet kan verschuiven naar voren. Deze plaatjes bout je aan de flenshouder want als deze regelmatig een duw krijgen, kunnen deze snel beschadigd worden. Als dit het geval is, kan je ze losmaken en nieuwe tegenhouders aan bouten. Een tweede reden dat we deze niet lassen, is doordat de tegenhouders uit staal zullen gemaakt worden en het onmogelijk is om staal te lassen aan de aluminiumconstructie.

We gebruiken flenstegenhouders zowel op de aluminiumconstructie als op de staalconstructie.

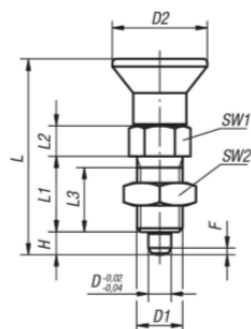


Figuur 41: Flenstegenhouder

Positioneringspen

Doordat de aluminiumconstructie op de staalconstructie komt, moet ervoor gezorgd worden dat deze niet naar voren kan schuiven als hij in gebruik is. Er werd een manier gevonden waarbij automatisch geborgd wordt zodat de operator dit niet kan vergeten.

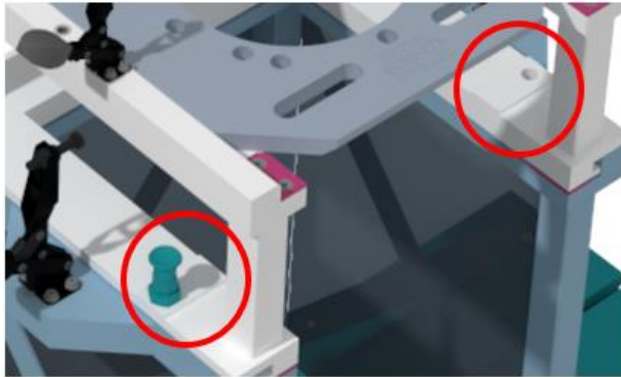
We kwamen uit op een positioneringspen, zoals je ziet op figuur 42 is het een positioneringspen die in rusttoestand gesloten is. Als de operator de aluminiumconstructie plaatst op de staalconstructie hoeft hij alleen de pen uit te trekken als hij deze volledig wil inschuiven. Doet hij dit niet, kan hij de twee constructies niet correct op elkaar plaatsen. Als hij de aluminiumconstructie er terug af moet halen hoeft hij enkel de pen uit te trekken en het tweede verdiep naar zich toe te trekken (datasheet in bijlage 2).



Figuur 42: Positioneringspen in rusttoestand

Er is maar één positioneringspen nodig om deze te borgen. Toch is er aan beide kanten van de constructie een plaats voorzien waar je de pen kan bevestigen (figuur 43). Dit zodat het kaliber even gebruiksvriendelijk is voor een linkshandige operator als voor een rechtshandige operator.

Het plaatje tussen de aluminiumconstructie en de positioneringspen is er om op een simpele manier de hoogte van de positioneringspen te regelen. Als er zonder dit plaatje gewerkt zou worden, zou de pen niet met genoeg draadgangen vastzitten in de constructie en zal deze niet sterk genoeg vastzitten in de constructie.

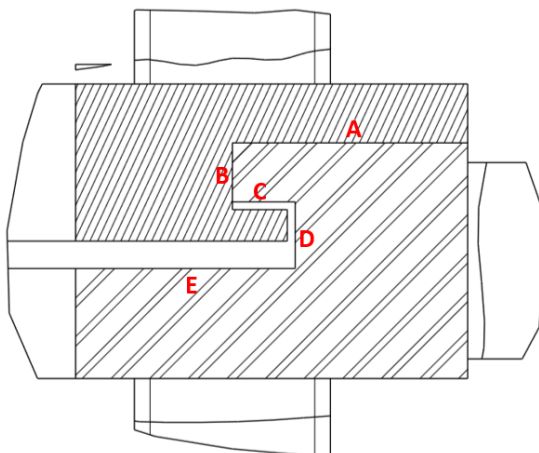


Figuur 43: Positie positioneringspen

Overbrengingsgleuf

Er wordt gewerkt met twee verdiepen, daarvoor hebben we een manier moeten bedenken om de evenwijdigheid te behouden van het eerste verdiep naar het tweede. Het moet ook makkelijk hanteerbaar zijn voor de operator.

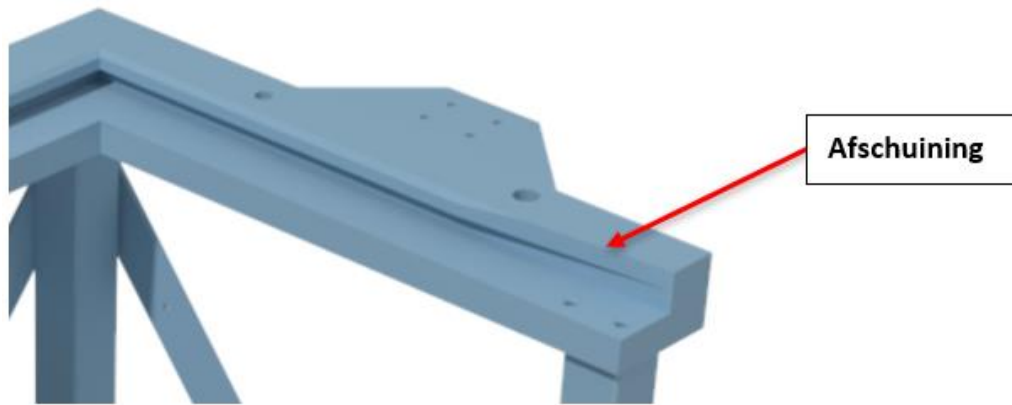
Er wordt door middel van een gleuf een extra borging (in de axiale beweging) voorzien die ervoor zorgt dat de twee constructies aan elkaar hangen. Zoals je ziet op figuur 44 draagt de onderste constructie de bovenste op één draagvlak (A). Voor B is er een kleine speling voorzien zodat de aluminiumconstructie past in de staalconstructie, maar niet te veel speling heeft. Bij C, D en E maken de twee constructies geen contact.



Figuur 44: Principe overbrengingsgleuf

3.5.5.2 Afschuining voor inloop

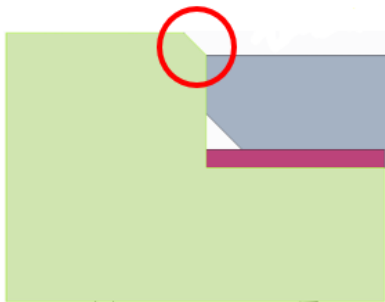
Omdat de operator geen problemen zou ondervinden met het plaatsen van het tweede verdiep op het eerste, is er aan beide zijden van de staalconstructie een inloop voorzien door middel van een afschuining, zoals op figuur 45. Door deze afschuining geleidt de aluminiumconstructie zichzelf in de andere constructie.



Figuur 45: Afschuining voor inloop

3.5.5.3 Afschuining flensoplegging

Voor het makkelijk plaatsen van de flens hebben we een afschuining voorzien aan de bovenkant van de staalconstructie en aluminiumconstructie (figuur 46). Deze afschuiningshoek is even groot als de afschuiningshoek die voorzien is aan de onderkant van de flenzen.



Figuur 46: Afschuining

3.5.5.4 Verstevigingsplaten

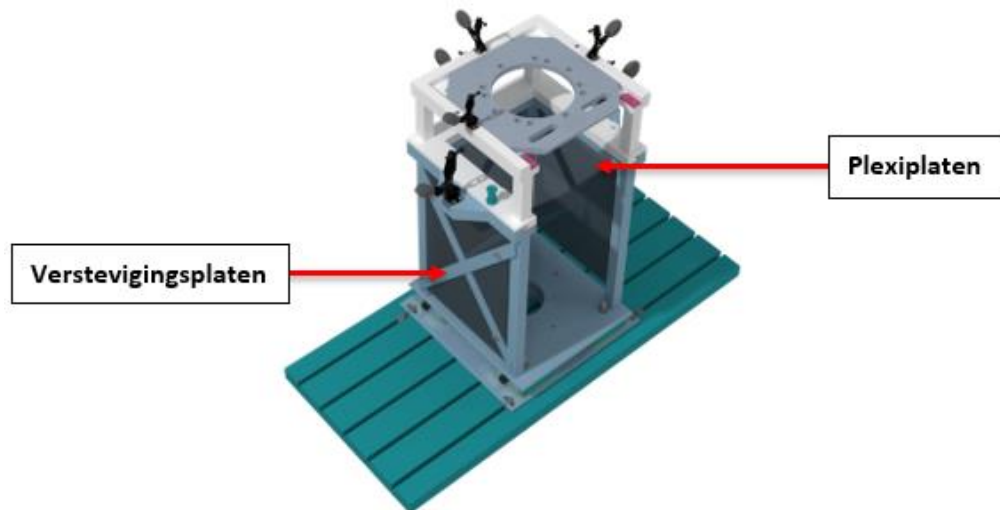
Aan de staalconstructie wordt er aan de linkerzijde, rechterzijde en achterzijde twee verstevigingsplaten gelast, om vervorming tegen te gaan ten gevolge van torsiekrachten en als extra veiligheid tegen stoten.

Mocht de operator per ongeluk stoten geven aan het kaliber terwijl hij het werkstuk probeert te positioneren, zorgen de verstevigingsplaten dat het kaliber minder tot niet zal vervormen. De verstevigingsplaten kun je zien op figuur 47.

3.5.5.5 Plexiplaten

Aan de linkerzijde, rechterzijde en achterzijde van de staalconstructie zijn er plexiplaten voorzien (figuur 47). Deze zorgen ervoor dat de hoonolie die uit de onderkant van het cilinderblok naar beneden valt, niet in de richting van de operator spettert.

We bevestigen de plexiplaten aan de verstevigingsplaten (punt 3.5.5.4) door middel van bouten en moeren. Dit is makkelijk hanteerbaar voor het verwijderen van de plexiplaten als het nodig is om deze te vervangen.



Figuur 47: Positionering verstevigingsplaten en bevestiging plexiplaten

3.5.5.6 Hefgaten

In beide constructies zijn er hefgaten voorzien, dit om de constructie op een correcte wijze te kunnen optillen met een zwenkarm of met de brug. Voor de staalconstructie zijn de hefgaten in het zwaartepunt van de constructie. Voor de aluminiumconstructie zijn ze zo gepositioneerd dat de achterzijde een beetje naar beneden hangt zodat je de achterzijde eerst kan plaatsen op de staalconstructie en deze vervolgens kan doen zakken en erin schuiven.

Het is geen probleem om de aanslagpunten frequent in en uit de staalconstructie te draaien. Maar om dit te doen bij de aluminiumconstructie (wat frequenter zal voorkomen) is het nodig dat we de draad in het aluminium verstevigen. We kunnen dit oplossen met behulp van Helicoil (figuur 48).



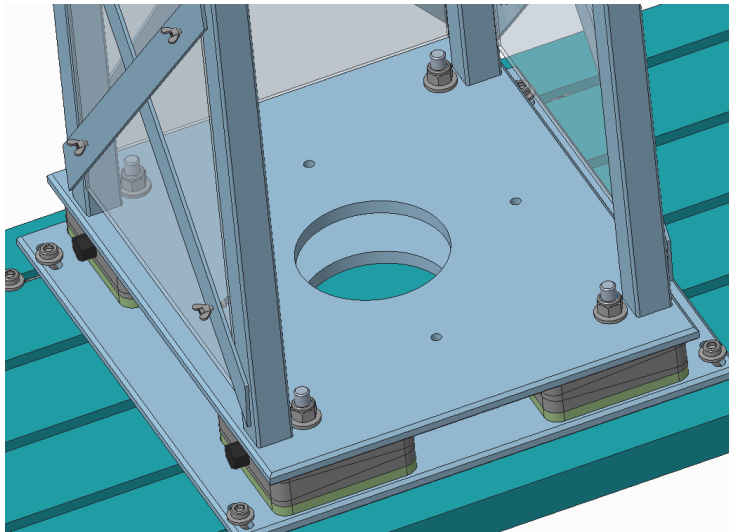
Figuur 48: Helicoil

Voordat je de Helicoil kan plaatsen moet je met Helicoil tapgereedschap Helicoil-draad aanbrengen in het voorgeboorde gat. Vervolgens kan je de Helicoil in de draad draaien. Zorg dat je Loctite aan de buitenkant van de Helicoil aanbrengt zodat je na het plaatsen, deze er niet meer uitkrijgt.

