

Ontwerp van een pneumatische pers

Modulair ontwerp voor de productie van (kitesurf)boards.



DE HAAGSE HOGESCHOOL, VESTIGING DELFT

December 16, 2016

Opgesteld door: Huibert Eduard Pierre Winckers

Begeleider: dhr. L. Koeleman

Ontwerp van een pneumatische pers

Modulair ontwerp voor de productie van (kitesurf)boards.

Afstudeerder

Huibert Winckers

Studentnummer: 11079126

11079126@student.hhs.nl

Opdrachtgever/ bedrijfsbegeleider:

Lieuwe Boards

Florian van Rije

florian@lieuweboard.com

Afstudeerbegeleider HHS:

Dhr. L. Koeleman

l.j.m.koeleman@hhs.nl

Assessor HHS:

Dhr. D.E.T. Tiemens

d.e.t.tiemens@hhs.nl

Extern deskundige:

Dhr. Fontijne

Voorwoord

Deze afstudeerscriptie is het eindrapport van mijn afstudeerstage HBO-werktuigbouwkunde. Het project is tot stand gekomen in opdracht van Lieuwe Boards.

Ter afronding van de studie Werktuigbouwkunde deed ik een technisch onderzoek tijdens een interne stage van 17 weken. Het doel van de afstudeerstage was het aantonen van het kennisniveau en de verworven competenties tijdens de studie. De inhoud van het onderzoek en de gehanteerde werkwijze zijn omschreven in het eindrapport, de afstudeerscriptie.

De afstudeerscriptie is geschreven voor twee belanghebbenden: de opdrachtgever (Lieuwe Boards) en de onderwijsinstelling (De Haagse Hogeschool). Voor de opdrachtgever is de inhoud vooral informatief en adviserend, voor de onderwijsinstelling moet de inhoud het kennisniveau aantonen en de werkwijze tijdens het project omschrijven.

Graag spreek ik mijn woord van dank uit aan Lieuwe Boards die mij de gelegenheid en de ruimte hebben gegeven dit onderzoek uit te voeren. Daarnaast wil ik mijn begeleiders, dhr. Koeleman en dhr. Tiemens bedanken voor de feedback en het vertrouwen gedurende het proces. In het bijzonder wil ik Florian van Rije (Production and Development, Lieuwe Boards) bedanken voor de vrijheid en het vertrouwen in mijn werkzaamheden en de kritische blik op mijn onderzoek.

Rijswijk, december 2016

Inhoud

VOORWOORD	2
SAMENVATTING	7
VERKLARENDE WOORDENLIJST.....	8
SYMBOLENLIJST	9
1. INLEIDING.....	10
1.1 OPDRACHTOMSCHRIJVING	10
1.2 PROBLEEM- EN DOELSTELLING.....	10
1.2.1 PROBLEEMSTELLING	10
1.2.2 DOEL	10
1.2.3 AFBAKENING	10
1.3 HOOFD- EN DEELVRAGEN	11
2. PAKKET VAN EISEN EN WENSEN	11
2.1 VASTE EISEN	11
2.2 WENSEN	12
3. AANPAK	12
4. ORIËNTATIEFASE	13
4.1 WERKTEAM.....	13
4.2 GEBRUIKERS	13
4.3 TAAKVERDELING.....	13
5. ANALYSEFASE.....	14
5.1 TECHNISCH ONDERZOEK HUIDIGE MACHINE	14
5.1.1 WERKWIJZE	14
5.1.2 ONDERDELEN EN BEPERKINGEN	14
5.2 ONTWERPCRITERIA VERVOLG	18
5.3 BLIJVENDE OPLOSSINGEN	18
6. ONTWERPFASE	19
6.1 ONTWERPEN VAN HET FRAME	19
6.1.1 ONTWERPKEUZE LIGGERS.....	20
6.1.2 ONTWERPKEUZE WANGEN.....	21
6.2 ONTWERPEN PERSDEEL ONDER	22
6.2.1 CONSTRUCTIE-EISEN	22
6.2.2 BASISOPLOSSINGEN	22
6.2.3 ONTWERPKEUZE PERSDEEL ONDER.....	26
6.3 ONTWERPEN PERSDEEL BOVEN	26
6.3.1 CONSTRUCTIE-EISEN	26
6.3.2 ONTWERP PERSMECHANIEK.....	27
6.3.3 ONTWERP VERSTELBARE KROMMING.....	28
6.3.4 ONTWERP MET PRESS BLADDER	28
6.4 VOORLOPIG ONTWERP	30
6.4.1 KLEMMMECHANISME	31
6.4.2 LIFTMECHANISME EN EINDONTWERP	32
7. DETAILFASE.....	34
7.1 FEM-ANALYSE.....	34

7.1.1 STIJFHEID GEHELE CONSTRUCTIE	34
7.1.2 VERBREDEN CONSTRUCTIE	34
7.1.3 PIEKSPANNING STAANDERS	35
7.2 DETAILLERING ONTWERPFASE	35
7.2.1 ONTWERP VEERSTEUNEN	35
7.2.2 ONTWERP MONTAGE LIER	36
7.2.3 CONSTRUCTIE ONDERMAL	36
7.2.4 POSITIONERING BOVENDEEL	36
7.2.5 VERBINDINGEN	36
7.3 VEILIGHEIDSFACTOREN EN EINDANALYSE	36
7.3.1 HERBEREKENING EN VEILIGHEIDSFACTOREN	37
7.4 FEM-ANALYSE EINDONTWERP	38
8. RESULTATEN	39
8.1 DEFINITIEVE ONDERDELENLIJST	39
8.2 VOORLOPIGE BEGROTING	40
8.3 AFBEELDINGEN EINDONTWERP	41
9. CONCLUSIE	42
9.1 WAT ZIJN DE SPECIFICATIES EN KRITIEKE PUNTEN VAN DE HUIDIGE PERS?	42
9.2 HOE WORDT DE NIEUWE CONSTRUCTIE VORMGEGEVEN?	42
9.3 WELKE OPLOSSINGEN ZIJN ER EN WELKE VOLDOEN AAN DE GESTELDE EISEN EN WENSEN?	43
9.4 HOE FUNCTIONEERT HET EINDONTWERP?	45
9.5 HOE WORDT HET ONTWERP GEREALISEERD?	45
10. AANBEVELINGEN	46
10.1 AANBEVELING INHOUD	46
10.2 AANBEVELING VERVOLGPROJECT	46
11. EVALUATIE	47
11.1 METHODIEK EN WERKWIJZE	47
11.2 GEMAAKTE FOUTEN	47
11.3 TERUGBLIK	48
12. BRONNEN- EN LITERATUURLIJST	49
12.1 LITERATUURLIJST	49
12.2 BRONNENLIJST	49
13. BIJLAGEN	50
14. REFLECTIEVERSLAG	51
14.1 COMPETENTIEOVERZICHT VOORAFGAAND	51
14.2 COMPETENTIES NA HET AfstUDEREN	52
14.2.1 PROFESSIONALISEREN	52
14.2.2 ONTWERPEN	53
14.2.3 ADVISEREN	54

Figuur 1: frame, huidige boardpers	14
Figuur 2: persdeel boven, huidige boardpers	15
Figuur 3: persdeel onder, huidige boardpers	16
Figuur 4: liftmechaniek, huidige boardpers	17
Figuur 5: liftmechaniek, huidige boardpers 2.....	17
Figuur 7: constructie frame, nieuw ontwerp	19
Figuur 6: constructie frame, nieuw ontwerp	19
Figuur 8: horizontaal verstelbaar, breed.....	23
Figuur 9: horizontaal verstelbaar, smal	23
Figuur 10: verticaal verstelbaar, met kromming	23
Figuur 11: verticaal verstelbaar, vlak	23
Figuur 12: lineair wisselsysteem, inclusief persmal.....	25
Figuur 13: lineair wisselsysteem, klem en positionering.....	25
Figuur 14: ATL press bladder, bron 1	27
Figuur 15: (brandweer)slangen	27
Figuur 16: ontwerp met ATL bladder	28
Figuur 17: bovendeeel met bladder en kokers.....	29
Figuur 18: bovendeeel met warmtemat en persvlak	30
Figuur 19: pers, voorlopig ontwerp.....	30
Figuur 20: klemsysteem.....	31
Figuur 21: eindontwerp ontwerpfasen	33
Figuur 22: voorbeeld persdeel boven met veren.....	35
Figuur 23: FEM-analyse eindontwerp, 250MPa+ spanning.....	38
Figuur 24: FEM-analyse eindontwerp	38
Figuur 25: vervormingen eindontwerp	38
Figuur 26: spinnenweb competenties Werktuigbouwkunde.....	51
Tabel 1: technische specificaties frame.....	14
Tabel 2: onderdelen en functies persdeel boven	15
Tabel 3: onderdelen en functies persdeel onder	16
Tabel 4: specificaties liftmechaniek.....	17
Tabel 5: beperkingen boardpers	17
Tabel 6: eisen en wensen constructie	19
Tabel 7: resultaten keuzematrix liggers	20
Tabel 8: resultaten keuzematrix liggers 2	20
Tabel 9: resultaten keuzematrix dwarsbalken	21
Tabel 10: eisen en wensen persdeel onder	22
Tabel 11: basisoplossingen persdeel onder	22
Tabel 12: opties ondersteuning oppervlak	23
Tabel 13: oplossingen lineaire wisselsysteem.....	25
Tabel 14: keuzematrix lineaire wisselsysteem	25
Tabel 15: keuzematrix ontwerp persdeel onder	26
Tabel 16: eisen en wensen persdeel boven	27
Tabel 17: kokers voor verbreding persoppervlak	29

Tabel 18: herberekening massa bovendeel	30
Tabel 19: keuzematrix concepten klemmen	31
Tabel 20: afmetingen pennen	31
Tabel 21: keuzematrix concepten liftstelsel	32
Tabel 22: veiligheidsfactoren onderdelen	37
Tabel 23: onderdelenlijst pers.....	39
Tabel 24: voorlopige begroting pers	40
Tabel 25: figuren eindontwerp en werking	41

Samenvatting

Dit rapport is geschreven in opdracht van Lieuwe Boards en behandelt de interne afstudeeropdracht: “Het ontwerpen van een pneumatische pers voor de productie en ontwikkeling van (kitesurf)boards”.

Lieuwe Boards is een bedrijf gericht op de productie van kitesurfboards. Het merk groeit snel in populariteit, om aan de ambities en toekomstige groei te voldoen is het noodzakelijk een nieuwe persmachine te ontwikkelen. De persmachine wordt gebruikt om het eindproduct (een sandwich van glasvezel en epoxy met een houten kern), tot één geheel te persen en door het toevoegen van warmte in de gewenste vorm te laten uitharden.

Het doel van het project is het ontwerpen van een nieuwe persmachine welke beter functioneert en breder inzetbaar is dan de huidige machine. Voor het ontwerp zijn eerst grove richtlijnen opgesteld, daarna is de huidige machine volledig geanalyseerd en vervolgens is samen met de opdrachtgever een compleet pakket van eisen en wensen opgesteld. Het ontwerpen van de machine gebeurt in vier fasen, eerst wordt het frame ontworpen aan de hand van de verwachte belasting en ruimtelijke eisen. Daarna wordt het meest bepalende onderdeel ontworpen, het onderste persdeel. Het onderste persdeel bepaalt de vorm van het persvlak en de uitdaging is om een systeem te ontwerpen waarmee deze vorm kan worden aangepast. Na het onderste persdeel is de bovenkant aan de beurt, deze moet perfect aansluiten op de vorm van de onderkant en tevens de perskracht overbrengen. Het exact aansluiten van de boven- en onderkant is noodzakelijk om de druk op het werkstuk overal gelijk te krijgen, de perskracht moet pneumatisch worden opgewekt. Tot slot volgt het ontwerpen van een systeem om de persdelen te fixeren wanneer de machine aan staat en weer van elkaar te scheiden om het werkstuk te wisselen of onderhoud te plegen.

Het ontwerp van de nieuwe persmachine bestaat uit twee wangconstructies met vier lange I-profielen. De onderste profielen zitten vast aan de wangen en ondersteunen het onderste persdeel. De bovenste twee profielen ondersteunen het bovenste persdeel en worden met pennen in de constructie geklemd. De perskracht wordt overgebracht via een luchtzak welke bijna het gehele persoppervlak beslaat, de luchtzak wordt ondersteund door stalen kokers en een vlakke stalen plaat. Het onderste persdeel bestaat uit een dikke metalen plaat waar massieve mallen op geplaatst kunnen worden, deze mallen bepalen de vorm van het persvlak en zijn verwisselbaar. De mallen worden afgedekt door staalplaten en een warmtemat. Het bovendeel van de pers kan voor onderhoud, of het wisselen van de mallen, met een elektrische lier omhoog worden getakeld. Een uitgebreide toelichting op het ontwerpproces, inclusief afbeeldingen en functies van de onderdelen, zijn te vinden in dit rapport en bijlagen.

Dit rapport is het eindproduct van het afstudeeronderzoek en bevat het eindontwerp van de machine, inclusief een onderdelenlijst en globale begroting. Alle onderdelen zijn gecontroleerd op statische spanning met een veiligheidsfactor. Daarnaast zijn er verschillende FEM-analyses gemaakt van het eindontwerp. Het eindontwerp voldoet aan alle gestelde eisen en aan een groot deel van de wensen. Het project is nog niet compleet, het advies aan de opdrachtgever is om de machine te controleren volgens alle relevante Europese veiligheidsnormen. Daarna is de het ontwerp gereed en kunnen bouwtekeningen en instructies voor de productie gemaakt worden.

Verklarende woordenlijst

<i>Bladder:</i>	De technische benaming voor een luchtzak of ballon die onder druk kan worden gezet.
<i>CAD:</i>	“Computer-aided design” computergestuurd ontwerpen.
<i>CNC:</i>	“Computer Numerical Control”, een computergestuurde regeling voor machines.
<i>FEM-analyse:</i>	“Finite Elements Method/ Eindige Elementen Methode”. Een digitale toepassing waarmee door middel van een verfijnd verplaatsingsveld de interne spanning en verplaatsing nauwkeurig kan worden bepaald.
<i>ISO:</i>	“Internationale Organisatie voor Standaardisatie” een internationale samenwerking welke normen vaststelt, de zogenaamde ISO-normen.
<i>Kite:</i>	De vlieger die de kitesurfer gebruikt als voortstuwing.
<i>Kitesurf(en):</i>	Een watersport waarbij een persoon zich op een plank, zogenaamd “kitesurfboard” of “kiteboard” voortgetrokken door een “kite” over het water verplaatst. Een persoon die deze sport beoefent wordt een “kitesurfer” genoemd.
<i>Kitesurfboard:</i>	Een plank waar een “kitesurfer” met zijn voeten op staat en zich mee door het water verplaatst.
<i>Liftmechaniek:</i>	Het systeem dat gebruikt wordt om de persvlakken van elkaar te scheiden in verticale richting.
<i>Modulair:</i>	Opgebouwd uit verschillende aanpasbare modules/ onderdelen.
<i>Persdeel:</i>	Een benaming voor het onderdeel van de persmachine waar het werkvlak door wordt gevormd.
<i>Persvlak:</i>	Het oppervlak van de persmachine waar het werkstuk mee in contact komt.
<i>PLC:</i>	“Programmable Logic Controller/ Programmeerbare Logische Eenheid” een elektronische toepassing waarmee verschillende apparaten of schakelingen kunnen worden geprogrammeerd, aangestuurd en gemonitord.
<i>Pneumatisch:</i>	Het overbrengen van kracht of beweging met behulp van luchtdruk.
<i>Stakeholder:</i>	Een belanghebbend persoon of gebruiker van het project.
<i>Subdeel</i>	Benaming voor een groep samenhangende onderdelen.
<i>Wangen:</i>	De raamvormige constructie die de grote onderdelen van de persmachine bij elkaar houdt.