Als je nu in deze Helicoil de aanslagpunten plaatst, zal de draad in het aluminium niet beschadigd worden doordat de Helicoil dit verstevigt.

3.5.5.7 Afvoer in beide onderplaten

In de hoonmachine zit er centraal onder het cilinderblok een gat die de olie rechtstreeks in het reservoir afvoert. Hiervoor is er in het center van onze grondplaten ook een doorlopend gat gemaakt (figuur 49) zodat de afvoer zo goed mogelijk verloopt.



Figuur 49: Afvoergaten

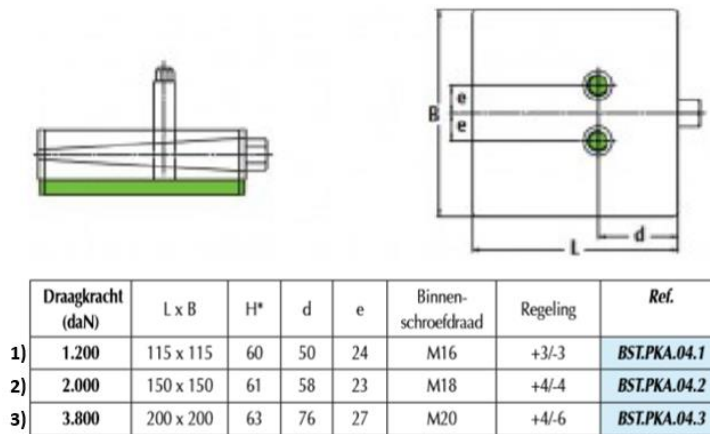
3.5.5.8 Regelbare voet

Om het opspankaliber uit te lijnen wordt er gebruikgemaakt van vier regelbare machinevoeten (van Schiltz), de hoogte wordt aangepast door middel van een spie. Dit om het hoongereedschap loodrecht op het te honen gat te zetten.

De massa van het zwaarste cilinderblok en ons volledig hoonkaliber is ongeveer 1500kg. Zoals je ziet in figuur 50 heeft de eerste soort machinevoet een draagkracht van 1200daN (1200kg). Omdat er vier machinevoeten gebruikt worden om ons kaliber loodrecht te krijgen, mogen we deze draagkracht maal vier doen. We komen op een draagkracht van 4800daN (4800kg), wat voldoende is.

Wanneer je een cilinderblok (met flens) plaatst in ons kaliber ga je voor een korte tijd een piek hebben door de stootkracht. Als je de prijs bekijkt van de machinevoeten zie je dat de prijs voor de eerste soort machinevoet (met 1200daN draagkracht), 84,88 euro is.

Een machinevoet met een draagkracht van 3800daN (3800kg) kost 152,60 euro. Na het samenzitten met onze stagementor, zei hij dat een kost van 70 euro per stuk niet veel is voor een hogere veiligheid. Dus besloten we om vier machinevoeten te bestellen met elk een draagkracht van 3800daN (3800kg). Zo kom je aan een totale draagkracht van 15.200daN (15.200kg) en een prijs van 610,4 euro (datasheet in bijlage 2).



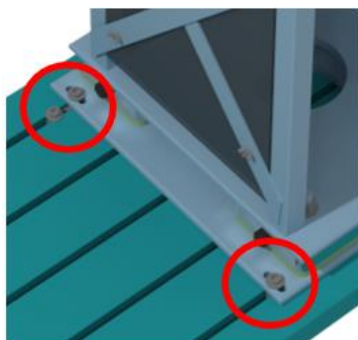
Figuur 50: Gegevens regelbare machinevoet

3.5.5.9

T-moeren

Om de onderplaat te bevestigen aan de machinetafel werd er gekozen om te werken met T-moeren (figuur 51). Diagonaal zijn er twee T-moeren die vrij kunnen bewegen als ze los worden gedraaid. Voor de andere twee hoeken hebben we een lassamenstelling van T-moeren gemaakt. Dit is zo ontworpen dat deze lassamenstelling vastgezet kan worden op de machinetafel maar los kan gekoppeld worden van het kaliber. Moest het nodig zijn dat je het kaliber van de machinetafel moet verwijderen, kan je deze twee T-moer-samenstellingen gebruiken als referentie om hem terug perfect op dezelfde plaats te krijgen. Het is dan ook niet meer nodig om de regelbare machinevoeten aan te passen want normaal staat het kaliber perfect op dezelfde plaats als voordien.

Aan de onderplaat zijn er ook sleuven voorzien om makkelijker het center te kunnen bepalen tijdens het monteren.



Figuur 51: Bevestiging met T-moeren aan vlaktafel

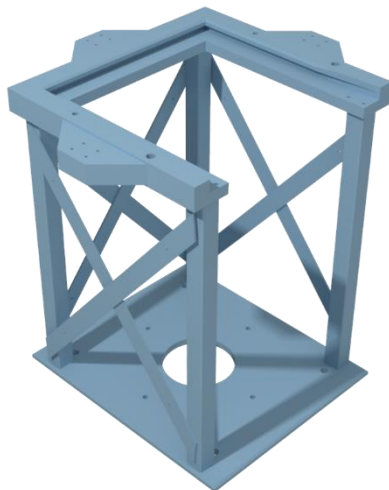
3.6 Productie

De productie is onderverdeeld in drie onderdelen. In het eerste onderdeel wordt de productie van de staalconstructie besproken, in het tweede onderdeel de aluminiumconstructie en in het derde onderdeel gaan we de nabewerking bespreken.

3.6.1 Staalconstructie

In figuur 52 zie je het 3D-model van de staalconstructie. Van elk (niet standaard) onderdeel is er een 2D-tekening gemaakt om deze op een correcte manier te produceren (bijlage 6). Er is ook telkens een samenstellingstekening, lassamenstelling en een afwerkingstekening gemaakt.

Voor de productie zou het makkelijker zijn dat er zo veel mogelijk onderdelen in het bedrijf gemaakt kunnen worden. Hieronder zie je de verschillende stappen, vertrekkend van een ruw materiaal tot het eindproduct.



Figuur 52: Staalconstructie

3.6.1.1 Voorbewerkingen van onderdelen voor staalconstructie

We zijn begonnen met de onderdelen op lengte te zagen. De buisprofielen worden direct op de gewenste lengte gezaagd en de stalen flenshouderonderdelen op een overmaat. Daarna worden de zijden van de flenshouder gefreesd. Hierbij zijn de hoeken van 45 graden ook gefreesd, deze bewerking is nauwkeuriger dan zagen.

In figuur 53 zie je links de geproduceerde buizen en rechts de drie onderdelen voor de stalen flenshouder. Het frezen van de onderdelen van de stalen flenshouder hebben we niet kunnen bijwonen omdat deze geproduceerd zijn tijdens onze afwezigheid, de opspanning is gelijkaardig als deze beschreven in onderdeel 3.6.2.1 bij de productie van de aluminiumconstructie.

De onderdelen van de stalen flenshouder worden na het lassen nog eens nagefreest om de evenwijdigheid te garanderen.



Figuur 53: Gezaagde en gefreesde stukken voor staalconstructie

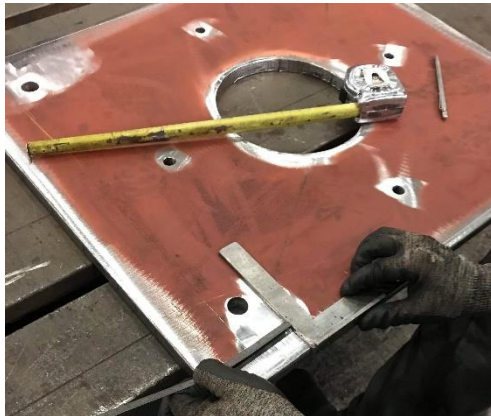
In figuur 54 zie je nog een onderdeel van de stalen flenshouder. Deze dienen voor de bevestiging van de klemmen. We hebben ze laten snijden op een plasmasnijder en achteraf hebben we de gaten erin geboord.



Figuur 54: Bevestiging klemmen

In figuur 55 zie je de onderplaat van de staalconstructie. De omtrek en het middelste afvoergat zijn weggesneden met een plasmasnijder want deze moesten niet zo nauwkeurig zijn.

De gaten zijn achteraf geboord en getapt omdat de positie van deze gaten wel belangrijk zijn.



Figuur 55: Onderplaat staalconstructie

3.6.1.2 Lassen van staalconstructie

Voordat de stukken aan elkaar worden gelast is het noodzakelijk om deze eerst te polieren op de plaatsen waar ze moeten lassen (figuur 56).



Figuur 56: Polieren

Nadat alle stukken gepolierd zijn, begonnen we met de stukken correct te positioneren tegenover elkaar, rekening houdend met de functionele afstanden (aangeduid op de technische tekening). Vervolgens worden er twee latten gepunt om vervorming tegen te gaan door het lassen (figuur 57). Daarna begon men met de stalen flenshouder aan elkaar te punten, nog eens op te meten en ten slotte volledig aan elkaar te lassen. Dit gebeurde op een vlakke lastafel omdat er mooi vlak gelast zou worden.

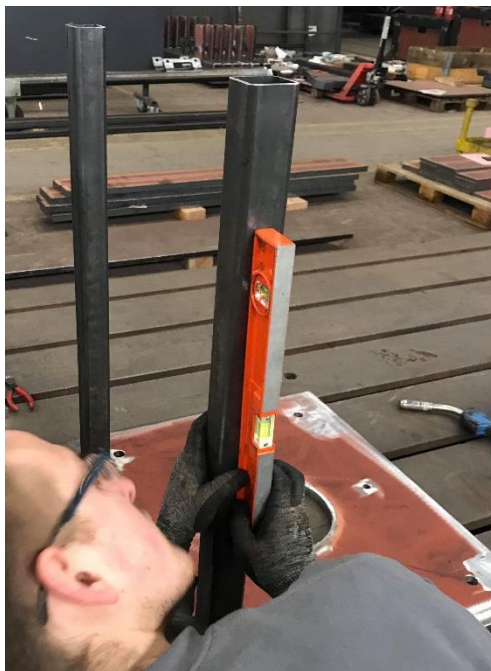
In figuur 57 zie je de stalen flenshouder in zijn geheel. Voor de esthetische waarde werd er nog na gepolierd. Na het afkoelen controleerden we de functionele maten, deze vallen binnen de toleranties.



Figuur 57: Samengestelde flenshouder met twee latten

Nadat de buisprofielen correct gepositioneerd werden, worden de buizen bevestigd op de onderplaat van de staalconstructie.

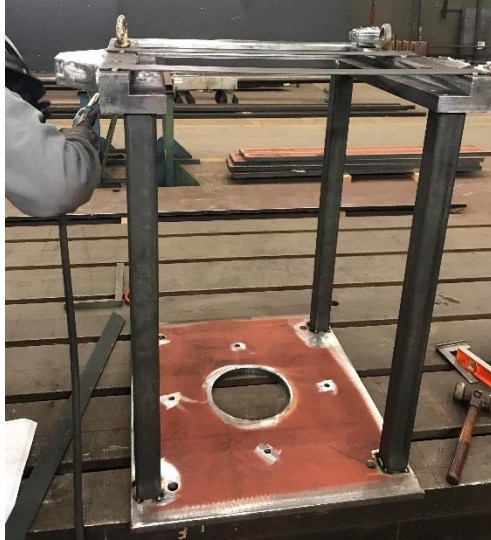
Zagen is een ruwe bewerking, met die reden moet men controleren of de buizen wel volledig haaks op de onderplaat staan. Dit wordt geregeld door middel van een waterpas zoals op figuur 58, vervolgens punten ze de buizen vast. Na het punten controleert men nog eens de loodrechtheid.



Figuur 58: Buizen waterpas zetten

Na het punten van de buisprofielen hebben we de stalen flenshouder (die we vooraf hebben gelast) geplaatst op de buisconstructie. Dit gebeurde met behulp van de brug en de hefgaten die we hebben voorzien in de flenshouder.

Na het opmeten waar de flenshouder moet komen, werd deze gepunt aan de buisconstructie (figuur 59).



Figuur 59: Punten van flens aan buisconstructie

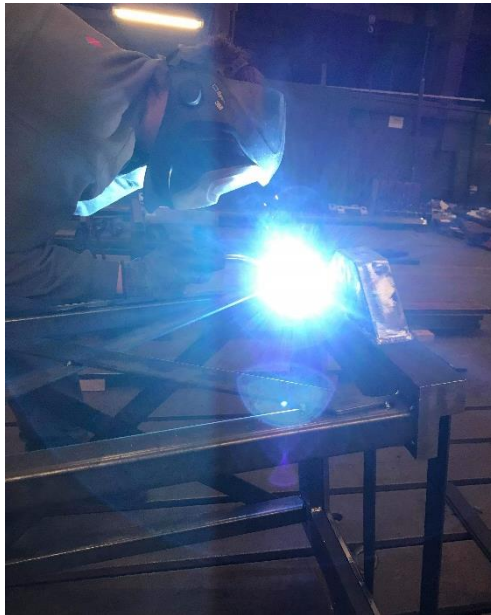
Als de flenshouder volledig gepunt is aan de constructie zou de afstand van de onderplaat naar de stalen flenshouder gelijk moeten zijn aan alle drie de zijden. Er werd aan elke zijde 380mm gemeten met een laserafstandsmeter, wat correct is.

Daarna controleren we nog eens de loodrechtheid van de buizen en de functionele maten. Vervolgens wordt alles aan elkaar gelast (figuur 60) en controleert men nog eens alles opnieuw, want door het lassen kan je de constructie doen vervormen.



Figuur 60: Volledig lassen van de constructie

Als alle opgemeten waarden correct zijn, draait men de constructie. Na het draaien positioneren ze één plaat correct per zijde en punten ze deze vast. Vervolgens plooiën we de tweede plaat telkens onder de eerste plaat zodat deze mooi vastzit en goed gepositioneerd is. Daarna worden de verstevigingsplaten telkens gepunt aan de constructie en aan elkaar. Na de controle werd alles volledig gelast (figuur 61). Om elke zijde correct te lassen moet de constructie telkens 90 graden worden gedraaid. Voor de stevigheid is het belangrijk dat je van langs boven horizontaal last.



Figuur 61: Lassen van verstevigingsplaten

Na het afkoelen halen we de vooraf aangepunte latten los van de flenshouder. Ter controle van de volledige lassamenstelling, wordt alles nog eens volledig nagemeten, de resultaten waren in orde. Op figuur 62 zie je het eindresultaat na het volledige lasproces van de staalconstructie.

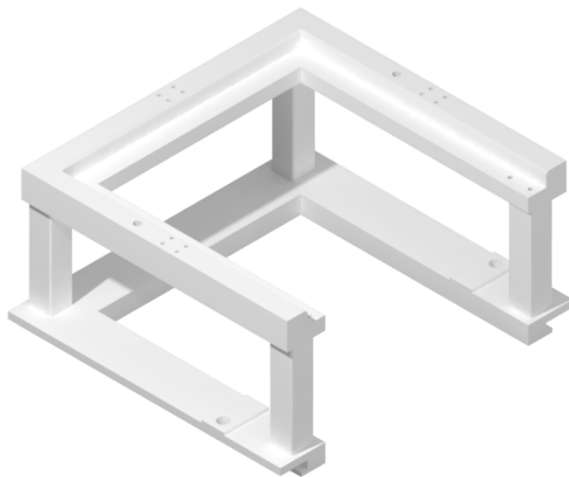


Figuur 62: Eindresultaat na lasproces

3.6.2 Aluminiumconstructie

In figuur 63 zie je het 3D-model van de aluminiumconstructie. Van elk (niet standaard) onderdeel is er een 2D-tekening gemaakt om deze op een correcte manier te produceren (bijlage 6). Er is ook telkens een samenstellingstekening, lassamenstelling en een afwerkingstekening gemaakt.

Voor de productie zou het makkelijker zijn dat er zo veel mogelijk onderdelen in het bedrijf gemaakt kunnen worden. Hieronder zie je de verschillende stappen, vertrekkend van een ruw materiaal tot het eindproduct.



Figuur 63: Aluminiumconstructie

3.6.2.1 Voorbewerkingen van onderdelen voor aluminiumconstructie

We zijn begonnen met de onderdelen op lengte te zagen. De buisprofielen worden direct op de gewenste lengte gezaagd, de aluminium flenshouderonderdelen op een overmaat en de drie onderdelen van de overbrenging ook. Daarna worden de zijden van de overbrenging en de aluminium flenshouder gefreesd. Hierbij zijn de hoeken van 45 graden ook gefreesd, deze bewerking is nauwkeuriger dan zagen. In figuur 64 de geproduceerde buizen.

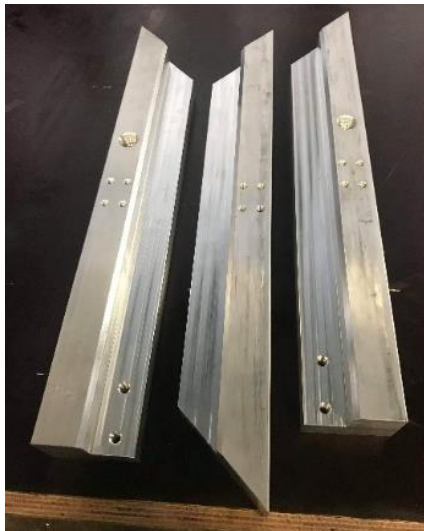


Figuur 64: Gezaagde stukken voor aluminiumconstructie

De onderdelen van de flenshouder en de overbrenging worden na het lassen nog eens nagefreesd om de evenwijdigheid te garanderen. Op figuur 65 zie je de opspanning van de drie onderdelen voor de flenshouder en in figuur 66 de onderdelen na de productie.



Figuur 65: Opspanning flenshouder aluminiumconstructie

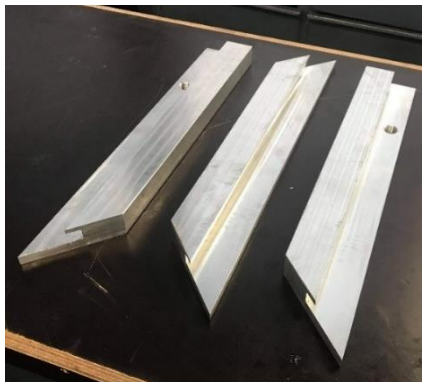


Figuur 66: Gefreesde aluminium flenshouderonderdelen

Op figuur 67 zie je de opspanning van de drie onderdelen voor de overbrenging en in figuur 68 zie je deze na de productie.



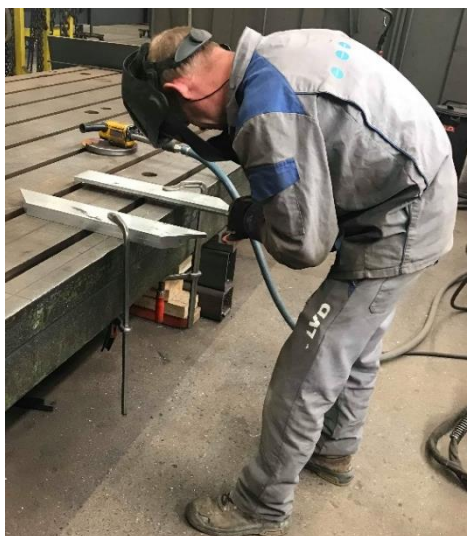
Figuur 67: Opspanning overbrenging aluminiumconstructie



Figuur 68: Gefreesde onderdelen voor de overbrenging

3.6.2.2 Lassen van aluminiumconstructie

Voor het lassen is het nodig om aan elk onderdeel een afschuining aan te brengen waar nodig is (figuur 69).



Figuur 69: Afschuining slijpen

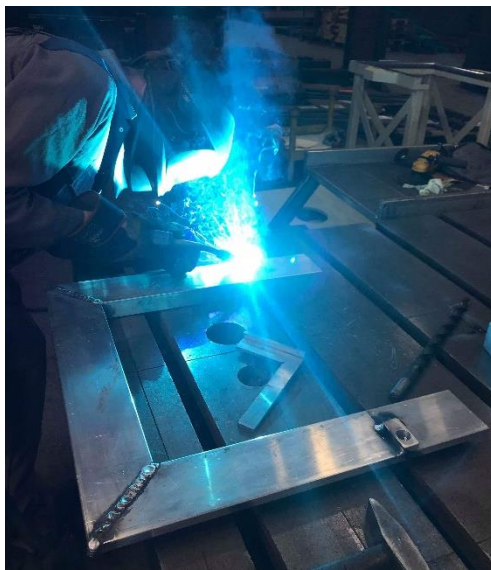
We zijn begonnen met de aluminiumoverbrenging aan elkaar te punten (figuur 70), vervolgens worden de functionele maten gecontroleerd en de aluminiumoverbrenging in de staalconstructie geplaatst, om te kijken of deze er makkelijk in past. De overbrenging werd gelast op een uitgelijnde tafel omdat dit mooi vlak zou gebeuren.



Figuur 70: Punten van aluminium overbrenging

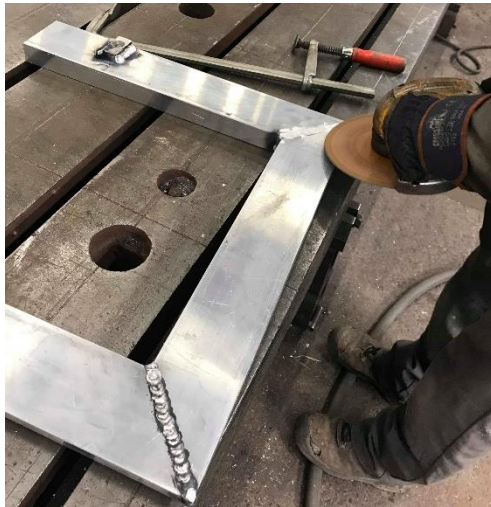
Als de overbrenging (met moeite) in de staalconstructie schuift, werd hij volledig gelast. De hoeken zijn niet in één keer volledig gelast, maar stapsgewijs omdat dit zo weinig mogelijk zou vervormen.

Je ziet op figuur 71 ook dat het verhoogje voor de positioneringspen wordt bevestigd. Dit gat tappen we achteraf door.



Figuur 71: Volledig lassen + verhoogje positioneringspen

Na het lassen werd de lasnaad mooi afgeslepen zoals in de figuur hieronder en achteraf gepolierd omdat de oppervlakte terug mooi vlak zou zijn.