Symbolenlijst

Symbool:	Betekenis:	Eenheid:
°	Graden van een cirkel	Numeriek 0-360
°C	Graden Celsius	Temperatuuraanduiding
kN	Kilo newton	1000N (Newton)
MPa	Megapascal	N/mm ²
N	Newton	Druk per oppervlak of massa* valversnelling (g)

1. Inleiding

Lieuwe Boards (Lieuwe) is een Nederlands ontwikkel- en productiebedrijf gevestigd in Rijswijk. Lieuwe Boards richt zich voornamelijk op het produceren en ontwikkelen van “kitesurfboards”. Kitesurfboards zijn planken waarmee kitesurfers zich, voortgetrokken door een vlieger, over het water verplaatsen. Kitesurfen is een sport ontstaan in 1993 en heeft sinds 2000 een grote vlucht genomen. Het aantal kitesurfers neemt nog steeds toe en er is sprake van een groeiemarkt voor kitesurf materialen.

Grofweg bestaat een kitesurfboard uit een verstevigde houten kern met kunststof randen. Eerst wordt de kern van kunststof randen voorzien, daarna wordt aan de boven- en onderkant glasvezel en lijm aangebracht. Vervolgens wordt het geheel tussen 2 vellen hard kunststof geplaatst, deze beschermen het board tegen slijtage en invloed van de elementen. Tot slot wordt het board in een mal geplaatst en onder hogedruk en temperatuur tot één gekromd geheel geperst waarbij tevens de noodzakelijke bevestigingspunten worden verankerd in het board.

1.1 Opdrachtomschrijving

“Het ontwerpen van een pneumatische pers voor de productie en ontwikkeling van (kitesurf)boards”. De opdrachtgever, Lieuwe Boards, heeft een eigen productielijn in een fabriekshal in Rijswijk. Om te kunnen voldoen aan de ambities voor de toekomst moet er een nieuwe pneumatische pers worden ontwikkeld. Het nieuwe ontwerp moet voldoen aan de door Lieuwe Boards gestelde eisen (paragraaf 2.1) en waar mogelijk voldoen aan de gestelde wensen (paragraaf 2.2).

1.2 Probleem- en doelstelling

De vraag naar een nieuw ontwerp is ontstaan vanuit de ontwikkelingen in het interne productieproces van Lieuwe Boards. De huidige opstelling beperkt de mogelijkheden voor de toekomst vanwege de afmetingen en onderdelen in de constructie (hoofdstuk 5). Omdat de machine geen standaard onderdelen bevat ligt bij falen het productieproces enkele weken stil.

1.2.1 Probleemstelling

De mogelijkheid om verschillende vormen en afmetingen pneumatisch te persen. Hierbij mogen geen drukvariëaties in het persvlak optreden, dit veroorzaakt luchtinsluitingen. Voor de uitharding en hechting in het product moet het persvlak op temperatuur kunnen worden gebracht en gehouden. Daarnaast moeten de persvlakken dagelijks worden schoongemaakt en verwisseld kunnen worden. Om nieuwe producten te ontwikkelen moet de vorm van het persvlak aangepast kunnen worden zonder de functionaliteit negatief te beïnvloeden.

1.2.2 Doel

Het ontwerpen van een eenvoudige stijve en doorberekende constructie welke voldoet aan alle gestelde eisen. Daarbij het onderzoeken van verschillende oplossingen om de twee persvlakken te scheiden, de vorm van de persvlakken aan te passen en het risico op druk en temperatuurvariëaties te verkleinen. Uiteindelijk een technisch ontwerp opleveren dat voldoet aan de gestelde eisen en waarbij de wensen van Lieuwe Boards zo goed mogelijk worden vervuld.

1.2.3 Afbakening

Als voorbeeld mag de constructie van de huidige machine worden gebruikt, belangrijk is wel dat de technische specificaties van deze machine niet volledig bekend zijn en eerst moeten worden onderzocht.

De constructie moet worden berekend op statische belasting volgens de principes van sterkteleer en worden gecontroleerd op kwaliteit en betrouwbaarheid door middel van FEM-analyses. De constructie wordt getekend en geanalyseerd in Autodesk Fusion 360.

Het project omvat het technisch ontwerp inclusief het keuzeproces van de vrij in te vullen onderdelen. Aan het einde van de afstudeerperiode moet een eindontwerp inclusief onderdelen lijst en technische specificaties worden opgeleverd.

1.3 Hoofd- en deelvragen

Hoofdvraag

Wat is een ontwerp van een modulaire pneumatische pers voor de productie van (kitesurf)boards, dat voldoet aan de eisen en wensen van Lieuwe?

Deelvragen

- Wat zijn de specificaties en beperkingen van de huidige pers?
- Welke oplossingen zijn er en welke voldoen aan de gestelde eisen en wensen?
- Hoe wordt de nieuwe constructie vormgegeven?
- Wat is het eindontwerp en hoe functioneert het?
- Hoe wordt het ontwerp gerealiseerd?
- Wat zijn de aanbevelingen en vervolgstappen?

2. Pakket van eisen en wensen

In samenwerking met Lieuwe Boards zijn de volgende eisen en wensen opgesteld voor het project. Enkele eisen volgen rechtstreeks uit het huidige ontwerp, een aantal andere eisen vormen een uitdaging bij het nieuwe ontwerp.

2.1 Vaste eisen

- Minimale afmetingen van het persvlak: 1700x700mm;
- Homogene drukverdeling over het persvlak;
- Pneumatische persmechaniek;
- Minimale totale perskracht 375kN;
- Instelbare temperatuur van het persvlak: 30 tot 150°C;
- Minimale openingsafstand persvlakken: 300mm;
- Kromming in het persvlak -10° tot 10°;
- Maximale doorbuiging in lengterichting: 2mm;
- Geen plastische vervorming bij normale werklust: 400kN;
- Zelfstandig te monteren.

Toelichting: het persvlak omschrijft het oppervlak wat onder druk komt te staan. Met “homogene drukverdeling” wordt bedoeld dat de druk op elke positie in het persvlak gelijk moet zijn. De openingsafstand is de afstand tussen de 2 persdelen als de machine maximaal geopend wordt.

De kromming in het persvlak is niet te omschrijven in een radius of hoek, aangezien dit een hele flauwe niet constante kromming is. De genoemde hoek is een eis voor de raaklijn tussen het hoogste en het laagste gedeelte.

Zelfstandig monteren houdt in dat het ontwerp uit losse onderdelen bestaat welke in eigen werkplaats geconstrueerd kunnen worden.

2.2 Wensen

- Modulaire kromming van het persvlak;
- Perskracht tot 500kN;
- Openingsafstand van de persvlakken tot 500mm;
- Wisselsysteem voor de werkstukken;
- PLC programmeerbaar;
- Eenvoud;
- Laag storingsrisico.

Toelichting: modulaire kromming van het persvlak omschrijft de mogelijkheid om de vorm van de persdelen aan te passen, bijvoorbeeld van een vlakke plaat naar een lichte kromming.

Het wisselsysteem voor de werkstukken moet ervoor zorgen dat de werkstukken vloeiend in en uit de pers kunnen worden geladen.

Eenvoud is een wens die vooral slaat op het gebruik van standaard onderdelen.

Laag storingsrisico is een wens die moet voorkomen dat de machine veel kwetsbare onderdelen bevat of onderdelen die vaak moeten worden onderhouden. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met lijfstromen die tijdens het persen uit het werkstuk worden gedrukt en op de onderdelen van de pers terecht kunnen komen.

3. Aanpak

Met de kennis uit de opleiding Werktuigbouwkunde, ondersteund door de werken “Ontwerpen van technologische innovaties”, (Souren 2012) en “Industriële productie”, (Kals 2007) is in overleg met Lieuwe Boards de volgende stapsgewijze aanpak gekozen.

Voor het ontwerpproces wordt gebruik gemaakt van de vier fasen uit het boek (Souren, 2012) namelijk: Oriëntatiefase, Analysefase, Ontwerpfase en Detailfase. Omdat het uiteindelijke ontwerp veel oplossingen en onderdelen bevat die invloed op elkaar zullen hebben wordt het ontwerp in vier grove delen opgesplitst. Het is aan de ontwerper om te kiezen voor een geschikte volgorde van de te ontwerpen delen. Het splitsen van het ontwerp moet zorgen voor meer tempo in het proces, en daarnaast zorgen voor een beter functionerend en gedetailleerder eindresultaat.

Eerst vindt de verdieping in het onderwerp plaats door middel van de oriëntatie- en analysefase. De gebruikers en stakeholders worden in kaart gebracht en de huidige machine wordt tot in detail onderzocht. Daarna zullen de aanpak en de specificaties voor de ontwerpfase worden vastgesteld en volgt het ontwerp per onderdeel.

Tot slot wordt het ontwerp getoetst aan de gestelde eisen en wensen in de detailfase, de laatste wijzigingen kunnen worden aangebracht waar nodig. Het eindproduct is een 3d ontwerp in Autodesk Fusion inclusief onderdelenlijst en een voorlopige begroting.

Tijdens het ontwerpen wordt vooral gebruik gemaakt van de 3d tekensoftware, Autodesk Fusion 360 en het boek “Sterkteleer” (Hibbeler, 2006).

4. Oriëntatiefase

De oriëntatiefase geeft een overzicht van de stakeholders tijdens het project. Verder worden de eindgebruikers geïntroduceerd en volgt een taakverdeling.

4.1 Werkteam

Het werkteam van Lieuwe bestaat uit drie personen, met drie kerntaken/verdelingen:

- Marketing & Sales: Rik Haenen
- Production and Development: Florian van Rije
- Apparel: Roel de Weers

Van dit team richten Florian en Rik zich vooral op productie. Florian draagt hoofdverantwoordelijkheid over het waarborgen van de kwaliteit en het verbeteren van het product. Voor de afstudeeropdracht is Florian dus de belangrijkste interne schakel.

4.2 Gebruikers

De nieuwe machine zal in gebruik worden genomen voor zowel productie als onderzoek en moet dus door kundige en minder kundige werknemers gebruikt kunnen worden.

Stakeholder, constructeur

De constructeur is de persoon die de machine zal assembleren, iets wat in dit geval eenmalig zal zijn. De constructeur heeft dus vooral belangen bij de produceerbaarheid en de gekozen onderdelen, onderstaand een lijst met aandachtspunten voor de constructeur:

- Overzichtelijk en duidelijk CAD-ontwerp en tekeningen.
- Gebruik van standaard ISO-maten, toleranties en markeringen.
- Duidelijke assemblage volgorde.
- Verkrijgbaarheid van de benodigde onderdelen en hun eisen.
- Belastingen en veiligheidsmarges.

Kundige gebruiker, onderzoeker

De kundige gebruiker van de machine houdt zich bezig met onderzoek en ontwikkeling, in de huidige opzet is dat Florian. Deze gebruiker heeft de behoefte aan vrije bediening van de machine zonder beperkingen. Deze gebruiker moet in staat zijn de gevaren en fouten zelf in te schatten om veilig gebruik te garanderen.

Onkundige gebruiker, werknemer

De onkundige gebruiker is bijvoorbeeld een productiewerknemer zonder achtergrond in de machinebouw/ techniek. Voor deze gebruiker is vooral bedieningsgemak en veiligheid belangrijk. Om ongevallen, schade en fouten in de productie te voorkomen moet het gebruik van de machine vanzelfsprekend zijn.

4.3 Taakverdeling

De verantwoordelijkheid van het project ligt bij de afstudeerder, eens per week is er een officiële meeting met het gehele werkteam. In deze meeting wordt de voortgang van het project besproken en worden de nieuwe doelen voor de week vastgesteld. De afstudeerder heeft in praktijk nauw contact met Florian, die kritisch zal zijn op het proces waar nodig.

5. Analysefase

Tijdens de analysefase wordt onderzoek gedaan naar het probleem en worden verschillende oplossingen aangedragen. Daarna worden specifieke functies en criteria opgesteld voor het ontwerp. Uit de analysefase volgt de definitieve probleemstelling en de basis voor de ontwerpcriteria.

5.1 Technisch onderzoek huidige machine

De huidige machine functioneert momenteel nog en bevat al (deel)oplossingen van het probleem. Daarnaast komen een aantal aspecten van het probleem en de wensen juist voort uit het gebruik van de huidige machine. Om het probleem beter inzichtelijk te krijgen en de huidige (deel)oplossingen te beoordelen, wordt de huidige machine technisch onderzocht.

5.1.1 Werkwijze

De huidige boardpers is gebaseerd op een eerste ontwerp van Lieuwe Boards, en is in de loop der tijd verbeterd en aangepast om het gebruiksgemak en het productieresultaat te verbeteren.

Om de boardpers technisch te kunnen beoordelen en de functies en beperkingen in kaart te brengen, worden de onderdelen van de machine in Autodesk Fusion getekend. Het ontwerp wordt vervolgens digitaal nagemaakt zodat alle details en beperkingen inzichtelijk zijn.

5.1.2 Onderdelen en beperkingen

De boardpers is opgedeeld in vier subdelen, het ontwerp en de samenstelling van deze subdelen zijn van grote invloed op de mogelijkheden en beperkingen van de machine. Per subdeel is aangegeven hoe deze is opgebouwd en wat de functionaliteit is van de gebruikte onderdelen. Uitgebreide detaillering en illustraties zijn te vinden in bijlage I.

5.1.2.1 Het frame

De basis van boardpers bestaat uit vier I-profielen welke aan de uiteinden door stalen wang-constructies bij elkaar worden gehouden. Het frame heeft twee hoofdfuncties, namelijk: het opvangen van de krachten van het persmechanisme en het insluiten van de persdelen.



FIGUUR 1: FRAME, HUIDIGE BOARDPERS

Lengte x breedte x hoogte (totaal)	1800 x 370 x 870
Maximale doorbuiging	6.9mm (lengterichting)
Maximale spanning	482MPa (trekspanning wangen)

TABEL 1: TECHNISCHE SPECIFICATIES FRAME

Figuur 1 geeft de opbouw en onderdelen van het frame weer. De I-profielen bovenin hangen los tussen de wangen, hier is het bewegende persdeel aan bevestigd. De overige delen zijn met lasverbindingen gekoppeld. De I-profielen bieden vooral weerstand tegen buiging zodat de persvlakken niet vervormen bij gebruik.

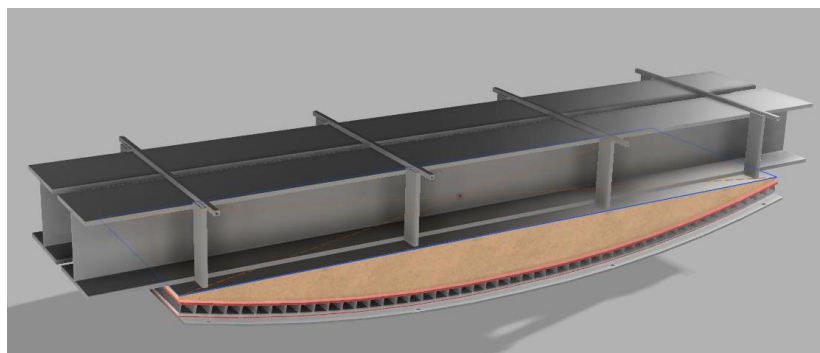
De technische specificaties zijn afgeleid met behulp van vergeet me nietjes voor standaard profielen. De kracht in het systeem is gebaseerd op de belasting die ontstaat bij het persen op 7 bar, de maximaal haalbare druk in het systeem. Tijdens normale productie wordt er niet meer druk gebruikt dan 5 bar, waardoor de doorbuiging en spanning met ongeveer 30% afnemen. Voor uitgebreide gegevens, zie bijlage I.1.

5.1.2.2 Persdeel boven

Het “persdeel boven” is bevestigd aan de twee los hangende I-profielen en bevat onder andere de persslangen die het systeem op druk zetten. Dit subdeel van de pers heeft drie hoofdfuncties:

- Omzetten van de pneumatische druk naar perskracht in het systeem;
- Warmte toevoegen aan het persvlak;
- Creeëren van het kromme vlak.

Figuur 2 is een weergave uit Autodesk van het nagetekende “persdeel boven”.