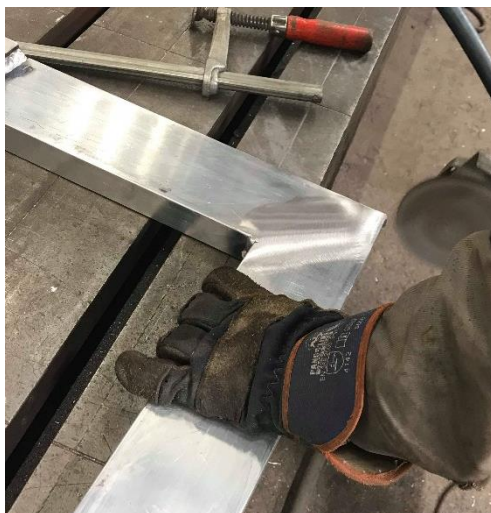


Figuur 72: Slijpen van lasnaad

Na het polieren wordt de overbrenging nog eens (met moeite) geplaatst op de staalconstructie om te controleren of deze niet te veel vervormd werd door het samenstellen. Als het kaliber achteraf wordt nabewerkt zal de overbrenging zonder problemen passen in de staalconstructie.

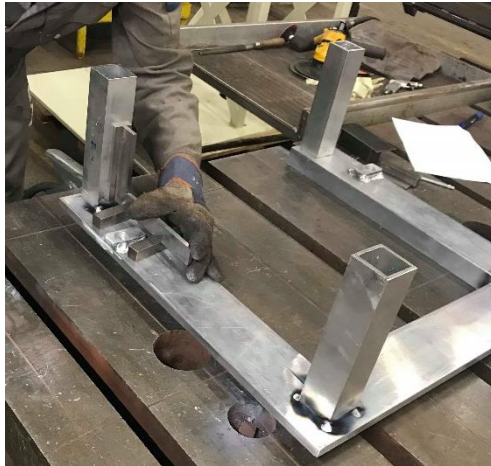
Als de overbrenging volledig afgewerkt is, assembleren we de stalen flenshouder. Dit gebeurt op dezelfde manier als het lassen van de overbrenging.

Als beide onderdelen gepolierd zijn, worden de buizen gepositioneerd. In figuur 73 zie je hoe de oppervlakte er uitziet na het polieren.



Figuur 73: Polieren van onderdelen

Zoals op de figuur hieronder worden de buizen correct (volgens de tekeningen in bijlage 6) gepositioneerd op de aluminiumoverbrenging. Als deze correct geplaatst zijn wordt de loodrechtheid geregeld door middel van een winkelhaak. Als de buizen niet haaks zijn regelen we dit door op de juiste plaats te punten met de lastoorts. Door de krimp van de puntlas trekt de buis zich recht.



Figuur 74: Buizen loodrecht positioneren

Als de vier buizen correct gepositioneerd zijn, wordt de aluminium flenshouder geplaatst op de constructie. Met behulp van een lat meet men of de hoogte aan elk hoekpunt even hoog is (figuur 75).

Als de hoogte afwijkt, worden er tussen de buis en de flenshouder dunne plaatjes geplaatst tot dat de hoogte van alle vier de hoeken correct zijn.



Figuur 75: Hoogte controleren

Vervolgens worden de buizen kruiselings gelast zodat de vervorming minimaal is. We meten nog eens alle functionele maten op, als deze correct zijn lassen we de volledige constructie.

Het is belangrijk dat de aluminiumconstructie telkens een kwart gedraaid wordt zodat je horizontaal naar beneden last, de las stevig genoeg is en een goede doorbranding hebt. Ten slotte polieren we nog eens de oppervlaktes die ruw zijn, het resultaat na het polieren zie je in figuur 76.



Figuur 76: Aluminiumconstructie na polieren

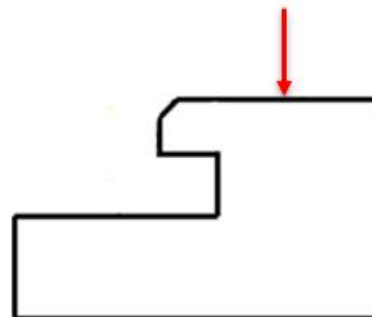
3.6.3 Nabewerking

Door te lassen zijn de constructies vervormd. Het is zeer belangrijk dat de vlakken waar je een flens kan inleggen evenwijdig lopen met elkaar en loodrecht staan op de hoonkop. Daardoor is het noodzakelijk om deze vlakken na te frezen.

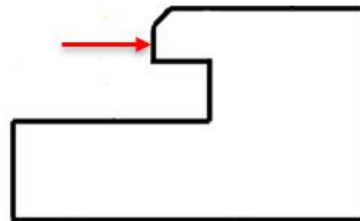
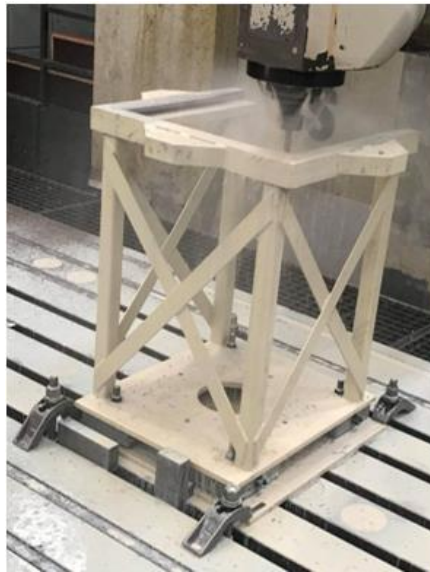
In figuur 77 wordt de eerste nabewerking afgebeeld, namelijk het draagvlak frezen (met een vlakfrees) waar de aluminiumconstructie opkomt te liggen. Hierdoor wordt het gewicht beter verspreid over de volledige constructie doordat de drie zijden van de flenshouder na het frezen in hetzelfde vlak liggen.



Figuur 77: Eerste nabewerking



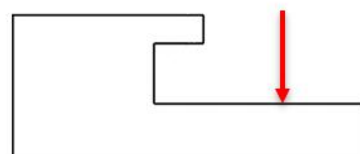
In de tweede nabewerking (figuur 78) wordt de binnenkant van de stalen flenshouder gefreesd. Het is belangrijk dat deze afmeting correct is doordat de aluminiumconstructie en de flenzen hierin moeten passen.



Figuur 78: Tweede nabewerking

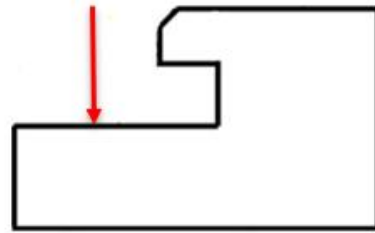
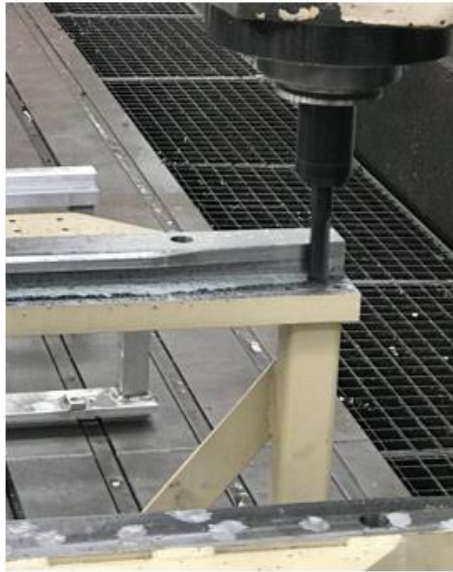
De derde nabewerking (figuur 79) is op de overbrenging van de aluminiumconstructie. Het vlak waar de overbrenging drukt op de staalconstructie frezen ze met een schrijffrees. Dit met dezelfde redenen als in nabewerking één, zodat het gewicht gelijkmatig verdeeld wordt over de volledige constructie en dat dit vlak evenwijdig zou loopt met het vlak waar het op neerkomt.

Om deze bewerking uit te voeren moet het aluminium frame op de staalconstructie geklemd zijn. Met behulp van regelbare tussenstukken staat de constructie mooi vlak, er wordt gecontroleerd met een pupytaster.



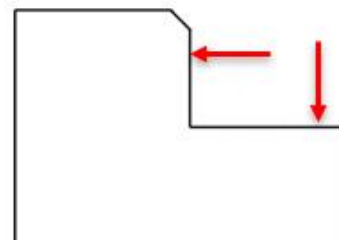
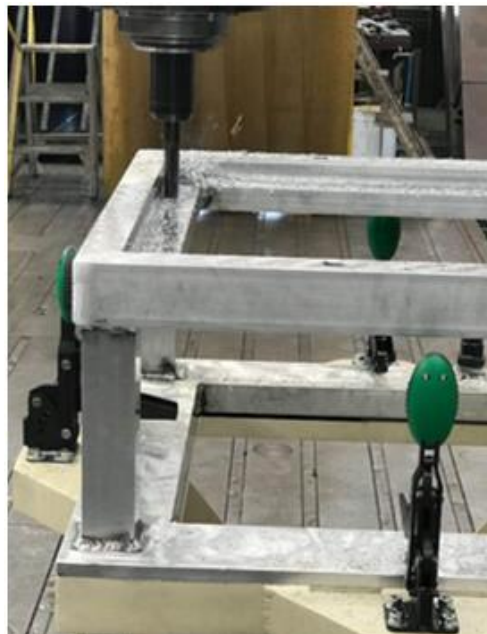
Figuur 79: Derde nabewerking

Nadat het vlak van de overbrenging bewerkt is, mag je deze wegnemen. Natuurlijk is het ook belangrijk dat het vlak waar de flens inkomt te liggen, ook nagefreesd wordt. Dit gebeurt in de vierde nabewerking (figuur 80).



Figuur 80: Vierde nabewerking

Eenmaal nabewerking vier voltooid is, moet je geen nabewerkingen meer doen aan de staalconstructie. Enkel de aluminium flenshouder moet nog nabewerkt worden. Voor deze bewerking wordt de volledige aluminiumconstructie geplaatst op het stalen frame en zet je deze vast met de drie klemmen die in het ontwerp zijn gebruikt. Vervolgens wordt de binnenzijde horizontaal en verticaal bewerkt (figuur 81).



Figuur 81: Vijfde nabewerking

Als alle verspanende nabewerkingen zijn gebeurd, is de constructie klaar om te gebruiken. Hij moet enkel nog worden geverfd. In figuur 82 zie je het uiteindelijke resultaat na het nabewerken.



Figuur 82: Resultaat na het nabewerken

3.7 Testen van het kaliber

Het opspankaliber werd onmiddellijk in het productieproces geïntegreerd. De opspantijd werd gemeten voor een vijftal cilinderblokken. Het opspannen verloopt nu veel korter, veiliger en makkelijker dan voordien.

Eerst plaatsten ze een flens op het cilinderblok, dit verliep probleemloos. Op figuur 83 zie je op welke manier ze het cilinderblok verplaatsen naar het kaliber.



Figuur 83: Verplaatsen van een cilinderblok

Hieronder zie je het cilinderblok geplaatst in het kaliber. De aluminiumconstructie plaatsen op de staalconstructie verliep vlot.



Figuur 84: Cilinderblok op nieuw kaliber

Door gebruik te maken van het nieuwe kaliber winnen we tijd. Voor het bedrijf is het een groot pluspunt dat de kwaliteit van de cilinderblokken nu minder afhankelijk is van de operator, doordat het kaliber nu slechts éénmalig pas gezet moet worden.

3.8 Werkinstructies

Na het testen van het opspankaliber werd een schema opgesteld met de verschillende instructies voor de operator. Omdat de operator Franstalig is, hebben we dit ook in het Frans opgesteld.

3.8.1 Nederlandse werkinstructies

Keuze verdiep:

De cilinderblokken met een lengte tot 800mm worden gehoond op het eerste verdiep. Wanneer het cilinderblok langer is, gebruik je het tweede verdiep.

Cilinderblok op kaliber:

1. Bevestig de flens op het cilinderblok met bouten (kies de flens volgens tonnage).
2. Draai de aanslagpunten in de overige gaten volledig tegen de flens.
3. Hef het cilinderblok (met de hefbrug) in het oliebad om stof en vuil te verwijderen.