FIGUUR 2: PERSDEEL BOVEN, HUIDIGE BOARDPERS

Het subdeel bevat de volgende onderdelen, uitgebreide technische specificaties zijn te vinden in bijlage I.2:

TABEL 2: ONDERDELEN EN FUNCTIES PERSDEEL BOVEN

Onderdeel	Toelichting/ functie
MDF persvorm	Basisvorm van het persvlak
Drukslangen	Overbrengen pneumatische druk
Trespa plaat	Hard en glad oppervlak
Staalplaten	Bescherming en warmteoverdracht
Kokers	Voorkomen van vervormingen
Warmtemat	Verwarmen van het persvlak
Veersteunen	Bevestigingspunt veren
Veren (niet afgebeeld)	Inklemmen losse delen

5.1.2.3 Persdeel onder

Het “persdeel onder” is de constructie die op de twee vaste I-profielen ligt, dit subdeel vervult twee functies:

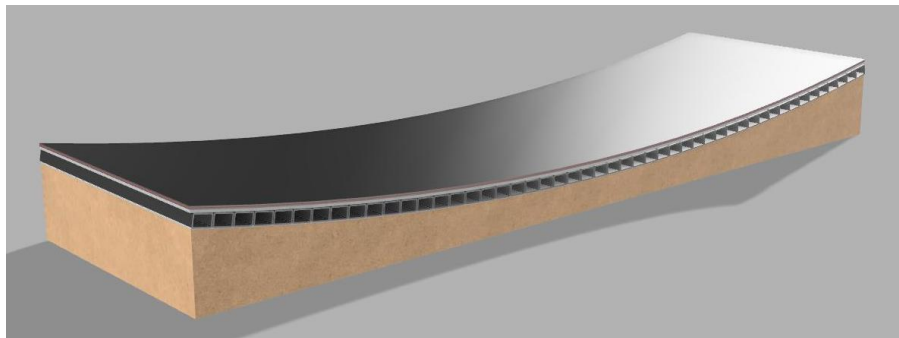
- Vormen van een glad en stijf persvlak;
- Verwarmen van het persvlak.

Het subdeel bestaat uit de volgende onderdelen, uitgebreide specificaties zijn te vinden in bijlage I.3:

TABEL 3: ONDERDELEN EN FUNCTIES PERSDEEL ONDER

Onderdeel	Toelichting/functie
MDF persvorm	Basisvorm van het persvlak
Trespa tussenplaat	Hard maken oppervlak
Kokers	Voorkomen van vervormingen
Warmtemat	Verwarmen van het persvlak
Staalplaat	Bescherming en warmtegeleiding

Figuur 3 is een weergave uit Autodesk van het “persdeel onder”



FIGUUR 3: PERSDEEL ONDER, HUIDIGE BOARDPERS

5.1.2.4 Liftmechaniek

Het “liftmechaniek” omschrijft de techniek die gebruikt wordt om de persdelen van elkaar te heffen wanneer de pers niet in gebruik is of het werkstuk moeten worden gewisseld.

Een grote opening tussen de persdelen zorgt ervoor dat werkstukken makkelijker worden gewisseld. Daarnaast is er dan meer ruimte om de persdelen te onderhouden en schoon te maken.

Het huidige systeem werkt met een luchtbalg tussen het onderste en bovenste persdeel. Om de delen te spreiden wordt de luchtzak onder druk gezet, wanneer de pers weer moet sluiten wordt de lucht weer vrijgelaten.

Op onderstaande afbeeldingen is te zien hoe dit systeem werkt.



FIGUUR 5: LIFTMECHANIEK, HUIDIGE BOARDPERS 2



FIGUUR 4: LIFTMECHANIEK, HUIDIGE BOARDPERS

TABEL 4: SPECIFICATIES LIFTMECHANIEK

Soort	Details
Massa bovendeel	225kg
Spreiding	70mm

5.1.2.5 Huidige boardpers, compleet

Onderstaand volgt een weergave en samenhang van de subdelen, technische beperkingen van het complete systeem. Extra weergaven van het ontwerp uit Autodesk en afbeeldingen van de machine in de realiteit zijn te vinden in bijlage I.4

TABEL 5: BEPERKINGEN BOARDPERS

Beperking	Specificatie	Oorzaak
Persoppervlak	Maximaal 1500 x 500	Afmetingen frame
Spreidingsafstand	Maximaal 70mm	Liftmechaniek
Stijfheid	Max trekspanning 482 MPa	Afmetingen staanders
Doorbuiging	Max 6.9mm	Afmetingen liggers

Bovenstaande tabel is een beknopte weergave van de beperkende factoren in het ontwerp van de huidige machine, op een aantal punten hebben meerdere onderdelen invloed. Een voorbeeld is het persoppervlak, deze is bepaald op de afmetingen van de persslangen, daarna zijn de afmetingen van het frame bepaald. De temperatuur in het systeem wordt geregeld door elektrische (silicone) warmtematten, deze warmtematten verzorgen een egale temperatuurverdeling van de persvlakken.

De beperkende factoren in bovenstaande tabel zijn van toepassing als wordt aangenomen dat het systeem niet beperkt is door de keuze van onderdelen.

5.2 Ontwerpcriteria vervolg

Uit de analyse van het bestaande systeem is duidelijk geworden waarom de huidige machine niet voldoet aan de eisen en wensen voor de toekomst en waarom een nieuwe ontwerp noodzakelijk is. Zoals eerder beschreven worden voor het nieuwe ontwerp alle onderdelen die de huidige machine beperken niet overgenomen, zodat deze het ontwerpproces niet beïnvloeden.

Voor het nieuwe ontwerp splitsen we de machine op in dezelfde delen als hierboven. De ontwerpcriteria van de subdelen gecombineerd met het pakket van eisen zien er dan als volgt uit. De wensen zijn schuin gedrukt.

Frame: - Ruimte voor twee persdelen met afmeting: 1700x700 - Maximale doorbuiging: 2mm - Geen plastische vervorming bij normale werklust: 400kN - Zelfstandige montage mogelijk - <i>Spreiding van de persvlakken tot 500mm</i> - <i>Wisselsysteem voor de werkstukken</i>	Persdeel boven: - Minimale perskracht: 375kN - Perskracht pneumatisch opgewekt - Homogene drukverdeling - Regelbare temperatuur persvlak: 30 tot 150°C - Kromming in het persvlak -10° tot 10° - <i>PLC programmeerbaar</i> - <i>Modulair kromming van het persvlak</i>
Persdeel onder: - Homogene drukverdeling - Regelbare temperatuur persvlak: 30 tot 150°C - Kromming in het persvlak -10° tot 10° - <i>Modulaire kromming van het persvlak</i> - <i>PLC programmeerbaar</i>	Liftmechaniek: - Minimale spreiding van de persvlakken: 300mm - <i>Spreiding van de persvlakken tot 500mm</i> - <i>PLC programmeerbaar</i>

De wensen “eenvoud” en “laag storingsrisico” gelden voor alle subdelen.

5.3 Blijvende oplossingen

Om het ontwerpproces iets te beperken en het geheel een basis te geven blijven na de analysefase twee delen van het ontwerp staan.

Temperatuurregeling:

In het huidige ontwerp krijgen de persvlakken een stabiele en gelijkmatige temperatuur door middel van elektrische (silicone) verwarmingselementen. Deze warmtematten functioneren zeer goed in de praktijk, hebben een geringe dikte en zijn in iedere maat verkrijgbaar.

Opbouw frame:

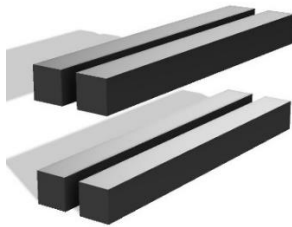
Om een basis voor het ontwerp te bieden mag het principe van het huidige frame gebruikt worden, vier stijve profielen met aan beide zijden een wang constructie.

6. Ontwerpfase

In de ontwerpfase worden de vier subdelen uit de analysefase een voor een uitgewerkt. Voor ieder subdeel worden concepten gemaakt en mogelijke oplossingen bedacht welke deels of volledig voldoen aan de gestelde eisen en wensen. Daarna worden de concepten of oplossingen vergeleken, getoetst en samengevoegd tot een voorlopig ontwerp.

6.1 Ontwerpen van het frame

Voor de basis van het frame wordt gebruik gemaakt van het huidige principe, vier lange profielen omsloten door twee wangen. De twee wangen houden het geheel bij elkaar en de vier profielen vormen een stijve constructie bij het persen. Een belangrijk voordeel is dat alle profielen aan dezelfde kracht worden blootgesteld en deze dus van hetzelfde type kunnen zijn.



FIGUUR 7: CONSTRUCTIE FRAME, NIEUW ONTWERP



FIGUUR 6: CONSTRUCTIE FRAME, NIEUW ONTWERP

Bovenstaande afbeeldingen geven de basis van het ontwerp weer, de twee onderste profielen zijn aan de uiteinden verbonden met de wangen. De twee bovenste profielen hangen “los” in de constructie en geven straks steun aan het bovendeel van de pers. De later te ontwerpen “liftmechaniek” en de klemconstructie verbinden het geheel met elkaar.

Vanwege de afmetingen van het persvlak gaan we uit van een lengte van twee meter voor alle liggers en een breedte van 700mm voor het gehele frame.

TABEL 6: EISEN EN WENSEN CONSTRUCTIE

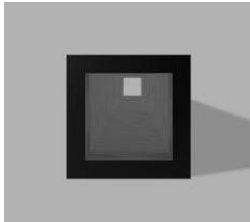
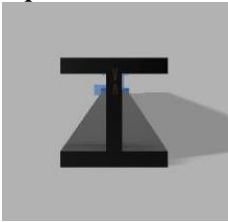
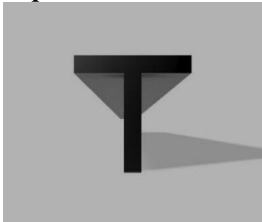
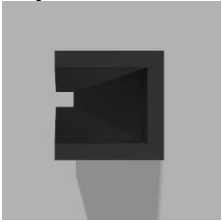
Harde eis	Toelichting
Ruimte voor twee persdelen	Afmeting: 1700 x 700 mm
Maximale doorbuiging	2mm
Geen plastische vervorming	Normale werklust: 400kN
Zelfstandige montage mogelijk	Eenvoudige verbindingen
Wensen	
Spreiding van de persvlakken	Tot 500mm
Wisselsysteem van de werkstukken	Ondersteuning voor het wisselen
Eenvoud	Beperkt aantal onderdelen

6.1.1 Ontwerpkeuze liggers

Voor de liggers bestaan vier standaard alternatieven. Eerst wordt de belastingsituatie geschetst en vervolgens wordt met behulp van de regels uit de sterkteleer van ieder alternatief de juiste type gekozen.

Het onderzoek met alle berekeningen en details is te vinden in Bijlage II.1. De resultaten van dit onderzoek zijn in onderstaand overzicht te vinden. De profielen worden op de belangrijkste eigenschappen met elkaar vergeleken, waarbij ze genummerd zijn van 1 (hoogste score) tot en met 4 (laagste score).

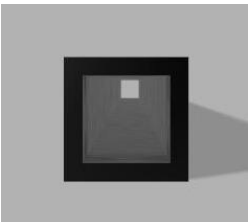
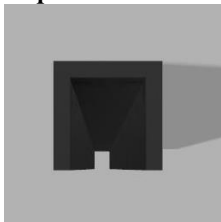
TABEL 7: RESULTATEN KEUZEMATRIX LIGGERS

	Koker	I-profiel	T-profiel	U-profiel
				
Type	250x250x10	HEA220	T140x140x15	UNP280
Massa	4. (149kg)	3. (96kg)	1. (62kg)	2. (86kg)
Vlakke delen	1. (4)	3. (2)	4. (1)	2. (3)
Prijs	4. (€666,-)	3. (€135,-)	1. (€111,60)	2. (€116,-)
Uitkomst	9	9	6	6

Het U en T-profiel komen beiden met een 6 als beste uit de eerste keuzematrix. Omdat het constructief eenvoudiger is als het profiel minstens twee vlakke zijden heeft, is besloten om het T-profiel niet te overwegen.

Om te voorkomen dat het U-profiel gaat vervormen wanneer er tijdens het gebruik van de pers meer druk langs de randen ontstaat draaien we het U-profiel 90 graden. Er moet nu een nieuw traagheidsmoment worden bepaald (zie bijlage II,1) en er ontstaat een nieuwe keuzematrix met drie opties:

TABEL 8: RESULTATEN KEUZEMATRIX LIGGERS 2

	Koker	I-profiel	U-profiel
			
Type	250x250x10	HEA220	>UNP400
Massa	3. (149kg)	2. (96kg)	-
Prijs	3. (€666,-)	2. (€135,-)	-
Breedte	2. (250mm)	1. (220mm)	-
Uitkomst	8	5	-

In deze richting komt het UNP400 profiel maar tot 20% van de benodigde weerstand tegen buiging. De persvlakken krijgen daarnaast een breedte van 700mm. Dit betekent dat zelfs twee UNP400 profielen de constructie al 100mm te breed maken. Om deze reden valt het U-profiel af en wordt het HEA220 profiel gekozen voor de constructie van de liggers.

6.1.2 Ontwerpkeuze wangen

De wangen zijn, zoals te zien in figuur 6, rechthoekige ramen welke de vier liggers insluiten. Voor de meest eenvoudige constructie van de wangen zijn twee lange staanders en twee korte dwarsbalken nodig.

Voor het ontwerpen van de wangen wordt een voorlopige breedte van 700mm aangenomen en een nader te bepalen hoogte. De dwarsbalken worden op buigbelasting berekend voor de meest extreme situatie, een puntlast in het midden en een oplegging aan beide uiteinden. De beperkende factor van de dwarsbalken is wederom de maximale doorbuiging: 2mm. De staanders worden alleen op trek berekend waarbij de trekspanning niet hoger mag zijn de vloeigrens.

Alle technische details en berekeningen zijn te vinden in bijlage II,2. De resultaten van dit onderzoek zijn in onderstaande keuzematrixes te vinden.

6.1.3.1 Dwarsbalken wangen

TABEL 9: RESULTATEN KEUZEMATRIX DWARSBALKEN

	Koker	I-profiel	T-profiel	U-profiel
Type	120x120x12	HEA120	T140x140x15	UNP120
Massa	4. (28,3kg)	2. (14,2kg)	3. (21,7kg)	1. (9,6kg)
Vlakke delen	1. (4)	3. (2)	4. (1)	2. (3)
Prijs	4. (€80,-)	2. (€19,-)	3. (€39,-)	1. (€12,7)
Uitkomst	9	7	10	4

De profielen zijn op drie criteria beoordeeld op schaal van 1 tot en met 4, waarbij 1 de beste score is. De laagste uitkomst geeft dus het meest geschikte profiel weer, de twee beste keuzes zijn verder onderzocht.

Vanwege de constructieve eis “zelfstandige montage” is de keuze gevallen op het I-profiel, deze is door het vlakke deel boven en onder goed te verbinden met de staanders.

6.1.3.2 Staanders wangen

De staanders bieden de basis voor de geleiding van het bovendeel en gaan waarschijnlijk een rol spelen in het klemsysteem van het bovendeel. Om deze reden worden voor de staanders kokers gebruikt, deze hebben vier vlakke delen, wat een constructief voordeel biedt. Daarnaast hebben kokers een groot oppervlak in de doorsnede waardoor ze veel trekspanning kunnen opvangen.

Het meest geschikte formaat koker is 80x80x4, bijlage II.2.1 toont de berekeningen die keuze voor de kokers hebben bepaald.

6.2 Ontwerpen persdeel onder

Nu het voorlopig ontwerp van het frame bekend is kan de nieuwe constructie voor het “persdeel onder” worden ontworpen. Het persdeel onder heeft veel invloed op het eindontwerp, de keuze van het verstel- of wisselsysteem beïnvloedt namelijk de opties voor het ontwerp van het bovendeel.

Eerst worden de constructie-eisen voor het persdeel onder herhaald, vervolgens volgt een brainstorm en verdiepend onderzoek naar nieuwe oplossingen. Via een functie-analyse wordt de basis van het ontwerp gelegd en tot slot wordt de voorlopige constructie getekend en samengevoegd.

6.2.1 Constructie-eisen

Onderstaande tabel is een herhaling van de constructie-eisen uit de analysefase. De uitdaging in het nieuwe ontwerp is het ontwikkelen van een verstelbaar systeem zonder daarbij de stijfheid en continuïteit te beïnvloeden.