4. Plaats het cilinderblok op het kaliber.
5. Wanneer de flens goed gepositioneerd is moeten de drie klemmen gesloten worden.
6. Na het honen worden de klemmen terug geopend.
7. Draai de aanslagpunten in het cilinderblok (tegen de flens).
8. Hef het cilinderblok (met de hefbrug) uit het kaliber.
9. Plaats het cilinderblok in het oliebad en verwijder de overgebleven spanen.
10. Haal het cilinderblok uit het oliebad en demonteer de flens.

Plaatsen tweede verdiep op kaliber:

1. Draai de aanslagpunten in de hefgaten van de aluminiumconstructie.
2. Hef het verdiep tot bij het kaliber en schuif deze (met de hefbrug) in de voorziene gleuf. Bedien de positioneringspen zodat deze in het voorziene gat klikt.
3. Verstel de klemmen van het kaliber zodat het verdiep geklemd kan worden.
4. Sluit de drie klemmen.

3.8.2 Franse werkinstructie

Étage de choix :

Les blocs-cylindres d'une longueur allant jusqu'à 800mm sont rôdés au premier étage. Quand le bloc cylindre est plus long, utilisez le deuxième étage.

Bloc-cylindres sur calibre :

1. Fixer la flasque au bloc-cylindre à l'aide de vis (choisir la flasque en fonction du tonnage).
2. Tourner les œillets de levage dans les trous restants à fond contre la flasque.
3. Levez le bloc cylindre (avec le pont) dans le bain d'huile pour éliminer la poussière et la saleté.
4. Placer le bloc-cylindres sur le calibre.
5. Quand la flasque est positionnée correctement, fermer les trois clames de serrage rapide.
6. Après le rodage, ouvrir les clames de serrage rapide.
7. Tourner les anneaux de levage dans le bloc-cylindre (contre la bride).
8. Levez le bloc-cylindre (avec le pont) hors du calibre.

9. Placer le bloc-cylindres dans le bain d'huile et le nettoyer pour éliminer les copeaux restants.
10. Retirer le bloc-cylindre du bain d'huile et démonter la flasque.

Placez le deuxième étage sur le calibre :

1. Visser les œillets de levage dans les trous de levage de la construction en aluminium.
2. Levez la rehausse au-dessus du calibre et glissez-la (avec le pont) dans la rainure prévue à cet effet. Actionner le doigt d'indexage de manière qu'elle s'enclenche dans le trou prévu à cet effet.
3. Régler les clames de serrage rapide du calibre de façon à pouvoir serrer la rehausse.
4. Fermez les trois clames de serrage rapide.

3.9 Kostprijs opspankaliber

Bij het berekenen van de kostprijs van het opspankaliber zijn we gestart met het optellen van de materiaalkost en kosten van de standaardonderdelen. Deze staan in tabel 8. In bijlage 1 kun je de offertes vinden.

Vervolgens werden de bewerkingskosten berekend. Om deze kosten te berekenen zijn de omsteltijd, de cyclustijd en het tarief nodig. In de tabel hieronder vind je de totale kost van het opspankaliber, de uitgebreide berekening vind je in bijlage 4.

Tabel 8: Kostprijs opspankaliber

Omschrijving	Prijs
Kostprijs branden/sableren/zagen	€ 518,80
Kostprijs frezen	€ 2 817,14
Kostprijs lassen	€ 630,99
Totale arbeidskost/machinekost	€ 3 966,93
Totale materiaalkost hoonkaliber	€ 5 417,88
Totale kost	€ 9 384,81

3.10 Terugverdiëntijd opspankaliber

Om de terugverdiëntijd te berekenen, zijn enkele tijdsmetingen uitgevoerd. Het hoonproces werd apart opgemeten voor volgende onderdelen:

- Flens bevestigen op cilinderblok
- Plaatsen van cilinderblok op kaliber
- Pas zetten van cilinderblok
- Klemmen van cilinderblok

We hebben de tijd van deze onderdelen gemeten voor het oude en het nieuwe kaliber. Hieruit berekenden we het verschil.

Met het verschil in tijd en de bedrijfskost per uur (€80,17) werd de winst berekend per cilinderblok.

Er worden 20 cilinderblokken gehoond per week. Uit de berekeningen met deze gegevens blijkt dat er 1173 cilinderblokken gehoond moet worden met het nieuw opspankaliber om deze terug te verdienen, dit komt overeen met ongeveer 59 werkweken. De berekeningen vind je terug in bijlage 5.

Algemeen besluit

De opdrachten waren het vernieuwen van de hoonstenen en het ontwerpen en realiseren van een opspankaliber. Hierbij merkten we drie belangrijke eisen op. Deze eisen zijn het gemak van de operator, de productiviteit verbeteren en een hogere nauwkeurigheid.

Wanneer we onze resultaten vergelijken met de vooropgestelde eisen kunnen we besluiten dat we op korte termijn hieraan voldoen. Na enkele metingen bekwamen we een tijdswinst van ongeveer één uur per cilinderblok (tijdswinst opspannen + honen). Daarnaast konden we vaststellen dat het opspannen makkelijker verloopt, aangezien de operator het cilinderblok niet meer hoeft uit te lijnen bij iedere opspanning. Om de resultaten op lange termijn te weten zullen de onderdelen langer in gebruik moeten worden genomen.

Het ontwerp van de hoonstenen werd voorlopig enkel op één type hoonkop toegepast, in de toekomst zien we de mogelijkheid om dit op alle types toe te passen.

Bibliografie

- AMF. (2018, Oktober 3). *Clamping elements for injection moulding*. Opgeroepen op maart 25, 2019, van Website AMF: <http://www.amf.de>
- Charpentier, F. (2012). *Handbook for the geometrical specification of products*. Parijs: Afnor sceren.
- Claeys, T., & Struyve, I. (2017). *Meettechniek (niet gepubliceerde syllabus)*. Kortrijk.
- De Clippeleer, W., & Wellekens, B. (2000). *Tabellenboek voor metaaltechniek*. Hamburg: Plantyn.
- Deckers, J., & Schellekens, R. (1992). *Verspaningstechnologie*. Groningen: Noordhoff.
- Dekeyser, A. (1980). *Elasticiteitsleer en sterkteleer*. Malle: De Sikkel n.v.
- NORELEM. (2019, Januari 1). *Toggle clamps vertical with flat foot and adjustable clamping...* Opgeroepen op maart 25, 2019, van NORELEM: <http://www.norelem.com>
- SHAKE-HAND. (2015, Januari 1). *Universal joints, steel/stainless steel, single or double*. Opgeroepen op maart 25, 2019, van Website SHAKE-HAND: <http://www.elesa-ganter.be>
- Snauwaert, F. (2015). *T Sterkteleer 1 deel 1 (niet gepubliceerde syllabus)*. Kortrijk: VIVES.
- Snauwaert, F. (2015). *Tabellen en formules in verband met mechanica en sterkteleer (niet gepubliceerde syllabus)*. Kortrijk: VIVES.
- Snauwaert, F. (2016). *T Sterkteleer 2 deel 2 (niet gepubliceerde syllabus)*. Kortrijk: VIVES.
- Snauwaert, F. (2016). *T Sterkteleer 2 deel 3 (niet gepubliceerde syllabus)*. Kortrijk: VIVES.
- Vanas engineering. (2014). *Lifting equipment*. Melsele: Vanas.

Bijlage 1: Offertes



PP-026039

SCHILTZ sa/nv
Rue Nestor Martinstraat 315
B-1082 BRUXELLES - BRUSSEL
Tel : +32.2.464.48.30
Fax : +32.2.464.48.39
E-mail : info@schiltz.be
Website : <http://www.schiltz.be>

LVD COMPANY N.V.
M NICK VERSCHOOT
Nijverheidslaan, 2
B-8560 GULLEGEM

OFFERTE

ONZE REFERENTIES :

Offertenummer : PP-026039
Versie : DOC-029640
Datum offerte : 18/03/19
Onze referentie : MACHINEVOET

UW REFERENTIES :

M NICK VERSCHOOT
Tel : +32.56.43.06.65
Fax : +32.56.43.25.15
E-mail : nvst@lvd.be;
: purchasing@lvd.be; gdcl@lvd.be; zhxu@lvd.be

UW CONTACTPERSOON :

Marianne BARBAIX
Tel : +32.2.464.48.33
Fax : +32.2.464.48.39
E- marianne.barbaix@schiltz.be
mail :

Betreft : Email : 18/03/2019

Documentnummer :

Mijnheer,

Wij danken u voor uw prijsaanvraag en hebben het genoegen u onze aanbieding te maken voor onderstaand materiaal :

Hoeveelheid	Eenheid	Artikelnummer	Omschrijving	Termijn	Prijs		Totaal
4,0	st	BST.PKA.04.3	Regelbare machinevoet type PKA 3800 daN	± 21 dagen.	152,60	- 7,00 %	567,67
Totaal verkopen							567,67
TOTAAL Ex BTW (€)							567,67

- Betalingstermijn : 90 dagen einde maand

Onze prijzen verstaan zich af Brussel, exclusief btw, port in factuur.

Levertermijn : ± 21 dagen

Onze offerte is geldig tot 30/04/2019

Wij staan tot uw beschikking voor eventuele verder informatie en hopen u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groeten,

Marianne BARBAIX

Elke aanvraag is gebonden aan onze algemene verkoopvoorwaarden die beschikbaar zijn op eenvoudige vraag.

BTW/TVA : BE 0430.367.224
RPR/RPM BRU
BTW/TVA :

ING : 310-0275345-48
IBAN : BE11 3100 2753 4548
BIC : BBRUBEBB

FORTIS : 210-0179300-96
KBC : 425-5169001-64

1 / 1

Hayen Laser Technology BVBA

Stippelstraat 53
3800 Zepperen
België

**Verkoop - Offerte****OK-190790**

Pagina 1 / 2

Documentdatum 9. april 2019
Klantrummer 100005
Betalingscondities 60 dagen einde maand
Verkoper Kristof Vandebos
BTW Nr. BE 0405.350.231

LVD Company nv
Nijverheidslaan 2
BE - 8560 Gullegem

Contact
Maurice Devolder

Nr.	Omschrijving	Aantal	Eenheid	Eenheidsprijs	Bedrag
MT01_05_FLENS_3 Materiaal: AlMg4.5 Dikte: 25	mt01_05_flens_3 	2	Stuk	173,466	346,93
MT01_05_FLENS_4 Materiaal: AlMg4.5 Dikte: 25	mt01_05_flens_4 	2	Stuk	167,034	334,07
MT01_05_FLENS_5 Materiaal: AlMg4.5 Dikte: 25	mt01_05_flens_5 	2	Stuk	186,354	372,71
MT01_05_FLENS_6 Materiaal: AlMg4.5 Dikte: 25	mt01_05_flens_6 	2	Stuk	177,474	354,95
MT01_05_FLENS_1 Materiaal: AlMg4.5 Dikte: 25	mt01_05_flens_1 	2	Stuk	165,822	331,64
MT01_05_FLENS_2 Materiaal: AlMg4.5 Dikte: 25	mt01_05_flens_2 	2	Stuk	173,364	346,73
Gesneden op de waterjet - inclusief de gaten					
Chamfer + gravering wordt door de frezer gedaan.					

Totaal EUR excl. btw	2.087,03
Btw-bedrag	438,28
Totaal EUR	2.525,31

T. +32 11 707077
F. +32 11 707078
E. info@hlt.eu

www.hlt.eu
RPR Hasselt
BTW: BE0880.661.515

FORTIS
KBC

IBAN BE38 0015 7603 4172
IBAN BE11 7330 3414 5848

BIC GEBABEBB
BIC KREDBEBB



ISO9001:2015 Certified Company



Ambachtenstraat 36
B-8870 Izegem
T 051 32 18 44
F 051 32 18 45
info@gdm-nv.be
www.gdm-nv.be



LVD COMPANY NV
Nijverheidslaan 2
B-8560 Gullegem

Offerte 010966

Izegem, 2/03/2019

Uw ref: **Prijsvraag van 27/02/19**

Geachte

Wij danken U voor de prijsvraag en bieden vrijblijvend volgend aan:

<u>Artikel</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Aantal</u>	<u>Eh.Prs</u>	<u>Bedrag</u>
	Klemstuk MT02-02	15 st	14,70	220,50
	Houder MT02-01	15 st	36,00	540,00
			Totaal	€760,50

Prijs geldig tem 29/03/19

Prijzen franco

Leveringstermijn af te spreken bij bestelling

Prijzen excl. BTW

Gelieve bij een eventuele bestelling de opgegeven prijzen en offertenummer te vermelden.
Bij gedeeltelijke bestelling behouden wij het recht eventueel de prijzen te herzien.
Nabehandelingen NIET inbegrepen tenzij anders vermeld.

In de hoop Uw bestelling te mogen noteren.

Met vriendelijke groeten

Kurt Geldhof

Algemene voorwaarden op aanvraag

KBC iban BE35 4676 1936 9137 bic KREDBEBB ? FORTIS iban BE31 0013 7153 7055 bic GEBABEBB ? BTW BE 0464.717.397 ? HR K 144.920

Eiland Sint-Helenastraat, 5 1070 Anderlecht
Tel +32(0)2 558 17 30 Fax : +32(0)2 555 11 50
e-mail : info@stimac.com * Web : www.otelo.be
T.V.A./B.T.W. : (BE) 0.406.136.327 * R.C.B./H.R.B. : 348.900
Fortis : BE91 2500 3489 0076 * KBC : BE72 4324 0102 4116 * KBC BRUSSELS : BE95 7360 3156 3258



Blad 1
Datum 18/03/19

OFFERTE OLB19/0581

L.V.D. COMPANY N.V. NIJVERHEIDSLAAN, 2

Uw referentie			
Datum	180319	KlantNr.	803
Vertegenwoordiger	B.V. VERSCHUERE JOHAN		
Opgemaakt door	Didier MALFROID		

BE-8560 GULLEGEM
T.a.v. : MEVR. JUSTINE DEVOS
BTW Nr BE BE 0405.350.231 Fax nr 056/432500
Tel. nr 056/430511

Artikelnummer	Artikelomschrijving	Hoeveelh.	Eenheidsprijs	%	Bedrag	Voorgesteld leverdatum	Vestiging
A700-0000	SNELSPANNER NORELEM 05908-008002	4,00	20,99		83,96		B-A1
A700-0000	SNELSPANNER NORELEM 05908-012002 LEVERTIJD: +/- 1 WEEK	4,00	34,16		136,64		B-A1

Bedrag exl.BTW	%	BTW	Bedrag exl.BTW	BTW	Munt	Einbedrag BTW inb.
220,60	21,00	46,33	220,60	46,33	EUR	266,93
					EUR	266,93

Betalingsvoorwaarden : 60 DAGEN EINDE MAAND
Leveringsvoorwaarden : Franko
Leveringsvoorschriften

De Goederen blijven eigendom van STIMAC N.V., totdat de factuur volledig voldaan is.
Wij leveren uitsluitend mits inachtname van onze algemene verkoopsvoorwaarden



Orderbevestiging

Orderbevestiging: OR19-01846

Datum: 04/06/2019

Leveringsdatum: 11/06/2019

Onze referentie: OF1900751

Uw referentie: 3000073892000132210-70945159900082484000

Casters-Landmeters bvba
 Bredastraat 151
 2060 Antwerpen
 Belgium
 Tel: +32 3 233 60 51
 Fax: +32 3 231 02 63
 E-mail: info@caslan.be
 Website: <http://www.caslan.be>

LVD Company
 Mevr. Justine Devos
 Nijverheidslaan 2
 8560 Gullegem
 Belgium
 056/43 08 05

Code	Artikel	Aantal	Prijs/Stuk	Bedrag
/999	DSR M16 L=57mm WLL : 1,6 t	2,00	130,70	261,40
/999	DSR M20 L=65mm WLL : 2,5 t	2,00	130,70	261,40
/999	DSR M24 L=73mm WLL : 4,4 t	2,00	223,10	446,20
K001	Keuring	1,00	40,00	40,00
Bedrag:				1.009,00 €

Bijlage 2: Datasheets



10/11/2017 N0784

2

FIJNE REGELBARE MACHINEVOET MET MACHINEVERBINDING

BST.PKA.04



Dit zijn onderlegstukken voor een, niveauregeling met grote precisie.

Ze worden gebruikt waar een vaste verbinding met de machine vereist is.

Speciaal geschikt voor machines met grote laterale kracht.

Het lichaam bestaat uit 3 delen uit grijs gelakt (RAL 7037) gietijzer.

Het middenstuk speelt de rol van "keg" en door de bediening van de laterale schroef verkrijgt men een regeling met een precisie van 0,01 mm.

Een zelfblokkerend systeem verhindert een ongewenste ontregeling door trillingen.

Het permanente contact tussen de buitenste keggen en de middenkeg garandeert een optimale stevigheid van de éénheid.

De isolatieplaat type BST bestaat uit een menging van nitrilrubber, kurkdeeltjes en polyestervezels.

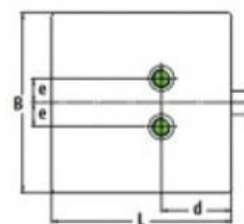
De voet is voorzien van 2 binnenschroefdraden en wordt geleverd zonder schoef.

Deze laatste moet door de gebruiker voorgezien worden.

Ref. BST.PKA.04... - dikte 15 mm met één enkel profielvlak.

Belangrijke antislip effect.

Voor kunststof- en metaal spuitmachines, hakmachines, machines voor koudvervorming.



Draagkracht (daN)	L x B	H*	d	e	Binnen-schroefdraad	Regeling	Ref.
1.200	115 x 115	60	50	24	M16	+3/-3	BST.PKA.04.1
2.000	150 x 150	61	58	23	M18	+4/-4	BST.PKA.04.2
3.800	200 x 200	63	76	27	M20	+4/-6	BST.PKA.04.3
3.800	200 x 200	87	76	27	M20	+4/-7	BST.PKA.04.3H
4.800	200 x 250	87	95	27	M20	+10/-7	BST.PKA.04.4
8.000	250 x 330	87	125	105	M24	+6/-10	BST.PKA.04.5
11.750	300 x 400	88	150	95	M24	+8/-12	BST.PKA.04.6
19.500	400 x 500	88	200	130	M24	+8/-14	BST.PKA.04.7
29.450	500 x 600	130	255	150	M30x2	+12/-15	BST.PKA.04.8

* = Uit RVS

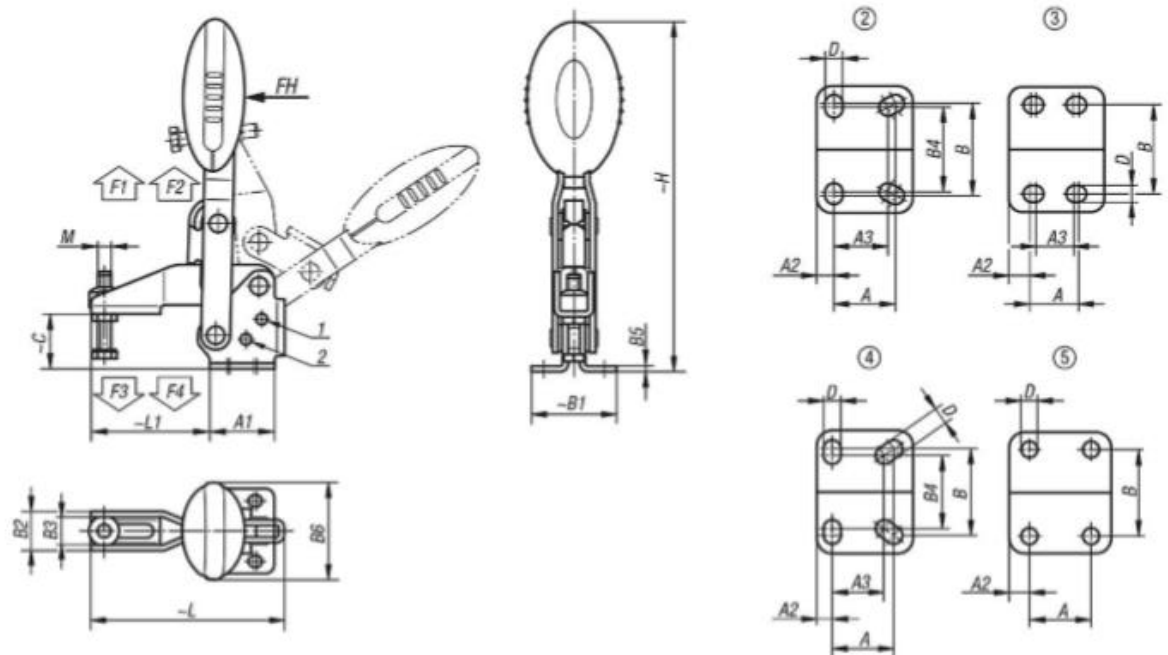
** = Grote hoogte voor verplaatsing met vorken

WWW.SCHILTZ-NORMS.BE

05908 Toggle clamps vertical with flat foot and adjustable clamping spindle

norelem

Drawings



Overview of Items

Order No.	Opening angle holding arm position 1	Opening angle holding arm position 2	Opening angle holding arm stop pin removed	Opening angle handle position 1	Opening angle handle position 2	Opening angle handle stop pin removed	Hand force FH N	Retaining force F1 N	Retaining force F2 N	Clamping force F3 N	Clamping force F4 N
05908-005002	100°	-	147°	64°	-	83°	100	750	1050	620	750
05908-006002	56°	83°	152°	46°	56°	83°	160	1350	1650	920	1050
05908-008002	13°	93°	158°	26°	61°	86°	190	2000	2800	940	1350
05908-010002	6°	97°	176°	19°	59°	91°	250	2500	4500	1500	2800
05908-012002	11°	88°	164°	24°	60°	91°	280	3000	5500	1400	2800

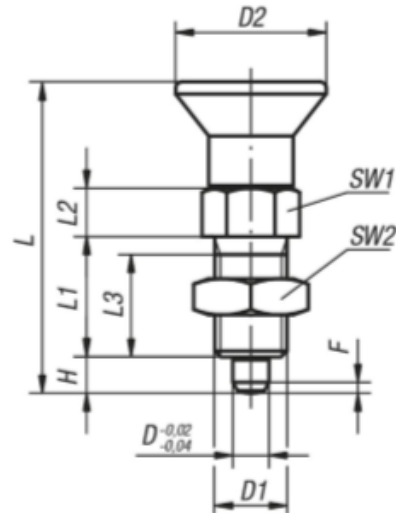
Order No.	hole arrangement	M	A	A1	A2	A3	B	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C	D	H	L	L1	Order No. Angle bracket
05908-005002	2	M5x25	16	25	4,5	14	24	33	13,2	9,2	22	2	22,5	18	4,5	107,4	65,6	35	05880-02
05908-006002	3	M6x35	14	29	7	12	27	38	17,5	12,5	-	2,5	43,5	24,9	5,5	156,3	86,5	53	05880-02
05908-008002	3	M8x45	21	39	9	19	32	45	20,6	15,6	-	2,5	41,5	32,7	6,8	184,2	107	62	05880-04
05908-010002	4	M10x55	32	50	8	27	45	64	25,5	18,5	38	3,5	47	38,7	9	223,9	153	95	05880-06
05908-012002	5	M12x70	32	53	10,5	-	45	63	28	21	-	3,5	47	46,7	8,8	242,4	173,5	113,5	05880-06