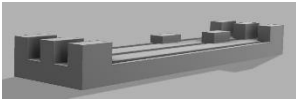
TABEL 10: EISEN EN WENSEN PERSDEEL ONDER

Harde eis	Toelichting
Persvlak minimaal 1700x700	Oppervlakte van het werkvlak
Homogene drukverdeling	Gelijk verdeelde druk in het gehele persvlak
Regelbare temperatuur: 30 tot 150°C	Door middel van warmtematten
Kromming in het persvlak: -10° tot 10°	Het persvlak moet een lichte kromming hebben
Wensen	
Modulaire kromming van het persvlak	Mogelijkheid om de kromming te verstellen
PLC programmeerbaar	Temperatuur en kromming PLC regelbaar

6.2.2 Basisoplossingen

Een brainstorm met Lieuwe en het verdiepend onderzoek leveren vier verschillende methoden op waarmee de vorm van het persvlak kan worden aangepast. De volgende tabel geeft deze oplossingen weer, de kernprincipes zijn hierbij aangegeven:

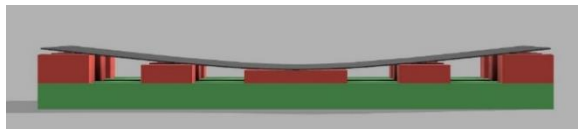
TABEL 11: BASISOPLOSSINGEN PERSDEEL ONDER

Horizontaal verstellen	Verticaal verstellen (bron 20)	Hoek aanpassen (bron 21)	Lineair wisselen (bron 14)
			
- Steunen met een hoogteverschil - Per rij horizontaal verplaatsbaar	- In hoogte verstelbare steunen - Vaste positie	- Scharnierende steunen - Vaste positie	- Vaste massieve mallen - Uitneembaar en wisselbaar

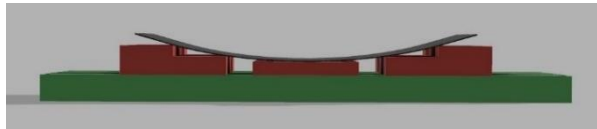
Alle oplossingen hebben potentie, alleen “hoek aanpassen” valt direct af omdat dit systeem naar verwachting te complex en/ of te zwak wordt bij een werklust van 400kN. De overige oplossingen worden verder uitgewerkt.

6.2.2.1 Horizontaal en verticaal verstelbaar

Het idee achter het horizontale verstelsysteem is dat er meerdere steunen in een rails staan met elk een verschillende hoogte. Op de steunen komt een stalen plaat te liggen, wanneer de steunen worden verplaatst verandert daarmee de kromming van de plaat. Het principe is in de figuren 8 en 9 zichtbaar:

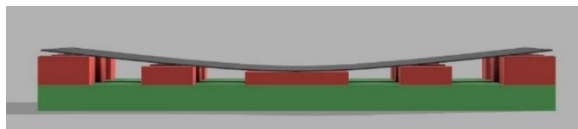


FIGUUR 8: HORIZONTAAL VERSTELBAAR, BREED



FIGUUR 9: HORIZONTAAL VERSTELBAAR, SMAL

Het verticaal verstellen heeft veel overeenkomsten met het horizontale systeem, het idee is om met een aantal grote steunen te werken en daar een grote stalen plaat overheen te leggen. Anders dan bij het horizontale systeem staan de steunen nu op een vaste positie en kunnen ze in de hoogte worden versteld, zie figuren 10 en 11.



FIGUUR 10: VERTICAAL VERSTELBAAR, MET KROMMING

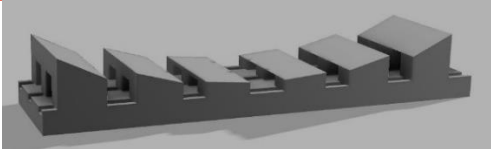
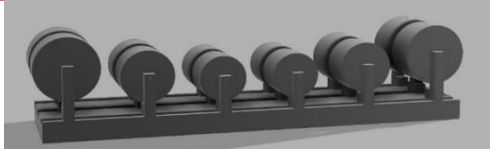


FIGUUR 11: VERTICAAL VERSTELBAAR, VLAK

6.2.2.1.1 Vergroten van het ondersteunde oppervlak

Een belangrijk probleem dat zich voordoet bij deze ontwerpen is dat de plaat bij een kromming in deze situatie altijd op de rand van de steun ligt. Om te voorkomen dat de plaat gaat vervormen of gaat knikken op deze randen, moet het oppervlak op de steun worden vergroot. Uit een brainstorm volgen twee opties welke zijn verwerkt in onderstaande tabel:

TABEL 12: OPTIES ONDERSTEUNING OPPERVLAK

	Schuine vlakken op de steun	Rolsteunen met 3 poten
		
Voordelen	- Stijve constructie - Eenvoudig te produceren	- Altijd een goed raakvlak - Kan worden opgevuld met losse rollen
Nadelen	- Nooit de ideale raaklijn - Grote delen zonder ondersteuning	- Veel onderdelen - Steunen moeten erg hoog zijn - Grote delen zonder ondersteuning

6.2.2.1.2 Verstellen van het systeem

Voor beide ontwerpen is nog een systeem nodig om de steunen te kunnen verstellen, voor zowel het horizontaal als het verticaal verstellen gelden de volgende criteria:

Nauwkeurig instelbaar: De steunen moet aan beide zijden op dezelfde afstand of hoogte worden gezet voor de symmetrie van het eindproduct. Daarnaast moet het systeem eenvoudig in de standaard instellingen kunnen worden teruggebracht.

Sterk: Bij het persen komt een nominale kracht van 400kN op het werkvlak, deze wordt verdeeld over zes rijen met steunen. Het systeem mag geen nauwkeurigheid verliezen of bezwijken onder deze kracht.

PLC regelbaar (wens): Het is een wens van Lieuwe Boards om het systeem via PLC in te kunnen stellen, zo kan de kromming eenvoudig met de computer worden ingesteld.

Voor beide systemen blijven enkel mechanische oplossingen over, de opties staan in onderstaande tabel:

	Optie 1	Optie 2
Horizontaal	Horizontale spindel (bron 7) 	Horizontale tandrails (bron 15) 
Verticaal	Verticale tandrails/ trailer jack (bron 19) 	Verticale spindel (bron 12) 

6.2.2.2 Lineaire wisselsysteem

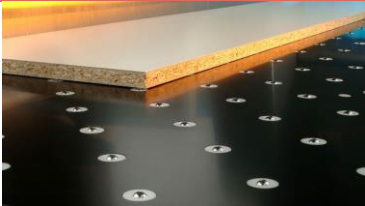
De derde optie om de kromming van het persvlak te verstellen is gebaseerd op een ander en eenvoudiger principe. Voor het lineaire wisselsysteem moet de gewenste kromming worden verkregen door een massieve mal. Deze mal geeft het persvlak vorm, bovenop de mal komt dan de warmtemat en een staalplaat. De constructie onder lijkt dan erg op de huidige variant (zie figuur 3).

De ontwerpcriteria voor het lineaire wisselsysteem:

- Positionering van de mallen;
- Vastzetten van de mallen;
- Goede horizontale geleiding, lage wrijving.

Voor de geleiding van de mallen zijn onderstaande opties geschikt, aangevuld met enkele eigenschappen:

TABEL 13: OPLOSSINGEN LINEAIRE WISSELSYSTEEM

Rollen (bron 3)	Luchtlagers (bron 18)	Gladde plaat (bron 9)
		
- Goede geleiding - Ruim aanbod - Eenvoudig ontwerp	- Vlakke plaat bij uitgeschakeld systeem - Geleiding in alle richtingen op het vlak - Aan en uit te schakelen	- Hard en egaal oppervlak - Eenvoudig/ vervangbaar - Compact

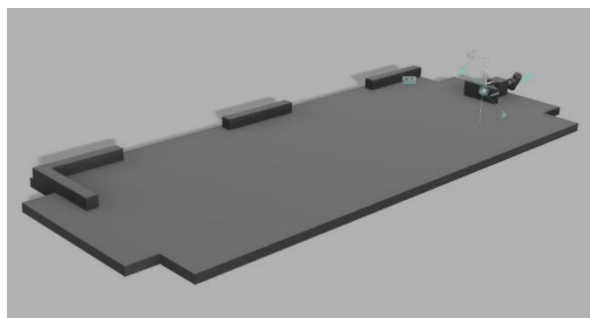
Bovenstaande oplossingen voor het lineair wisselen worden beoordeeld op de criteria in onderstaande tabel, een lage score is beter. De gladde plaat komt overduidelijk als beste oplossing naar voren:

TABEL 14: KEUZEMATRIX LINEAIRE WISSELSYSTEEM

	Rollen	Luchtlagers	Gladde plaat
Eenvoud	2	3	1
Investering	2	3	1
Storingskans	2	3	1
Totaal	6	9	3

Nu moet er alleen nog een oplossing komen voor het positioneren en inklemmen van de massieve mallen. Omdat de mallen op een vlakke stalen plaat worden geschoven, kunnen op deze plaat stalen hoekprofielen worden gemaakt waar de mal tegenaan gedrukt kan worden.

Een eenvoudig en effectief systeem om de mallen vervolgens in te klemmen, is door een van de profielen verstelbaar te maken. Voor het concept wordt een van profielen voorzien van een schroefspindel, verder liggen er langs twee andere zijden metalen kokers om het geheel te positioneren. Uiteraard is één zijkant vrijgehouden om de persmallen in en uit te kunnen laden. Onderstaande figuren tonen het voorlopige ontwerp:



FIGUUR 13: LINEAIR WISSELSYSTEEM, KLEM EN POSITIONERING



FIGUUR 12: LINEAIR WISSELSYSTEEM, INCLUSIEF PERSMAL

6.2.3 Ontwerpkeuze persdeel onder

In bovenstaande paragrafen zijn de verschillende concepten omschreven die de basis voor het persdeel onder kunnen vormen. In deze paragraaf wordt het meest geschikte concept gekozen door middel van een gewogen en ongewogen keuzematrix. Elk concept krijgt per criterium een score van 1-3 waarbij 3 de beste keuze aangeeft. Het concept met de hoogste eindscore is dan het meest geschikt.

De ongewogen matrix sluit het concept verticaal verstellen direct uit, de twee andere concepten liggen met één punt verschil te dicht bij elkaar. Om een meer overtuigende keuze te kunnen maken krijgt elk criterium een weegfactor (2 t/m 5), deze weegfactoren geven aan hoe belangrijk het criterium is voor de opdrachtgever. De matrices zijn in onderstaande tabel samengevoegd:

TABEL 15: KEUZEMATRIX ONTWERP PERSDEEL ONDER

Ontwerpcriteria	Horizontaal verstelbaar	Verticaal verstelbaar	Lineair wisselsysteem
Storingsvrij	2	1	3
<i>Weging 3</i>	6	3	9
Investering	2	1	3
<i>Weging 2</i>	4	2	6
Eenvoud	2	1	3
<i>Weging 5</i>	10	5	15
Praktisch	3	1	2
<i>Weging 4</i>	12	4	8
Totaal ongewogen	9	5	10
<i>Totaal gewogen</i>	<i>32</i>	<i>13</i>	<i>38</i>

De gewogen scores tonen duidelijk aan dat het lineaire wisselsysteem het meest geschikt is voor het ontwerp van het persdeel onder.

6.3 Ontwerpen persdeel boven

Nu de keuze voor de constructie van het persdeel onder en het frame vast staan kan het “persdeel boven” worden ontworpen. Het persdeel boven moet het pneumatische mechanisme bevatten waarmee de benodigde nominale perskracht wordt opgewekt. Daarnaast moet, om de drukverdeling juist te krijgen, de vorm van het persvlak boven overeenkomen met het persvlak onder.

Eerst worden de eisen en wensen die specifiek voor het ontwerp van het persdeel boven gelden herhaald, daarna wordt er naar een oplossing voor de persmechaniek gezocht. Tot slot wordt het beste concept gekozen voor verder ontwerp.

6.3.1 Constructie-eisen

Eerst volgt een herhaling van de constructie-eisen uit de analysefase. Belangrijk is dat voor het persdeel onder een verstelbaar systeem is ontworpen. Om dit systeem nuttig te maken moet ook de bovenkant aanpasbaar zijn.

TABEL 16: EISEN EN WENSEN PERSDEEL BOVEN

Vaste eisen	Toelichting
Minimale perskracht: 375kN	Verdeeld over het gehele persvlak
Pneumatisch persmechanisme	Perskracht wordt verkregen met behulp van luchtdruk
Homogene drukverdeling	Gelijke druk over het gehele persvlak
Regelbare temperatuur: 30 tot 150°C	Verkregen door warmtematten
Kromming gelijk aan het persdeel onder	
Wensen	
PLC programmeerbaar	Perskracht digitaal regelbaar
Modulaire kromming van het persvlak	Kromming aanpasbaar
Perskracht tot 500kN	Hogere perskracht haalbaar

6.3.2 Ontwerp persmechaniek

De kern van het ontwerp bestaat uit de keuze voor de persmechaniek, de overige onderdelen moeten om deze mechaniek heen worden bedacht.

Bij het pneumatisch persen wordt altijd gebruik gemaakt van een oppervlak dat onder permanente druk wordt gezet, de hoogte van de druk en de grootte van het oppervlak zijn bepalend voor de resulterende perskracht. Een beperkende factor is de beschikbare maximale luchtdruk van 7 bar, deze kan niet worden opgehoogd.

De natuurkundige formule: $F = P * A$ met:

F= kracht in newton

P= druk in Pascal

A= oppervlak in m^2

Geeft een minimaal benodigd oppervlak van $0.54m^2$, en het vereiste persvlak heeft een oppervlak van $1.19m^2$. Dit betekent dat bijna de helft van het persvlak onder druk moet staan om deze minimale eis te halen.

Omdat de wens is dat er een perskracht van 500kN kan worden behaald, is er zelfs nog meer oppervlak nodig. Dit betekent dat het geen optie is om de perskracht met bijvoorbeeld luchtcilinders op te wekken. Een goed alternatief is om het gehele persvlak onder druk te zetten, dan is drukverdeling over het oppervlak ook ideaal.

Om het persvlak volledig onder druk te zetten zijn er twee alternatieven:



FIGUUR 14: ATL PRESS BLADDER, BRON 1



FIGUUR 15: (BRANDWEER)SLANGEN

Custom press bladder: ATL (Aero Tec Laboratories) is een Engels bedrijf gespecialiseerd in het maken van zogenaamde “press bladders”. Deze luchtzakken kunnen volledig naar wens van de klant worden ontworpen en ATL heeft ervaring met het maken van bladders voor persmachines van het voor Lieuwe gewenste formaat.

(Brandweer)slangen: Dit alternatief is gebaseerd op de werking van de huidige persmachine. Omdat het oppervlak groter wordt dan bij de huidige opstelling, is het wel noodzakelijk om meer of grotere slangen te gebruiken. Overstappen op een alternatief met meerdere smalle slangen zou ook een optie kunnen zijn.

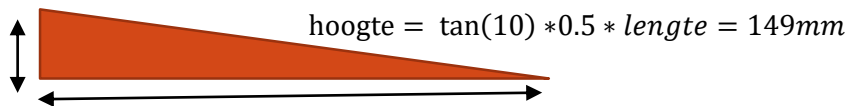
6.3.3 Ontwerp verstelbare kromming

Het idee is om een universeel bovendeel te ontwerpen dat zich automatisch aanpast aan de vorm van het persvlak onder. Dit betekent dat alleen de mallen van het onderste deel verwisseld hoeven te worden wanneer er een ander persvlak nodig is.

In de huidige situatie is de passing tussen de twee persvlakken bepaald door een gefreesde MDF mal boven en onder. Beide mallen hebben een vooraf bepaalde kromming, door het toevoegen van extra lagen (beschermplaten, warmtemat, kokers) wordt de kromming beïnvloed. Bij het werken met massieve mallen boven en onder is het dus altijd passen en meten om de twee vlakken exact parallel te krijgen.

Een bijkomend voordeel van het werken met een universeel bovendeel is dat de passing altijd juist zal zijn.

Om een kromming van -10° tot 10° te kunnen bereiken moet de bladder een bepaalde dikte kunnen bereiken. De lengte van het complete vlak is 1700mm, om het maximale hoogteverschil in de bladder te bepalen wordt onderstaande berekening gedaan:


$$\text{hoogte} = \tan(10) * 0.5 * \text{lengte} = 149\text{mm}$$

De bladder moet dus minimaal 150mm kunnen uitzetten om aan de gestelde eisen te voldoen.

Omdat slangen een ronde vorm hebben, kunnen deze niet 150mm verdikken zonder oppervlak in de breedte te verliezen. Na contact met ATL is gebleken dat zij een bladder met de volgende afmeting kunnen produceren: 1700x600x200.

6.3.4 Ontwerp met press bladder

Het ontwerp rond de ATL-bladder heeft de volgende eisen:

- Vlakke plaat boven, ter bescherming en met montagegaten
- Bescherming en ondersteuning onder

Het eerste ontwerp komt er dan als volgt uit te zien, de plaat aan de bovenkant is van staal en heeft zes bevestigingsgaten voor de bladder:



FIGUUR 16: ONTWERP MET ATL BLADDER

De onderkant van de bladder heeft nu de afmetingen 1700x600, en nog geen bescherming en verwarming. Daarnaast moet nog een oplossing komen om de constructie aan de onderkant te bevestigen. Het vervolg ontwerp moet dus voldoen aan de volgende eisen:

- 700mm breedte;
- Ruimte voor de verwarmingsmat;
- Bevestiging constructie onder de bladder.

6.3.4.1 Verbreden van het persoppervlak

Voor het verbreden van het persvlak is een rij stijve profielen nodig. De profielen mogen niet te breed en hoog zijn omdat dit de verdeling van de druk en de vorm de gehele constructie negatief beïnvloed. Daarnaast moet het profiel een hoge weerstand tegen buiging hebben. Met de wetenschap uit het ontwerpen van het frame lijkt het gebruik van kokers het meest voor de hand liggend.

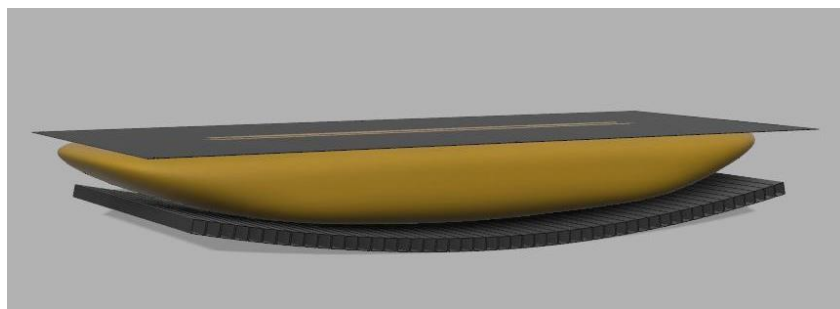
In bijlage II,3 is uitgebreid toegelicht welke belastingen er op de verschillende profielen werken. Een kort overzicht met buigspanningen is in onderstaande tabel weergegeven:

TABEL 17: KOKERS VOOR VERBREIDING PERSOPPERVLAK

Koker (h x b x w)	$max\sigma_{buig}$	$nom\sigma_{buig}$
20x20x2	1070MPa	611MPa
30x30x3	474MPa	270MPa
40x40x3	330MPa	189MPa

In overleg met Lieuwe Boards is besloten te kiezen voor de 30x30x3 kokers, de kennis dat deze bij maximale belasting en een verkeerde plaatsing van het werkstuk mogelijk licht plastisch vervormen is hierbij geaccepteerd.

Het ontwerp ziet er nu als volgt uit:



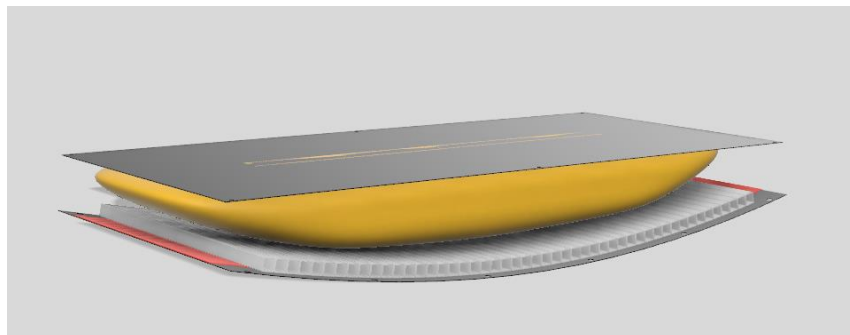
FIGUUR 17: BOVENDEEL MET BLADDER EN KOKERS

6.3.4.2 Constructie warmtemat en bevestiging constructie

Het bovendeel moet nog worden voorzien van de warmtemat, daarnaast moeten de kokers en de warmtemat worden bevestigd aan het bovendeel. De bevestiging moet tijdens het persen een verticale beweging van 200mm toestaan.

Wanneer de pers uitstaat moeten alle delen echter worden samengetrokken zodat de bladder volledig leeg kan lopen.

De warmtemat wordt aan de onderzijde tegen de kokers aan gelegd en beschermd door een vlakke staalplaat. De staalplaat is tevens de laatste laag, en zal dus ook het persvlak vormen:



FIGUUR 18: BOVENDEEL MET WARMTEMAT EN PERSVLAK

Voor de bevestiging van de constructie wordt het gewicht van de bladder, kokers, warmtemat en beschermplaat ingeschat. Autodesk Fusion 360 komt na het specificeren van de materialen op een (totaal) gewicht van: 250kg. Belangrijk is dat het gewicht van de staalplaat aan de bovenkant hier ook bij zit, daarnaast is de bladder getekend als massief stuk rubber. Onderstaande tabel toont een herberekening:

TABEL 18: HERBEREKENING MASSA BOVENDEEL

Onderdeel	Aantal	Massa per stuk	Totaal massa
Bladder	1	10kg	10kg
Kokers 30x30x3	49	1.23kg	60kg
Warmtemat	1	2kg	2kg
Onderplaat	1	20kg	20kg
Totaal massa			92kg

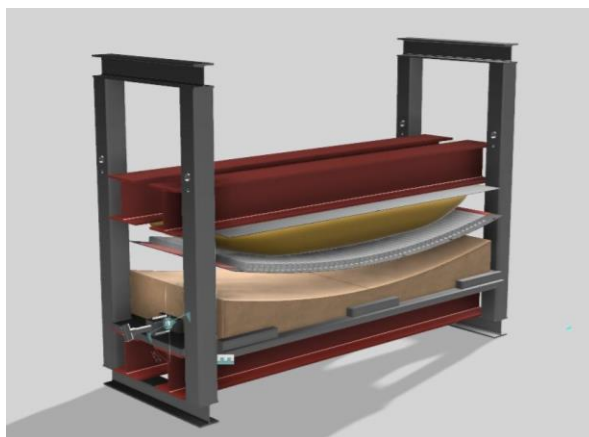
De constructie kan bevestigd worden met bijvoorbeeld veren, vanaf de bovenkant van de I-profielen tot onder. De gezamenlijke kracht van de veren moet dan ongeveer 1kN zijn bij 0% rek. Verder moeten de veren een slag hebben van 200mm en een lage veerconstante om de perskracht niet te beïnvloeden.

6.4 Voorlopig ontwerp

Nu in voorgaande paragrafen alle grove delen van de pers zijn gekozen en ontworpen, komt het ontwerp er als volgt uit te zien:

De volgende onderdelen worden nog in de ontwerpfase toegevoegd:

- **Klemmechanisme:** een systeem om het bovendeel vast te zetten aan de wangen wanneer de pers gebruikt wordt.
- **Liftmechanisme:** een oplossing om het boven- en onderdeel te scheiden voor onderhoud of het wisselen van de mallen.



FIGUUR 19: PERS, VOORLOPIG ONTWERP

6.4.1 Klemmechanisme

De perstechniek van het bovendeele werkt alleen wanneer de twee I-profielen ingeklemd worden, de bladder heeft immers weerstand nodig aan de bovenzijde om druk op het persvlak te creëren.

Voor het klemmen gelden de volgende eisen:

- **Demontabel:** Voor het wisselen van de mallen, of onderhoud moet het klemsysteem eenvoudig los gekoppeld kunnen worden.
- **Stijf en sterk:** Het klemsysteem mag niet vervormen of bezwijken onder de maximale perskracht.
- **Verstelbaar (wens):** De mogelijkheid om de hoogte van de klemming aan te passen.

De volgende concepten zijn ontwikkeld, daarna zijn de concepten beoordeeld in onderstaande keuzematrix.

TABEL 19: KEUZEMATRIX CONCEPTEN KLEMMEN

	Klemmen met ronde pen 	Klemmen met tandverloop (bron 17) 	Klemmen met staanders 
Demontabel	1	2	3
Stijf en sterk	2	3	1
Verstelbaar	2	1	3
Totaal	5	6	7

Klemmen met ronde pen sluit het beste aan bij de eisen en wensen, dit concept wordt verder ontwikkeld. Om te voldoen aan de gestelde eisen is het concept verder aangepast, de details van dit ontwerp zijn te vinden in bijlage II,4. Het resultaat is in onderstaande figuur zichtbaar:

TABEL 20: AFMETINGEN PENNEN

$M_b = 1.34 \text{ kN/m}$	W_b	σ_b
D=30mm	3690 mm^3	363MPa
D=40mm	6283 mm^3	213MPa
D=50mm	12272 mm^3	110spotMPa
D=70mm	33674 mm^3	531MPa



FIGUUR 20: KLEMSYSTEEM

De gekozen pen-diameter is 40mm, de buigspanning bij maximale belasting blijft in deze pen ruim onder de 250MPa en voldoet daarmee aan de gestelde eisen. Deze constructie heeft als bijkomend voordeel dat deze ook de eventuele verplaatsing in de lengterichting tegengaat.

De keuze voor dit klemsysteem heeft waarschijnlijk invloed op de spanning in de staanders die niet op deze belasting zijn berekend. De staanders worden uit voorzorg vergroot naar 100x100x10, deze passen nog precies op de I-profielen. In de detailfase zullen FEM-analyses aantonen of deze versteviging voldoende is.

6.4.2 Liftmechanisme en eindontwerp

Het laatste onderdeel van de conceptfase is het ontwerpen van een mechanisme om de persdelen te scheiden. Eerst moet de massa van het complete bovendeel worden bepaald, daarna worden enkele concepten uitgewerkt. Het meest geschikte concept wordt gebruikt voor het eindontwerp.

De massa van het complete bovendeel volgt uit een optelling van de massa van: de I-profielen, de constructie van het liftsysteem en de massa van het eerder ontworpen persdeel boven. De totale massa komt op: 329kg, De extra last door weerstand tijdens het liften is hierin nog niet meegenomen. Daarnaast is het ontwerp nog niet definitief, daarom wordt het liftsysteem ontworpen voor een last van 500kg.

6.4.2.1 Conceptkeuze

De gebruikte concepten zijn met de bijbehorende keuzematrix in onderstaande tabel weergegeven, bijlage II,5 geeft een uitgebreide toelichting op de beoordeling van de concepten. Een hoge score is beter:

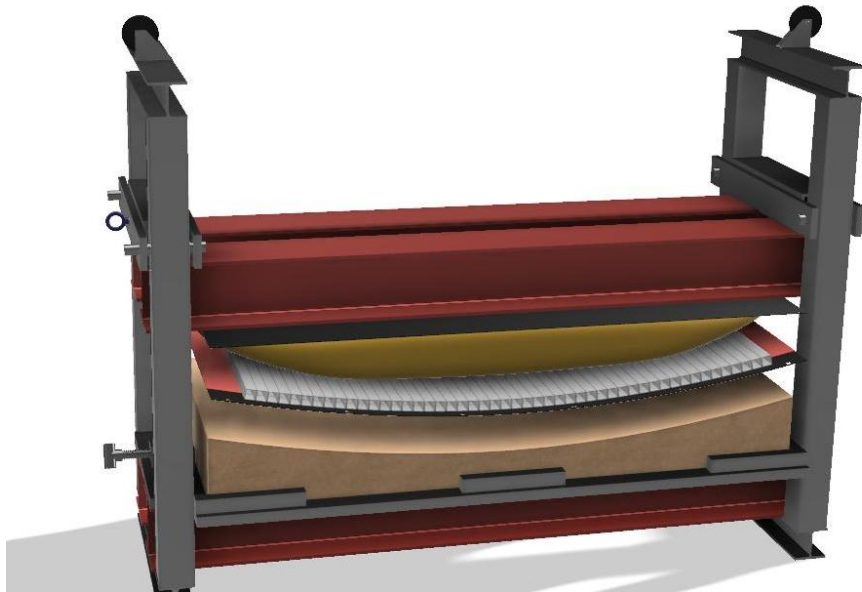
TABEL 21: KEUZEMATRIX CONCEPTEN LIFTSYSTEEM

	 Pneumatisch liften (bron 6)	 Hydraulisch liften (bron 5)	 Mechanisch liften (bron 5)	 Hijsen/ takelen (bron 11)
Kosten/ investering	2	1	4	3
Symmetrie tijden liften	1	3	2	4
Demontabel	2	1	3	4
Positionering	1	3	4	2
Afstand	2	3	1	4
Totaal	8	11	14	17

De uitkomst van de keuzematrix geeft overduidelijk aan dat het concept hijsen/takelen de beste keuze is.

6.4.2.2 Uitwerking concept hijsen/takelen

Het idee achter het hijsen/ takelen is dat beide uiteinden van het bovendeel een hysog krijgen. Beide hysogen worden voorzien van een kabel welke via een keerwiel bovenop de wangen naar boven wordt geleid. Het eindontwerp komt er dan als volgt uit te zien:



FIGUUR 21: EINDONTWERP ONTWERPFASE

Voor de detailfase van het concept moet eerst nog een keuze worden gemaakt over de plaatsing van de elektrische lier. Er zijn twee opties:

- **Plaatsing aan het plafond:** Beide uiteinden van het bovendeel zitten aan dezelfde kabel, deze kabel wordt aan de haak van de lier bevestigd. Het voordeel is dat er geen extra onderdelen nodig zijn. Het nadeel is dat de pers niet gemakkelijk kan worden verplaatst en dat er constructieve eisen aan het plafond en de plafondbevestiging moeten worden gesteld.
- **Plaatsing op de pers:** Beide uiteinden zitten aan een eigen kabel, beide kabels zitten opgespannen op dezelfde liertrommel. Het voordeel is dat de pers in zijn geheel onafhankelijk en verplaatsbaar blijft, er moet echter wel nog een steun voor de lier worden toegevoegd.

Vanwege de voorkeur voor een verplaatsbaar systeem heeft Lieuwe boards de keuze gemaakt om de lier bovenop de pers te bevestigen. De uitwerking volgt in de detailfase.

7. Detailfase

In hoofdstuk 6 is, door het combineren van deelontwerpen het voorlopige ontwerp van de pers ontstaan. Hoewel over alle deelontwerpen op zichzelf goed is nagedacht, worden in de detailfase de harmonie en functionaliteit van het gehele ontwerp onder de loep genomen.

Het doel van de detailfase is het vaststellen en controleren van het definitieve ontwerp. Eerst wordt van het voorlopige ontwerp een FEM (Finite Element Method)-analyse gemaakt om de werkelijke spanningen en vervorming in de machine in kaart te brengen, waar nodig wordt het ontwerp aangepast. Dit is ook het moment waarop details uit de ontwerpfase worden ingevuld.

Daarna wordt de vernieuwde constructie nogmaals handmatig doorgerekend, nu worden ook de veiligheidsfactoren bepaald. Als laatste volgen de bouwtekeningen, een onderdelenlijst met leveranciers en een kostencalculatie van de benodigde onderdelen.

7.1 FEM-analyse

Op het voorlopige ontwerp zijn enkele FEM analyses uitgevoerd. Voor een FEM-analyse worden eerst de krachten en de verbindingen in het 3d ontwerp toegevoegd. Daarna wordt bepaald hoe nauwkeurig het model moet worden doorgerekend, dit gebeurt door middel van het genereren van een zogenaamde “mesh”. Een mesh is een methode waarbij de onderdelen van de constructie worden opgedeeld in driehoeken naar ingestelde grootte. Meer en dus kleinere driehoeken betekent meer nauwkeurigheid maar ook meer rekenwerk. De computer berekent het verplaatsing- en spanningsveld in de bepaalde mesh.

De resultaten uit deze FEM-analyses worden bekeken door de ontwerper, deze trekt conclusies uit verschillende weergaven. Als de analyse geen onverwacht hoge spanningen of verplaatsingen oplevert is het ontwerp in orde, gebeurt dit wel dan zoekt de ontwerper naar een verklaring en een oplossing voor het probleem.