03089_B Indexing plungers, Form B



Drawings

Form B
non-lockout type
with locknut



Overview of Items

Alte Artikelnummer steel without locking slot	Alte Artikelnummer stainless steel without locking slot	Form	D	D1	D2	L	L1	L2	L3	H	SW1	SW2	Fx30°	Spring force initial pressure F1 approx. N	Spring force final pressure F2 approx. N
03089-2903	03089-02903	B	3	M6x0,75	14	31,5	12	5	10	3,5	8	10	0,8	4,5	10
-	03089-12903	B	3	M6x0,75	14	31,5	12	5	10	3,5	8	10	0,8	4,5	10
03089-2004	03089-02004	B	4	M8x1	18	38,5	15	6	13	4	10	13	1	6	12
-	03089-12004	B	4	M8x1	18	38,5	15	6	13	4	10	13	1	6	12
03089-2105	03089-02105	B	5	M10x1	21	43,5	17	7	15	5	13	17	1,3	5	12
-	03089-12105	B	5	M10x1	21	43,5	17	7	15	5	13	17	1,3	5	12
03089-2206	03089-02206	B	6	M12x1,5	25	51,7	20	8	17	6	14	19	1,8	6	14
-	03089-12206	B	6	M12x1,5	25	51,7	20	8	17	6	14	19	1,8	6	14
03089-2308	03089-02308	B	8	M16x1,5	33	68	26	10	23	8	19	24	2,3	15	35
-	03089-12308	B	8	M16x1,5	33	68	26	10	23	8	19	24	2,3	15	35
03089-2410	03089-02410	B	10	M20x1,5	33	74	28	12	25	10	22	30	2,8	15	34
-	03089-12410	B	10	M20x1,5	33	74	28	12	25	10	22	30	2,8	15	34
03089-2412	03089-02412	B	12	M20x1,5	33	78	28	14	25	12	22	30	2,8	15	39
-	03089-12412	B	12	M20x1,5	33	78	28	14	25	12	22	30	2,8	15	39
03089-2516	03089-02516	B	16	M24x2	40	96	32	18	28	16	27	36	3,2	20	46
-	03089-12516	B	16	M24x2	40	96	32	18	28	16	27	36	3,2	20	46

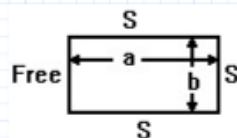
Bijlage 3: Berekeningen

Table 26 Formulas for maximum deflection and maximum stress in flat plates with straight boundaries and constant thickness

Case 2a

Rectangular plate, three edges simply supported, one edge (b) free; uniform load over entire plate

Rectangular plate, three edges simply supported, one edge (b) free



Notation file

Provides a description of Table 26 and the notation used.

**Enter dimensions,
properties and
loading:**

Plate dimensions:

length: $l := 530 \text{ mm}$

width: $w := 530 \text{ mm}$

Dimensions imposition:

length:

$a \equiv 490 \cdot \text{mm}$

width:

$b \equiv 450 \cdot \text{mm}$

thickness:

$t \equiv 25 \cdot \text{mm}$

Area

$A := l \cdot w = 0.281 \text{ m}^2$

Max mass

$m := 1000 \text{ kg}$

Max force

$F := m \cdot g = 9.807 \text{ kN}$

Uniformly distributed load:

$q := \frac{F}{A} = 34.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Modulus of elasticity:

$E \equiv 6.8 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

Poisson's ratio:

$\nu \equiv 0.22$

Calculation procedure:

For a plate material with ν approximately = 0.3, the maximum stress (σ) and deflection (y) are functions of α and β which are defined after these calculations.

$$\sigma_{max} = \frac{\beta \cdot q \cdot b^2}{t^2}$$

$$\sigma_{max} = 0.778 \frac{kN}{cm^2}$$

$$y_{max} = \frac{-\alpha \cdot q \cdot b^4}{E \cdot t^3}$$

$$y_{max} = -193.424 \mu m$$

Interpolate data values:

$$Table \equiv (READPRN("D02A.prn"))^T$$

$$(Table)^T = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.667 & 1 & 1.5 & 2 & 4 \\ 0.36 & 0.45 & 0.67 & 0.77 & 0.79 & 0.8 \\ 0.08 & 0.106 & 0.14 & 0.16 & 0.165 & 0.167 \end{bmatrix}$$

α and β are interpolated from the above data table.

$$\frac{a}{b} = 1.089$$

$$\alpha \equiv \text{linterp}\left(Table^{(0)}, Table^{(2)}, \frac{a}{b}\right)$$

$$\alpha = 0.144$$

$$\beta \equiv \text{linterp}\left(Table^{(0)}, Table^{(1)}, \frac{a}{b}\right)$$

$$\beta = 0.688$$

**Large deflection
condition check:**

Check to verify that the absolute value of the maximum deflection is less than one-half the plate thickness (an assumption stated in the notation file which must hold true):

$$\frac{t}{2} = 12.5 \text{ mm}$$

$$|y_{max}| = 0.193 \text{ mm}$$

If y_{max} is greater than $t/2$ (large deflection), the equations in this table are subject to large errors. For large deflections, use the equations provided in Table 26a. Read the Notation file for more specific information.

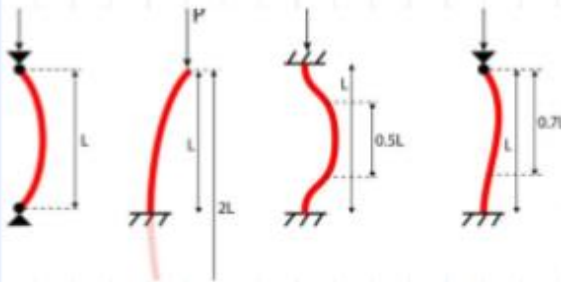
Table 26a**Notation file****References:**

Ref. 8. Wojtaszak, I. A.: Stress and Deflection of Rectangular Plates, *ASME Paper A-71, J. Appl. Mech.*, vol. 3, no. 2, 1936.


End of Section

Berekening buisprofiel

aantal buizen	$n := 4$
maximale massa	$m := 1000 \text{ kg}$
maximale kracht (totaal)	$F_t := m \cdot g = 9.807 \text{ kN}$
maximale kracht (per buis)	$F := \frac{F_t}{n} = 2.452 \text{ kN}$
lengte buisprofiel	$l := 780 \text{ mm}$
kniklengte (belastingsgeval 4 volgens Euler)	$l_k := l \cdot 0.5 = 390 \text{ mm}$



elasticiteitsmodulus	$E := 210 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$
veiligheidsfactor	$v := 20$
knikkracht	$F_k := F \cdot v = 49.033 \text{ kN}$

massatraagheidsmoment $I := F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_k^2} \xrightarrow{\text{solve, } I} 3598.3288748716341079 \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{mm}^2$

$I = (3.598 \cdot 10^3) \text{ mm}^4$ $w := 4 \text{ mm}$

Guess Values	$b := 50 \text{ mm}$	$h := 50 \text{ mm}$
Constraints	$I = \frac{b \cdot h^3 - ((b - (2 \cdot w)) (h - (2 \cdot w)))^3}{12}$	
	$b = h$	
Solver	$\text{find}(b, h) = \begin{bmatrix} 14.568 \\ 14.568 \end{bmatrix} \text{ mm}$	

Onze constructie mag niet bewegen tijdens het honen. Daarom verkiezen we om buizen van 50x50x4 te gebruiken.

Gegevens:

Eerste gemeten lengte

$$l_1 := 769.70 \text{ mm}$$

Tweede gemeten lengte

$$l_2 := 769.73 \text{ mm}$$

Derde gemeten lengte

$$l_3 := 769.84 \text{ mm}$$

Vierde gemeten lengte

$$l_4 := 769.73 \text{ mm}$$

Lengte van de zijden van het vierkant

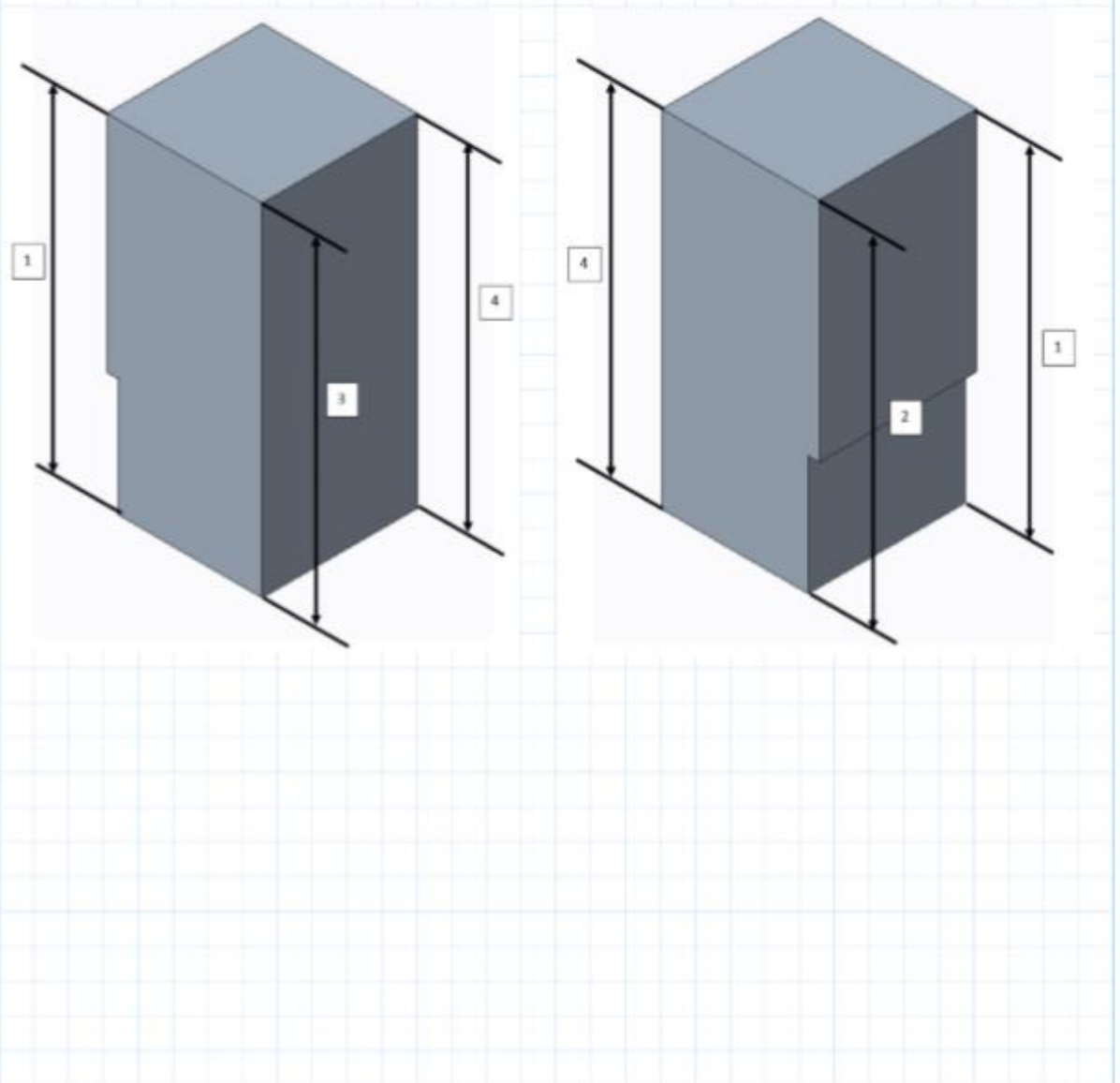
$$z := 350 \text{ mm}$$

De lengte van de diagonaal van het vierkant

$$x := \sqrt{z^2 + z^2} = 494.975 \text{ mm}$$

Te honen lengte

$$l_5 := 480 \text{ mm}$$



Berekenen van de hoek afwijkingen

De hoek θ is de afwijking tussen de lengtes 1 en 3:

$$\theta := \operatorname{atan}\left(\frac{l_3 - l_1}{z}\right) = 0.023 \text{ deg}$$

De hoek β is de afwijking tussen de lengtes 3 en 4:

$$\beta := \operatorname{atan}\left(\frac{l_3 - l_4}{z}\right) = 0.018 \text{ deg}$$

De hoek α is de afwijking tussende lengtes 2 en 3:

$$\alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{l_3 - l_2}{x}\right) = 0.013 \text{ deg}$$

Radiale afwijking

Maximale radiale afwijking van het gat (tussen 1 en 3):

$$r_1 := l_5 \cdot \tan(\theta) = 0.192 \text{ mm}$$

Controleberekening: toepassing in praktijk (met regel van drie)**Diagonaal d**

$$d := z \cdot \sqrt{2} = 494.975 \text{ mm}$$

Maximale afwijking r2

$$r_2 := (l_3 - l_1) \cdot \frac{l_5}{z} = 0.192 \text{ mm}$$

Besluit:

Als afwijken komen we 0.192 mm uit, de controleberekening bevestigt dit. Volgens ons lijkt dit ook een correcte uitkomst.