Enkele weergaven van de FEM-analyses voor dit ontwerp zijn te vinden in bijlage III,1. De resultaten die het ontwerp hebben beïnvloed worden in onderstaande paragraaf samengevat. Alle analyses zijn gedaan in de “simulation” omgeving van Autodesk Fusion 360.

7.1.1 Stijfheid gehele constructie

De eerste belangrijke conclusie uit de FEM-analyse is de beperking in vormstijfheid van de hele constructie, de wangen buigen naar buiten wanneer de constructie belast wordt.

Dit probleem kan worden opgelost door de twee wangen aan de bovenzijde met elkaar te verbinden. Deze verbinding kan dan ook dienen als basis om de lier op te monteren, zie paragraaf 6.4.2.2. Tussen de twee wangen worden kokers geplaatst, zie bijlage III.1.1.

7.1.2 Verbreden constructie

Het ondersteunde vlak in het ontwerp heeft een breedte van 500mm en de persvlakken een breedte van 700mm. Dit betekent dat aan beide zijden van het persvlak 100mm niet ondersteund wordt.

Voor de constructie boven de bladder is hier niet op berekend, de dunne beschermplaat buigt helemaal om de I-profielen heen, zoals zichtbaar in bijlage III.1.2.

Om de bladder volledig te ondersteunen worden de profielen 100mm verder uit elkaar geplaatst, het ondersteunde vlak heeft nu een breedte 600mm. De wangen worden ook breder gemaakt zodat het geheel weer in elkaar past. Als extra ondersteuning en ter bescherming van de bladder wordt ook nog een 15mm MDF-plaat toegevoegd.

7.1.3 Piekspanning staanders

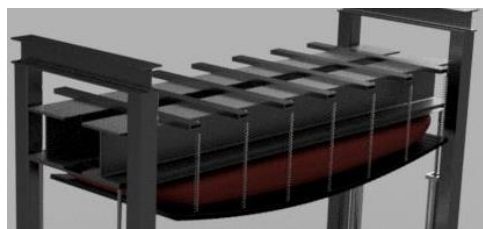
Zoals vermeld in paragraaf 6.4.1 wordt de klemverbinding ook doorgerekend, in bijlage III.1.3 is het resultaat van deze analyse te zien. Er zit een piekspanning op de verbinding tussen de pen en de staander, deze verbinding moet sowieso worden aangepast. Om de passing en de hardheid van de verbinding te verbeteren wordt een binnenring toegevoegd.

7.2 Detaillering ontwerpfase

In de komende paragraaf worden enkele details uit de ontwerpfase verder uitgewerkt. Voor het vastzetten van de persmechaniek en het liftsysteem moeten nog onderdelen worden ontworpen, verder moeten de afmetingen en enkele maten definitief worden gemaakt. Alle onderdelen die nog veranderen of worden toegevoegd zijn in deze paragraaf te vinden.

7.2.1 Ontwerp veersteunen

In paragraaf 6.3.4.2 (pagina 29,30) is bepaald dat de persconstructie met bijvoorbeeld veren kan worden bevestigd tegen de twee liggers. Lieuwe Boards stelt voor dit idee verder uit te werken. Een voorbeeld van de constructie volgt uit figuur 22, dit is niet het eindontwerp.



FIGUUR 22: VOORBEELD PERSDEEL BOVEN MET VEREN

De constructie wordt gebruikt om de veren aan te bevestigen, maar is daarnaast verstevigd met drie poten. De poten en constructie zijn berekend op de situatie waarbij de gehele MDF-plaat onder 7 bar druk komt te staan. Dit heeft twee voordelen, namelijk:

- De constructie blijft heel als de bladder niet goed gepositioneerd is.
- Het bovendeel is nu ook geschikt voor een bladder met een breedte van 700mm.

Met dit ontwerp zijn er twaalf identieke veren nodig met de volgende eigenschappen:

- Lengte ongespannen: 250mm
- Verlening: 150-200mm
- Gezamenlijke kracht: 1kN

Een afbeelding van de veersteun is te vinden in bijlage III.2.1.

7.2.2 Ontwerp montage lier

Paragraaf 6.4.2.2 (pagina 33) verwijst naar het uitwerken van de montageplaat van de lier in de detailfase. Komende paragraaf toont de oplossing voor dit probleem.

Door het toevoegen van de kokers aan de bovenzijde van het persframe kan de montageplaat van de lier eigenlijk overal geplaatst worden. Het heeft de voorkeur om de constructie niet onnodig te belasten, om deze reden wordt de montageplaat aan één zijde tegen de wang aan geplaatst.

Om het ontwerp af te maken wordt aan beide zijden nog een kabel en een haak toegevoegd, zie bijlage III.2.2.

7.2.3 constructie ondermal

Het persdeel onder moet nog worden uitgerust met de warmtematten, deze constructie moet wel afneembaar zijn zodat de mallen gewisseld kunnen worden.

De warmtemat wordt tussen twee staalplaten gemonteerd en krijgt vier bevestigingspunten. Via deze bevestigingspunten kan de constructie aan het persdeel boven worden bevestigd en kan het geheel opgetild worden door de lier. Zie bijlage III.2.3.

7.2.4 positionering bovendee

Het liften met de lier heeft als nadeel dat het bovendee niet nauwkeurig voor de klemgaten gepositioneerd kan worden. Om dit op te lossen worden op de juiste afstand onder de klemgaten positioneerpennen geplaatst. Als het bovendee dan zakt komt het automatisch tot stilstand op de juiste positie.

In bijlage III.2.4 is een weergave van deze positioneerpennen te vinden.

7.2.5 Verbindingen

Alle permanente verbindingen van de machine zullen worden gelast, in bijlage III.2.5 is de oppervlakte van deze lasverbindingen bepaald en zijn eisen voor de las gegeven. Verwacht wordt dat geen enkele las een probleem zal geven, alleen de verbinding tussen de staanders en het IPE260 profiel (onderkant van de wangen) moet worden nagemeten, deze moet minstens 5mm dik gelast zijn.

7.3 Veiligheidsfactoren en eindanalyse

Alle onderdelen van het ontwerp zijn nu compleet en de laatste details zijn verwerkt. Voordat het ontwerp definitief goedgekeurd wordt, worden alle berekeningen nogmaals uitgevoerd en worden de veiligheidsmarges van de onderdelen bepaald. Het kan zijn dat sommige onderdelen nu anders belast worden dan oorspronkelijk bepaald, deze kunnen dan nog gewijzigd worden.

Van het definitieve eindontwerp wordt nog een FEM-analyse gemaakt om de maximale spanningen en verplaatsingen weer te geven. Als de laatste FEM-analyse en alle veiligheidsmarges correct zijn kan het definitieve ontwerp worden vastgesteld.

7.3.1 Herberekening en veiligheidsfactoren

Van alle zwaarbelaste onderdelen wordt een herberekening gemaakt met vuistregels, in deze berekening wordt de maximaal verwachte spanning en de veiligheidsfactor bepaald.

Voor de berekeningen worden standaard belastingsituaties uit de sterkteleer gebruikt, voor ieder onderdeel wordt de belasting in de meest extreme situatie gebruikt. Van de onderdelen wordt, afhankelijk van de situatie de buig, schuif en trekspanning berekend. Voor het bepalen van de veiligheidsfactor wordt in de meeste gevallen gebruik gemaakt van de vloeigrens van standaard staal, 260 megapascal.

De berekeningen, met illustraties en belastingen, zijn te vinden in Bijlage III.3. Onderstaande tabel geeft een beknopt overzicht van de maximale spanning in de onderdelen en de bijbehorende veiligheidsfactor. De minimale veiligheidsfactor zou 1.5 moeten zijn.

TABEL 22: VEILIGHEIDSFACTOREN ONDERDELEN

Onderdeel	Buigspanning	Schuifspanning	Veiligheidsfactor
Liggers HEA220	107.5 MPa	137 MPa	1.9
Liggers wangen HEA100	645 MPa	-	0.4
Wordt IPE260	148 MPa	129 MPa	1.75
Perskoker 30x30x3	415/68 MPa	30 MPa	0.62/3.8
Topkoker 40x40x3	163 MPa	80 MPa	1.6
Pers-pen 40x210	213 MPa	95 MPa	1.22
Borg-pen 15x200	57 MPa	9.5 MPa	4.5
Staander 100x100x10	Alleen trekspanning	99 MPa	2.6

7.3.1.1 Laatste wijzigingen ontwerp

In tabel 22 zijn een aantal extreme waarden dik gedrukt, dit zijn de onderdelen die nog worden aangepast of onderdelen met bijzonderheden.

Liggers wangen HEA100

De belasting is in de ontwerpfase verkeerd bepaald, daarnaast is de constructie breder geworden waardoor er meer buigmoment op de profielen komt.

In het ontwerp zijn alleen de profielen aan de onderkant van de wangen nog zwaarbelast, alleen voor deze profielen is een alternatief noodzakelijk. De HEA100 profielen worden vervangen door IPE260 profielen, deze hebben door de hoge midden flank meer weerstand tegen buiging. Voor details, zie bijlage III.3.1.

Perskoker 30x30x3

Onder de zwaarste belasting, waarbij er langs een of beiden zijden van het persvlak een ongelijkheid is, zullen de kokers plastisch vervormen. Omdat dit een situatie is die eigenlijk niet voor mag komen en dit alleen plaats vindt bij het werken op maximale druk, is besloten deze vervorming toe te staan.

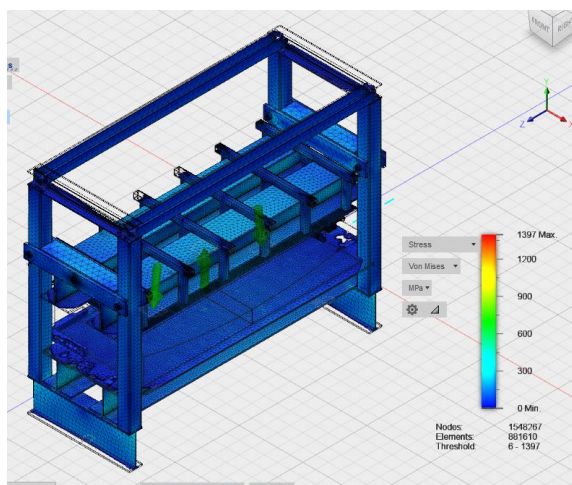
Bij de normale situatie, waarbij er minstens een vlak van een halve meter breed wordt ondersteunt, blijft de buigspanning ver binnen de eisen. Bijlage III.3.1 toont meer details over deze beslissing.

Pers-pen 40x210

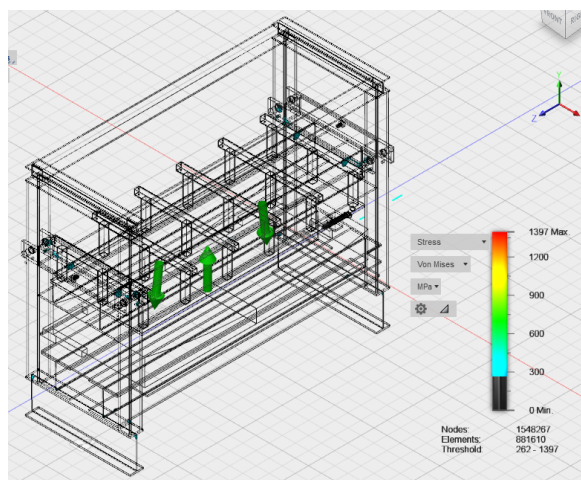
Bij de maximale werklast hebben de pers-pennen een veiligheidsmarge van 1.22, dit is lager dan de gestelde eis van 1.5. De veiligheidsmarges zijn berekend voor onderdelen van eenvoudig constructiestaal, voor de pers-pennen en lager-bussen dient een staalsoort met een hogere vloeigrens gebruikt te worden.

7.4 FEM-analyse eindontwerp

De laatste controle van het ontwerp is het uitvoeren van een FEM-analyse over de gehele constructie. In bijlage III.4 zijn verschillende weergaven van deze analyse te vinden. De 3 belangrijkste weergaven zijn hieronder geplaatst.



FIGUUR 24: FEM-ANALYSE EINDONTWERP



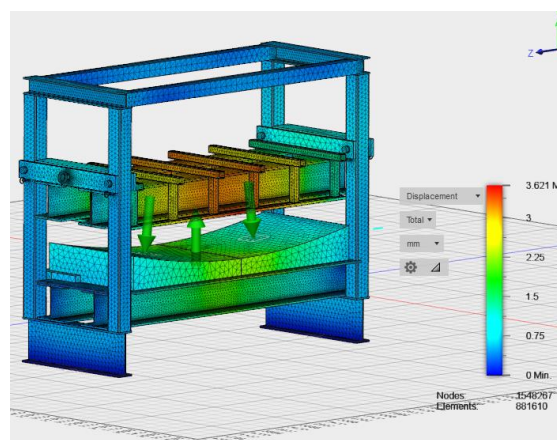
FIGUUR 23: FEM-ANALYSE EINDONTWERP, 250MPa+ SPANNING

Figuur 24 toont de totale spanning in het eindontwerp, de hoogst optredende spanningen worden beter zichtbaar in figuur 25. De berekende piekspanningen in de constructie liggen op de randen van de inklemming en de positioneerpenen. Deze spanningen zijn te lokaal voor de verfijning van het model, de spanning in de rest van het systeem komt niet boven de 250 MPa uit.

Figuur 25 toont de verwachte vervorming van het systeem. Deze komt onder maximale belasting tot 3.6mm, dit is meer dan de gestelde grenswaarde van 2mm. Deze extra

vervorming is te verklaren doordat alle spanningen en onderdelen van het model nu zijn meegenomen.

Daarnaast kan geconcludeerd worden dat het vervangen van de HEA100 pofielen zijn werk heeft gedaan. De aanname uit de FEM-analyse is dat, ondanks de extra vervorming, de constructie voldoende stijfheid en sterkte biedt om in gebruik te nemen en dat de handberekeningen betrouwbaar zijn. Daarnaast is de simulatie gebaseerd op de maximaal mogelijke belasting, welke bijna twee keer zo hoog ligt als de normale werkbelasting.



FIGUUR 25: VERVORMINGEN EINDONTWERP

8. Resultaten

Aangekomen bij het hoofdstuk resultaten is het definitieve ontwerp van de machine bekend. In dit hoofdstuk worden de volgende punten weergegeven: definitieve onderdelenlijst, voorlopige begroting en afbeeldingen van het eindontwerp.

8.1 Definitieve onderdelenlijst

TABEL 23: ONDERDELENLIJST PERS

Metalen	Aantal	Afmetingen	Dikte (mm)	Extra
I-profiel	4	HEA220x2000		
I-profiel	2	HEA100x800		
I-profiel	2	IPE260x800		
Koker	4	100x100x1500	10	
Koker	50	30x30x700	2	
Koker	2	120x120x600	10	
Koker	2	80x80x1900	4	
Koker	6	40x40x740	3	Boren (7mm) 2x
Koker	12	40x40x210	3	
Koker	4	40x40x300	3	
As (massief)	4	40x220		
As (massief)	4	15x200		Boren (7) mm 1x
Staalstrip	4	100x800	20	Boren (40mm) 2x
Staalplaat	1	800x200	8	
Staalplaat	1	1750x700	2	Boren (7mm) 6x
Staalplaat	1	1700x740	2	Boren (7mm) 12x
Staalplaat	2	1700x700	2	
Staalplaat	1	1800x750	10	
Overig	Aantal	Specificatie		
Press bladder	1	1700x600		
Elektrische lier	1	5000N		
Lierkabel	1	10m 5000N		
Lierhaak	2	5000N		
Hijsoog	2	5000N		
Keerwiel	2	5000N		
Warmtemat	2	1700x600		
Veren	12			
Spindel met klem	1	28mm		
MDF-plaat 15mm	1	1750x700		

8.2 Voorlopige begroting

Onderstaande begroting is gemaakt op basis van actuele prijzen van onderdelen en verschillende offertes, te vinden in bijlage III.1. De begroting geeft een schatting van de basiskosten van de machine, voorlopig voldoende voor de opdrachtgever. De kosten voor het boren en de warmtematten zijn een inschatting omdat deze offertes op het moment van schrijven nog open staan.

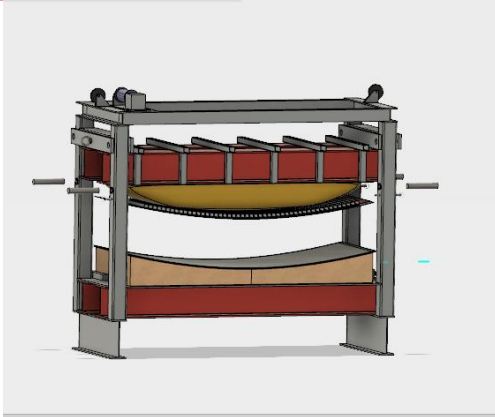
TABEL 24: VOORLOPIGE BEGROTING PERS

Onderdeel	Aantal	Prijs/stuk	Totaal	Opmerking	Bron
Staaldelen	1	€ 1.631,17	€ 1.631,17		Bijlage III.1
Boren	1		€ 500,00	Inschatting	N.v.t.
Press bladder	1	€ 1.300,00	€ 1.300,00		Bijlage III.2
Lier	1	€ 171,60	€ 171,60	Inclusief kabel en haak	Bron 4, Hugo Schipper
Lierhaak	1	€ 6,50	€ 6,50		Bron 6, Staalkabelstunter
Hijsoog	2	€ 6,64	€ 13,28		Bron 3, Hijsgob
Keerwiel	2	€ 10,22	€ 20,44		Bron 5, Kabelschijven
Warmtemat	2	€ 500,00	€ 1.000,00	Inschatting	
Veren	12	€ 8,40	€ 100,80	250mm	
Klemspindel	1	€ 28,64	€ 28,64		Bron 1, Baptits
MDF-plaat	1	€ 14,87	€ 14,87		Bron 2, Gamma
Totaal			€ 4.787,30		
Leveringskosten	5%		€ 239,37		
Onvoorziene kosten	10%		€ 478,73		
Totaal geheel			€ 5.505,40		

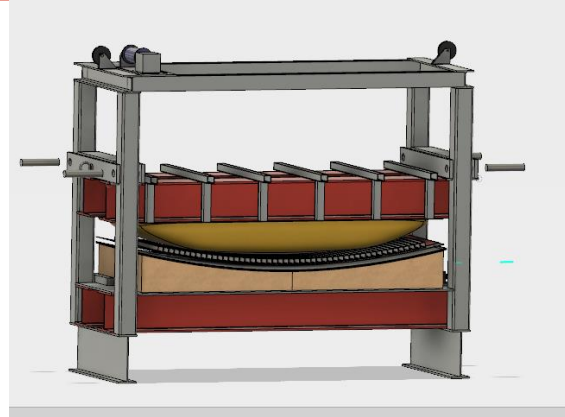
8.3 Afbeeldingen eindontwerp

Onderstaand zijn afbeeldingen van het eindontwerp weergegeven, er zijn meerdere situaties afgebeeld die de werking van de machine tonen. De veren en de lierkabel zijn niet afgebeeld, Autodesk Fusion 360 heeft nog geen functie om deze automatisch in lengte te variëren. Ook de bladder (in geel afgebeeld) is in deze figuren altijd opgeblazen vanwege software beperkingen, normaal zou deze alleen bij stand 3 opgeblazen zijn.

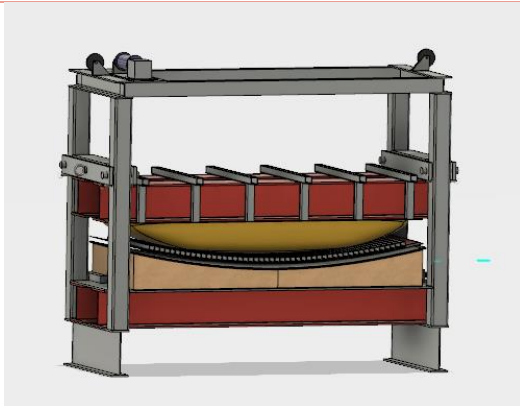
TABEL 25: FIGUREN EINDONTWERP EN WERKING



Stand 1: open voor onderhoud/ wisselen



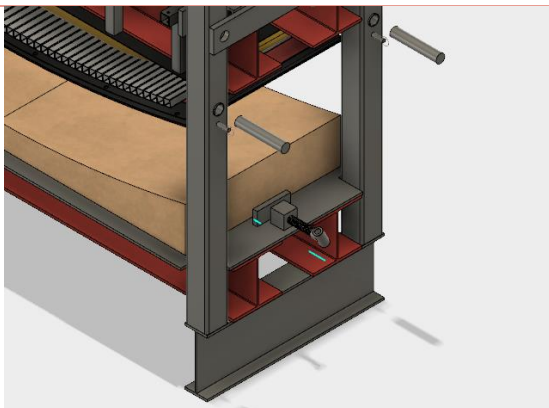
Stand 2: Positioneren bovendeel (lier vieren)



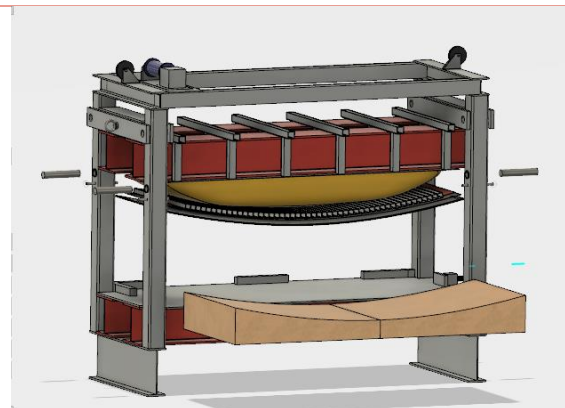
Stand 3: Sluiten en klemmen, klaar voor het persen



Stand 4: alles omhoog, mallen wisselen



Stand 5: Spindel van de mallen losdraaien



Stand 6: Wisselen van de mallen

9. Conclusie

In de conclusie wordt eerst de hoofdvraag benoemd, en daarna met behulp van de deelvragen beantwoord. De hoofdvraag: “Wat is een ontwerp van een modulaire pneumatische pers voor de productie van (kitesurf)boards, dat voldoet aan de eisen en wensen van Lieuwe”.

Het eindontwerp van de machine is te vinden in paragraaf 8.3, pagina 41. In onderstaande deelvragen wordt de hoofdvraag verder uitgewerkt.

9.1 Wat zijn de specificaties en kritieke punten van de huidige pers?

Uit hoofdstuk 5 is gebleken dat de huidige pers uit vier belangrijke subdelen bestaat die ieder het eindontwerp beïnvloeden. De belangrijkste beperkingen in het ontwerp zijn:

De algemene stijfheid van de constructie

De constructie is niet voldoende berekend op de krachten die vrijkomen bij het persen, de interne spanningen en vervormingen liggen daardoor ver buiten de gestelde eisen.

Persmechaniek en oppervlak

De perskracht wordt opgewekt door twee aan de uiteinden afgeknelde brandweerslangen, de afmetingen van de brandweerslangen beperken de maximale breedte van het oppervlak. Daarnaast zijn de persvlakken met een lengte van 1500mm te kort om aan de nieuwe eisen te voldoen.

Lift- en klemmechaniek

De spreiding van de twee persvlakken wordt verzorgd door twee luchtbalgen, ook gemaakt van brandweerslang. Deze luchtbalgen kunnen maar zeer beperkt uitzetten, de spreiding van de persvlakken komt hiermee niet boven de 70mm. Tijdens het persen zijn de balgen leeg en wordt het zwevende bovendeel met stalen kokers tegen de wangconstructie geklemd, deze manier van klemmen maakt het onmogelijk om de slag van de balgen simpelweg te vergroten.

9.2 Hoe wordt de nieuwe constructie vormgegeven?

Het einde van hoofdstuk 5 vormt alle criteria voor het nieuwe ontwerp, voor het vervolgproces in hoofdstuk 6 wordt het ontwerp in vier onderdelen verdeeld:

- Frame;
- Persdeel onder;
- Persdeel boven;
- Klem en liftmechaniek.

Deze vier onderdelen worden een voor een ontworpen in bovenstaande volgorde, na iedere ontwerpstap worden meer criteria voor het vervolgon ontwerp vastgezet. Op deze manier volgt aan het einde een compleet en functioneel eindontwerp.

Om de omvang van het project iets te beperken mogen er twee goed functionerende principes uit het huidige ontwerp blijven staan, namelijk:

- Temperatuurregeling door middel van silicone warmtematten;
- Grove opbouw van het persframe.

9.3 Welke oplossingen zijn er en welke voldoen aan de gestelde eisen en wensen?

Alle overwogen oplossingen zijn te vinden in hoofdstuk 6, de volgende oplossingen zijn gebruikt voor het ontwerp:

Frame

Het frame zal bestaan uit een basis van vier lange I-profielen van het type HEA220, deze I-profielen worden ingesloten door een wang-constructie aan beide uiteinden. De wangen bestaan uit twee lange kokers van het type 100x100x10, aan de onderkant een I-profiel met een lange midden flank van het type IPE260 en aan de bovenzijde een I-profiel van het type HEA100.

Eisen en wensen	Toelichting	Voldaan/niet voldaan
Ruimte voor 2 persdelen	Afmeting 1800x700	Voldaan
Maximale doorbuiging	2mm	Deels voldaan
Geen plastische vervorming	137MPa	Voldaan
Zelfstandige montage mogelijk	Lasverbindingen	Voldaan
<i>Spreiding van de persvlakken</i>	Voldoende ruimte	Voldaan
<i>Eenvoud</i>	4 verschillende onderdelen	Deels voldaan

Persdeel onder

Het persdeel onder is een constructie waarbij de basis wordt gecreëerd door een dikke vlakke plaat met (houten) mallen. Deze mallen bepalen de vorm van het persvlak en kunnen worden uitgenomen en verwisseld, de vlakke plaat is voorzien van een positioneringssysteem en een mechanische klem. De mallen worden afgedekt door twee staalplaten met de verwarmingsmat in het midden.

Eisen en wensen	Toelichting	Voldaan/ niet voldaan
Persvlak minimaal 1700x700	1700x700	Voldaan
Homogene drukverdeling	Volledige ondersteuning	Voldaan
Regelbare temperatuur 30 tot 150°C	Via warmtemat	Voldaan
Kromming in het persvlak -10° tot 10°	Via mallen	Voldaan
<i>Modulaire kromming</i>	Via wisselsysteem	Deels voldaan
<i>PLC programmeerbaar</i>	Niet mogelijk	Niet voldaan

Persdeel boven

De bovenzijde van de pers moet niet alleen het tweede persvlak vormen maar ook de gevraagde perskracht verzorgen. De perskracht wordt opgewekt door een forse, op maat gemaakt luchtzak met een grote slag. De luchtzak wordt aan de bovenzijde tegen een vlakke plaat bevestigd, de onderkant van de zak vormt zich tijdens het persen naar de contour van het persdeel onder. Op deze manier kan het persdeel boven universeel worden gebruikt voor iedere gewenste vorm.

Om de druk over de gehele breedte van het persvlak te garanderen en de bladder te beschermen, wordt tegen de onderzijde een rij met kleine kokers geplaatst. Onder de kokers komt vervolgens de warmtemat en een dunne vlakke staalplaat welke als persvlak wordt gebruikt. De staalplaat wordt met lange veren tegen de liggers geklemd en houdt het geheel bij elkaar.

Eisen en wensen	Specificatie	Voldaan/ niet voldaan
Minimale perskracht, 375kN	Tot 714kN	Voldaan
Pneumatisch persmechanisme	Via luchtzak (bladder)	Voldaan
Homogene drukverdeling	Via luchtzak (bladder)	Voldaan
Regelbare temperatuur 30 tot 150°C	Via warmtemat	Voldaan
Kromming gelijk aan persdeel onder	Altijd door luchtzak (bladder)	Voldaan
PLC programmeerbaar	Mogelijk via digitaal ventiel	Deels voldaan
Modulaire kromming van het persvlak	Automatisch via luchtzak	Voldaan
Perskracht tot 500kN	Tot 714kN mogelijk	Voldaan

Lift- en klemmechanisme

Voor het liftmechanisme wordt gebruik gemaakt van een elektrische lier welke bovenop de constructie wordt gemonteerd. Op de liertrommel worden twee kabels bevestigd welke beide naar een zijde van het bovendee worden geleid. Via hijsogen worden de kabels met het bovendee verbonden.

Het bovendee wordt door middel van stalen assen in de staanders van de wangen geklemd. Omdat de passing van dit klemsysteem erg krap is, moet het bovendee exact worden gepositioneerd. Deze positionering wordt gedaan door middel van borgpennen waar het bovendee op steunt wanneer het liftsysteem is uitgeschakeld.

Eisen en wensen	Specificatie	Voldaan/ niet voldaan
Demontabel	Liftsysteem: via haak	Voldaan
	Klemsysteem: via assen	Voldaan
Verstelbaar	Liftsysteem: via lier	Voldaan
	Klemsysteem: via meerder gaten	Deels voldaan
Geen vervorming	Klemsysteem: max 213 MPa	Voldaan
Spreiding minimaal 300mm	Liftsysteem: tot 500+mm	Voldaan
Spreiding tot 500mm	Liftsysteem: tot 500+mm	Voldaan
PLC programmeerbaar	Liftsysteem: elektronische schakeling lier	Deels voldaan
	Klemsysteem: handmatig wisselen	Niet voldaan

9.4 Hoe functioneert het eindontwerp?

Het eindontwerp volgt uit de detailfase, hoofdstuk 7, de vormgeving en werking is geïllustreerd in paragraaf 8.3

9.5 Hoe wordt het ontwerp gerealiseerd?

De resultaten geven weer hoe het ontwerp moet worden gerealiseerd. In hoofdstuk 8 is een onderdelenlijst gegeven met een voorlopig kostenplaatje en mogelijke leveranciers. Alle technische tekeningen van de machine zijn na de realisatiefase ook voltooid. In hoofdstuk 10 volgen aanbevelingen voor het produceren van de machine, dit was niet haalbaar binnen de projectgrenzen.

10. Aanbevelingen

Het volgende hoofdstuk is bedoeld voor de opdrachtgever, Lieuwe Boards, en geeft informatie over de mogelijke vervolgstappen van het project en een advies over het gebruiken van de inhoud van het rapport.

10.1 Aanbeveling inhoud

De inhoud van dit rapport kan worden gezien als leidraad voor het vervolgen van het project. Het eindresultaat en de conclusies vormen een basis en een advies voor het detailleren produceren van een nieuwe machine. De overige overwegingen en concepten uit het rapport kunnen worden gebruikt ter inspiratie voor het project of voor een project in de toekomst. Belangrijk is dat deze concepten niet uitgewerkt en gedetailleerd zijn, wat betekend dat deze dus nog rekenfouten of ongeldige aannames kunnen bevatten.

10.2 Aanbeveling vervolgproject

Indien Lieuwe Boards besluit het project te vervolgen, zijn er een aantal zaken waar rekening mee gehouden dient te worden. Het is belangrijk om te weten dat het project nog niet volledig is afgerond en dat niet alle noodzakelijke onderdelen binnen de projectgrenzen vielen. Voordat de machine geproduceerd en gebruikt wordt, worden in ieder geval de volgende onderdelen nog aanbevolen:

Bouwtekeningen en instructies

Van het 3d ontwerp kunnen bouw en constructietekeningen worden geproduceerd, deze zijn nodig om de constructie te assembleren en om onderdelen (extern) te laten bewerken. Bij de bouw en constructietekeningen dienen ook de toleranties en de minimum eisen aan de verbindingen te worden gegeven, vooral het onjuist lassen kan de kracht van de constructie negatief beïnvloeden.

Veiligheidscontrole en certificering

Het wordt sterk aanbevolen om de huidige constructie te meten aan de officiële CE-markeringen en NEN-normen, bijvoorbeeld NEN3140 voor elektrische veiligheid. Dit viel buiten de projectgrenzen maar is van belang voor de veiligheid en de verzekering van de werknemers.

11. Evaluatie

Tot slot een terugblik op de gebruikte methoden en het resultaat. In dit hoofdstuk wordt kort en bondig het project geëvalueerd, zowel de sterke en zwakke punten in het onderzoek komen naar boven. Eerst wordt de gebruikte methode en werkwijze beoordeeld en vervolgens komen de gemaakte fouten aan bod. Het doel van de evaluatie is het verbeteren van het onderzoek in het vervolg en het aantonen van de sterke en zwakke punten in het project.