Drukkracht ruwen

Werkdruk	$P := 1.5 \text{ bar}$
Lengte hoonsteen	$l := 200 \text{ mm}$
Breedte hoonsteen	$b := 19 \text{ mm}$
Oppervlakte één hoonsteen	$A := l \cdot b = (3.8 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$
Totale oppervlakte (7 hoonstenen)	$A_{tot} := A \cdot 7 = (2.66 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$
Massa cilinderblok	$m := 800 \text{ kg}$
Wrijvingscoëfficiënt tussen 0 en 1 (theoretisch slechtste geval=1)	$\mu := 1$
Drukkracht stenen tegen wand	$F_{stenen} := P \cdot A_{tot} = 3.99 \text{ kN}$

Drukkracht finiseren

Werkdruk	$P := 1 \text{ bar}$
Lengte hoonsteen	$l := 200 \text{ mm}$
Breedte hoonsteen	$b := 19 \text{ mm}$
Oppervlakte één hoonsteen	$A := l \cdot b = (3.8 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$
Totale oppervlakte (7 hoonstenen)	$A_{tot} := A \cdot 7 = (2.66 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$
Massa cilinderblok	$m := 800 \text{ kg}$
Wrijvingscoëfficiënt tussen 0 en 1 (theoretisch slechtste geval=1)	$\mu := 1$
Drukkracht stenen tegen wand	$F_{stenen} := P \cdot A_{tot} = 2.66 \text{ kN}$

Bijlage 4: Kostenraming opspankaliber

Methode	Omschrijving	Omsteltijd (min)	Cyclustijd (min)	Tarief/uur	Kostprijs
Zagen	Onderdelen (zie zaaglijst)	30	90	€103,76	€207,52
Branden	Onderdelen	0	120	€103,76	€207,52
Sableren	Staalconstructie	0	60	€103,76	€103,76
	Kostprijs branden/sableren/zagen				€518,80
Frezen					
	Stalen onderdelen				
	Flenshouder zijkant L	75	64	€100,80	€233,52
	Flenshouder zijkant R	75	64	€100,80	€233,52
	Flenshouder achterzijde	45	54	€100,80	€166,32
	Onderplaat	50	90	€110,35	€257,48
	Aluminium onderdelen				
	Flenshouder 2 zijkant L	75	64	€100,80	€233,52
	Flenshouder 2 zijkant R	75	64	€100,80	€233,52
	Flenshouder 2 achterzijde	45	54	€100,80	€166,32
	Overbrugging zijkant L	55	64	€100,80	€199,92
	Overbrugging zijkant R	55	64	€100,80	€199,92
	Overbrugging achterzijde	40	54	€100,80	€157,92
	Nafrezen constructies	60	300	€122,53	€735,18
	Kostprijs frezen				€2817,14
Lassen					
	Staalconstructie	0	360	€70,11	€420,66
	Aluminium constructie	0	180	€70,11	€210,33
	Kostprijs lassen				€630,99
	Totale productiekost				€3966,93

Bijlage 5: Terugverdiëntijd

Deze berekeningen zijn per stuk (per cilinderblok)				
	Oude hoonstenen	Nieuwe hoonstenen	Verschil	
Hoortijd ruwen (in minuten)	40	25	15	
Wisseltijd van ruwen naar finiseren en omgekeerd (in minuten) (*1)	10	20	-10	
Hoortijd finiseren (in minuten)	45	15	30	
Tijdsduur lijmen (in minuten) (*2)	4	0	4	
Totaal (in minuten)	99	60	39	
Aantal cilinderblokken per week	20			
Bedrijfskost per uur	€ 80,17			
Kostprijs houders	€ 760,50			
Kost hoonstenen (7 stuks)	€ 512,96			
Kostprijs aanpassingen	€ 641,36			
Totale kostprijs	€ 1 914,82			
winst per stuk (cilinderblok)	€ 52,11			
winst per werkweek (20 cilinderblokken)	€ 1 042,21			
Terugverdiëntijd (in cilinderblokken)	37 Cilinderblokken			
Terugverdiëntijd (in weken)	2			
*1	Tijd lijmen per set	120 Minuten		
	Levensduur stenen	30 Cilinderblokken		
	tijd per stuk	4 Minuten		
*2	Oud	Ruwsteen ↔ schuurpapier	10 Minuten	
	Nieuw	Ruwsteen ↔ finiseersteen	10 Minuten	20 Minuten
		Finiseersteen ↔ ruwsteen	10 Minuten	

Deze berekeningen zijn per stuk (per cilinderblok)					
	Oud opspankaliber	Nieuw Opspankaliber	Verschil		
Flens bevestigen op cilinderblok (in minuten) (*1)	5	0	5		
Plaatsen van cilinderblok op kaliber (in minuten)	8	5	3		
Pas zetten van cilinderblok (in minuten)	14	0	14		
Klemmen van cilinderblok (in minuten)	3	1	2		
Totaal (in minuten)	30	6	24		
Aantal cilinderblokken per week	20				
Bedrijfskost per uur	€ 80,17				
Kostprijs Opspankaliber	€ 9 384,81				
winst per stuk (cilinderblok)	€ 8,00				
winst per werkweek (20 cilinderblokken)	€ 160,00				
Terugverdientijd (in cilinderblokken)	1 173	Cilinderblokken			
Terugverdientijd (in weken)	59				
*1	Oud	Bevestigen terwijl machine af ligt	5	Minuten	
	Nieuw	Beverstigen terwijl machine draait	0	Minuten	
Besluit: De terugverdientijd van ons opspankaliber is 59 weken.					

Bijlage 6: Technisch dossier

Deze bijlage wordt in een aparte map bijgevoegd.

Lijst met illustraties

Figuren

Figuur 1: Verticale hoonmachine	12
Figuur 2: Een cilinderblok	13
Figuur 3: PPEB-plooibank	13
Figuur 4: Oude hoonkop	14
Figuur 5: Vervangen stenen	14
Figuur 6: Poeder aanbrengen	15
Figuur 7: Nieuwe hoonsteen met positioneringspunten	15
Figuur 8: Vernieuwd hoongereedschap	16
Figuur 9: Geproduceerde hoonsteen	16
Figuur 10: Slijpen hoonstenen	16
Figuur 11: Positioneringsgaten vergroten	17
Figuur 12: Verkeerd geproduceerd stuk	17
Figuur 13: Plaatsen hoonstenen	19
Figuur 14: Klemstuk	21
Figuur 15: Houder	21
Figuur 16: Eisenpakket opspankaliber	23
Figuur 17: Eerste opspanning	24
Figuur 18: Tweede opspanning	24
Figuur 19: Laatste opspanning	25
Figuur 20: Opheffen via zwenkarm	25
Figuur 21: Klauwplaat	26
Figuur 22: Pas zetten van cilinderblok	26
Figuur 23: Bijregelen met vier bouten	26
Figuur 24: Hydraulisch opspannen	27
Figuur 25: Hoeksnelheid in functie van de hoekstand van een kruisgewricht	28
Figuur 26: Verschillende cases werking twee kruisgewrichten	29
Figuur 27: Meetmethode cilinderblok	30
Figuur 28: Gebruikte afmetingen cilinderblok	31

Figuur 29: Eerste voorstel	34
Figuur 30: Tweede voorstel	35
Figuur 31: Derde voorstel	36
Figuur 32: Vierde voorstel	36
Figuur 33: Vijfde voorstel	37
Figuur 34: Twee verdiepen	39
Figuur 35: Eerste ontwerp van de flenzen	42
Figuur 36: Uiteindelijk ontwerp flenzen	42
Figuur 37: Mogelijke axiale verschuivingen	43
Figuur 38: Positionering klemmen	44
Figuur 39: Gegevens klemgereedschap	45
Figuur 40: Klemhouder op staalconstructie	45
Figuur 41: Flenstegenhouder	46
Figuur 42: Positioneringspen in rusttoestand	46
Figuur 43: Positie positioneringspen	47
Figuur 44: Principe overbrengingsgleuf	47
Figuur 45: Afschuining voor inloop	48
Figuur 46: Afschuining	48
Figuur 47: Positionering verstevigingsplaten en bevestiging plexiplaten	49
Figuur 48: Helicoil	49
Figuur 49: Afvoergaten	50
Figuur 50: Gegevens regelbare machinevoet	51
Figuur 51: Bevestiging met T-moeren aan vlaktafel	51
Figuur 52: Staalconstructie	52
Figuur 53: Gezaagde en gefreesde stukken voor staalconstructie	53
Figuur 54: Bevestiging klemmen	53
Figuur 55: Onderplaat staalconstructie	54
Figuur 56: Polieren	54
Figuur 57: Samengestelde flenshouder met twee latten	55
Figuur 58: Buizen waterpas zetten	55
Figuur 59: Punten van flens aan buisconstructie	56

Figuur 60: Volledig lassen van de constructie	56
Figuur 61: Lassen van verstevigingsplaten	57
Figuur 62: Eindresultaat na lasproces	57
Figuur 63: Aluminiumconstructie	58
Figuur 64: Gezaagde stukken voor aluminiumconstructie	58
Figuur 65: Opspanning flenshouder aluminiumconstructie	59
Figuur 66: Gefreesde aluminium flenshouderonderdelen	59
Figuur 67: Opspanning overbrenging aluminiumconstructie	60
Figuur 68: Gefreesde onderdelen voor de overbrenging	60
Figuur 69: Afschuining slijpen	60
Figuur 70: Punten van aluminium overbrenging	61
Figuur 71: Volledig lassen + verhoogje positioneringspen	61
Figuur 72: Slijpen van lasnaad	62
Figuur 73: Polieren van onderdelen	62
Figuur 74: Buizen loodrecht positioneren	63
Figuur 75: Hoogte controleren	63
Figuur 76: Aluminiumconstructie na polieren	64
Figuur 77: Eerste nabewerking	64
Figuur 78: Tweede nabewerking	65
Figuur 79: Derde nabewerking	65
Figuur 80: Vierde nabewerking	66
Figuur 81: Vijfde nabewerking	66
Figuur 82: Resultaat na het nabewerken	67
Figuur 83: Verplaatsen van een cilinderblok	67
Figuur 84: Cilinderblok op nieuw kaliber	68

Tabellen

Tabel 1: Kostprijs hoonstenen	21
Tabel 2: Metingen voor evenwijdigheid	30
Tabel 3: Pareto-principe	33
Tabel 4: Vergelijkende tabel	38
Tabel 5: Cumulatieve waarde lengte cilinderblokken	39
Tabel 6: Materiaal onderstel	40
Tabel 7: Materiaal bovenstel	41
Tabel 8: Kostprijs opspankaliber	70