11.1 Methodiek en werkwijze

Voor de aanpak van het project is in samenwerking met de opdrachtgever een ontwerpstrategie ontwikkeld. Het belangrijkste van deze ontwerpstrategie is het splitsen van de machine in verschillende subdelen. Omdat de machine uit meerdere delen bestaat die elkaar sterk beïnvloeden, werd getracht het project op deze manier meer tempo te geven.

Het doel was dan ook om, nadat de basis was vastgesteld, te starten met het subdeel dat het meest bepalend zou zijn voor het gehele ontwerp. Zodra dit subdeel was voltooid kon het volgende meest invloedrijke subdeel worden ontworpen. Op deze manier werd het aantal vrij te kiezen onderdelen in het ontwerp verkleind en het idee was dat er minder snel constructieve problemen aan bod zouden komen.

Terugkijkend op deze strategie kunnen 2 standpunten worden aangenomen:

Het splitsen van de machine heeft de vrijheid van de ontwerper te veel beperkt.

In feite wordt door het vaststellen van onderdelen in het totaalontwerp de keuze van de overige delen beperkter of soms zelfs onmogelijk. Een ontwerpstrategie waarbij alle onderdelen en functies altijd de volledige vrijheid krijgen had (meer) alternatieve oplossingen kunnen bieden. De keerzijde is echter dat er voor veel functies of onderdelen in de machine te veel vrijheidsgraden waren om binnen korte tijd tot een sterk concept te komen.

Het bepalen van de volgorde binnen de ontwerpstrategie is te cruciaal voor het eindresultaat.

Zodra de ontwerper heeft bepaald welk subdeel hij als eerst zal ontwerpen kan dit veel beperkingen opleggen voor het verder ontwerp. Natuurlijk heeft de volgorde van het ontwerpen daarom veel invloed het eindresultaat, en had het eindresultaat anders, en misschien zelfs beter kunnen zijn bij een alternatieve volgorde.

De ontwerper en opdrachtgever zijn echter van mening dat de gebruikte volgorde voor het beste resultaat heeft gezorgd, omdat de grootste uitdagingen in het ontwerp met de meeste vrijheidsgraden als eerst zijn gekozen.

11.2 Gemaakte fouten

Tijdens het project zijn er aantal punten geweest waar het proces vertraging heeft opgelopen door een foute aanname of berekening die wellicht te overkomen was. Dit is vooral de oorzaak geweest van het niet structureel en duidelijk bijhouden van de ontwerpstappen.

In de zoektocht naar alternatieve oplossingen is heel veel naslagwerk op internet gedaan. Het internet is een vluchtig medium waar veel verschillende informatie in een korte tijd te vinden is. Bij het zoeken naar inspiratie of oplossingen bleek het soms lastig om de nuttige informatie snel en goed op te slaan. Tijdens de ontwerpfase was het daarom vaak lastig om deze informatie terug te vinden, een zorgvuldige en gestructureerde werkwijze hadden dit kunnen voorkomen.

Een vergelijkbare fout deed zich voor bij het maken van eenvoudige berekeningen voor de constructie, vaak zijn deze op klad gemaakt of er werd een rekenhulp gemaakt in Excel. Deze berekeningen leken vaak eenvoudig en daarom

werd er niet te veel tijd besteed aan een verzorgde documentatie. Gedurende het project werd duidelijk dat het veel tijd kostte om deze informatie weer terug te halen en te herleiden, dit zorgde af en toe voor dubbel werk en een enkele keer voor een slordigheidsfout. Een voorbeeld hiervan is het vervangen van de HEA100 profielen tijdens de detailfase (paragraaf 7.3.1.1), meer zorgvuldigheid had deze fout eerder aan het licht kunnen brengen.

11.3 Terugblik

Als afsluiting wordt nog kort aandacht besteed aan de mening van de ontwerper achteraf.

De strategie en aanpak van het project was vanaf het begin gebaseerd op het ontwerpen van een machine die vooral sterk genoeg was. In de ontwerpfase zijn alle belastingen grof en overdreven bepaald, maar is de constructie vervolgens exact op deze uitkomsten ontworpen. Achteraf was het wellicht sneller en beter geweest om in de ontwerpfase de keuze van de onderdelen juist ook te overdrijven en in de detailfase pas naar besparingen te zoeken. Het voordeel van deze aanpak zou kunnen zijn dat er minder wijzigingen in de detailfase nodig zijn, waardoor het project eerder afgerond is.

12. Bronnen- en Literatuurlijst

12.1 Literatuurlijst

Hibbeler, R.C. (2006). *Sterkteleer*. Amsterdam: Pearson Education.

Hoogland, e.a. (2015). *Rapport over rapporteren*. Groningen: Noordhoff.

Kals, H.J.J. (2007). *Industriële productie*. Amsterdam: Academic Service.

Souren, e.a. (2012). *Ontwerpen van technische innovaties*. Groningen: Noordhoff.

12.2 Bronnenlijst

Ref nummer	Bron	Datum raadplegen
1	www.atlinc.com	05-12-2016
2	www.baptist.nl/houtbewerkers/werkplaatsinrichting/werkbank-en-werkplaats-toebehoren/peaktool-werkbankspindel-340-mm	05-12-2016
3	www.bs-rollen.de/nl/voortgangstechniek/toebehoren-voor-kleine-en-lichte-rollenbanen/	05-12-2016
4	www.camperforum.nl/viewtopic.php?f=7&t=8440592	05-12-2016
5	www.circuitsonline.net/forum/view/111186	05-12-2016
6	www.fhtperslucht.nl/pagina/FESTO-DNC-PPVA-32-63	05-12-2016
7	www.fine-tools.com/spindel.html	05-12-2016
8	www.gamma.nl	05-12-2016
9	www.guttersupply.com/p-sheet-steel-sheet.gstml	05-12-2016
10	www.hijsjob.nl	05-12-2016
11	www.hugoschipper.nl	05-12-2016
12	www.imaatverhuur.nl/steigers--trappen/index.html	05-12-2016
13	www.kabelschijven.nl/product/kabelschijf-met-beugel-80-mm-4000-newton/	05-12-2016
14	www.lineairegeleiding.nl/lineaire-geleiding-met-profielrail/loopwiel-geleiding	05-12-2016
15	www.schuifpoortopeners.nl/Tandrail_ nylon_ stalenkern_ glasvezelversterkt	05-12-2016
16	www.staalkabelstunter.com/bevestiging/hijshaken/	05-12-2016
17	www.tools2go.nl/7264845/assteunen-2-ton-bokken-verstelbaar-x-2	05-12-2016
18	www.weinig.com/en/panel-processing/horizontal-panel-cutting-saws/tectra-series/holzher-horizontal-panel-beam-saw-tectra-6120-lift.html	05-12-2016

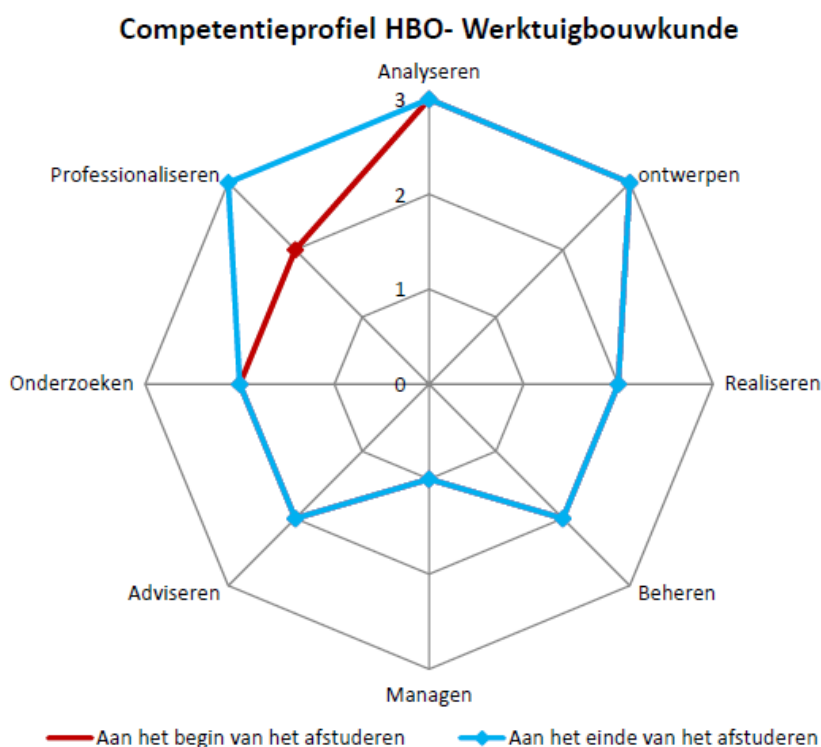
19	www.westmarine.com/trailer-jacks	05-12-2016
20	www.wonenvoormannen.nl/hebben/vintage-crank-tafel	05-12-2016
21	www.zeg-holz.de/Moebelbeschlaege/Beschlaege-f-Bett-u-Polstermoebel/Verbindungsbeschlaege-fuer-Betten-Bettbeschlaege/Springaufbeschlag.html	05-12-2016

13. Bijlagen

Zie bijlagenrapport

14. Reflectieverslag

Eén van de doelen tijdens het afstuderen is het ontwikkelen van de HBO-competentie “professionaliseren” op niveau 3. Daarnaast moet worden aangetoond dat 2 andere competenties op het verplichte niveau zijn gebleven. Onderstaande afbeelding geeft in een spinnenweb de competentieniveaus weer:



FIGUUR 26: SPINNENWEB COMPETENTIES WERKTUIGBOUWKUNDE

14.1 Competentieoverzicht voorafgaand

Een overzicht van alle competentie en het niveau voorafgaand aan het afstuderen.

Analyseren:

Ik ben tijdens mijn 2^e stage bij Hycos op zoek gegaan naar een universele en innovatieve methode om “active heave compensation” op een offshore kraan te installeren. Dit project moest worden opgestart vanuit de basis waarbij ik het de oplossing aandroeg aan Hycos (in deze situatie de klant), het prototype voor het systeem werkte met naar wens van Hycos. Het pakket van eisen was juist opgesteld en de verwachte doelstelling werd behaald, omdat de oplossing niet complex was en nog nergens werd toegepast toets ik deze competentie op niveau 3.

Ontwerpen:

Tijdens H3.2 heb ik met mijn projectgroep een “in wheel drive and brake system” ontworpen voor de living labs, toepasbaar op de raceauto van “the Formula Cruisers”. We kwamen op een innovatieve oplossing uit maar hadden het dynamische model nog niet helemaal correct, daarom beoordeel ik de competentie op niveau 2.

Realiseren:

In 2013-2014 was ik hoofdverantwoordelijk voor de bouw van 2 nieuwe (houten) zeilschepen geschikt voor de zeilschool waar ik actief was. Ik heb ervoor gezorgd dat alle probleempunten uit de huidige vloot werden aangepakt en er passende oplossingen voor kwamen. Na intensief contact met de jachtbouwer en belanghebbers zijn de schepen geproduceerd. Niveau: 2

Beheren:

Tijdens mijn 1^e stage bij Ampelmann maakte ik vanuit de rol van “operator planner” een deel van de personeelsplanning compleet en schreef ik een aantal Excel files om processen te automatiseren. Tijdens de vakantie van een van de werknemers heb ik 2 weken al zijn taken overgenomen, daarom geef ik mijzelf competentie niveau 2.

Managen:

Tijdens mijn studie organiseerde ik een symposium over techniek en de toekomst, ik was verantwoordelijk voor alle externe betrokkenen. Ik hield nauwkeurig bij wat de belangen en bijdragen waren van alle partijen. Hierdoor heb ik niveau 2 behaald.

Adviseren:

Ter afronding van mijn 2^e stage bij Hycos heb ik een adviesrapport geschreven waarmee het bedrijf het prototype kon verbeteren en de feedback van het 1^e contact met een potentiële klant mee kon nemen. Niveau: 1.5

Onderzoeken:

In WH3.1 nam ik deel aan het project “water voor Gaza” om een duurzame methode te ontwikkelen voor waterzuivering in de Gazastrook. Wij deden onderzoek naar de mogelijkheden tot het gebruiken van omgekeerde osmose en andere alternatieven. niveau 2

Professionaliseren:

In mijn minorruimte heb ik het schakelprogramma naar de mechanical engineering masters gedaan op de TU. Hier heb ik op academisch niveau geleerd om te gaan met alle werktuigbouwkundige aspecten. Niveau 2

14.2 Competenties na het afstuderen

Tijdens het afstuderen is de competentie “professionaliseren” naar niveau 3 gestegen, daarnaast is onderbouwd waarom “ontwerpen” niveau 3 heeft bereikt en waarom “adviseren” op niveau 2 is gekomen. De competenties zijn gemeten volgens de STARR (Situatie, Taak, Activiteiten, Resultaat, Reflectie) methode en zijn onderstaand verder uitgewerkt. De competenties en de behaalde niveaus zijn getoetst volgens “Competentie-niveaus HHS-TIS- opleiding Werktuigbouwkunde” (dr. Ir. F.M. de Wit d.d. 28-05-2015).

14.2.1 Professionaliseren

Niveau 3: ontwikkelen van complexe vaardigheden nodig in het werktuigbouwkundige werkveld:

- Aard van de taak: complex, ongestructureerd, verbetert methoden en past normen aan de situaties aan
- Aard van de context: onbekend; complex, multidisciplinair in de praktijk
- Mate van zelfstandigheid: zelfstandig

Situatie: Verantwoordelijk voor het aanpakken van een complexe ontwerpopdracht tijdens een fulltime stage van 17 weken. De opdrachtgever heeft een doel voor ogen en een basis voor het pakket van eisen en wensen.

Taak: Na 17 weken moet het project in de afrondingsfase zijn, en de verantwoordelijkheid voor de aanpak, inhoud en planning lag volledig bij mij.

Activiteiten: volgens deelcompetentie 8a: “Op zelfstandige wijze een onbekend en complex leerdoel en leerstrategie bepalen en uitvoeren in een multidisciplinaire context en het resultaat terugkoppelen naar het leerdoel”. Het analyseren van het bestaande probleem, vanuit dit resultaat concrete doelstellingen en een aanpak voor het project opstellen (hoofdstuk 5). Vervolgens het zelfstandig uitvoeren en terugkoppelen van de stappen benodigd voor het creëren van een succesvol ontwerp (hoofdstuk 6 en 7).

Volgens deelcompetentie 8e: “Zelfstandig kunnen reflecteren op eigen onbekende en complexe handelen, denken en resultaten in een multidisciplinaire context”. Het zelfstandig voltooien van een ontwerpopdracht waarbij meerder complexe problemen moeten worden opgelost. Ik was verantwoordelijk voor het creëren van (innovatieve) oplossingen (hoofdstuk 6) voor deze problemen en het kiezen van de oplossing op basis van technisch inzicht en het toetsen aan de opgestelde eisen en wensen.

Resultaat: Na 17 weken is een ontwerp tot stand gekomen welke voldoet aan alle gestelde eisen en het grootste deel van de wensen (hoofdstuk 9). De opdrachtgever is zeer tevreden met het resultaat en het ontwerp gaat hoogstwaarschijnlijk geproduceerd worden.

Reflectie: In hoofdstuk 11 is een uitgebreide evaluatie gemaakt van het project. Hoewel het resultaat zeer goed overeenkomt met de eisen en wensen hebben enkele momenten van onzorgvuldigheid het project wel onnodig vertraagd. Het maken van een fout in de statische belasting op een onderdeel zorgde bijvoorbeeld voor een noodzakelijke aanpassing in de detailfase, dit had voorkomen kunnen worden. Uit mijn afstudeerscriptie, ondersteund door bovenstaand voorbeeld wordt duidelijk dat ik competentie-niveau 3 heb bereikt.

14.2.2 Ontwerpen

Niveau 3: ontwerpen van complexe werktuigbouwkundige functies:

- Aard van de taak: complex, ongestructureerd, verbetert methoden en past normen aan de situaties aan
- Aard van de context; complex, multidisciplinair in de praktijk
- Mate van zelfstandigheid: zelfstandig

Situatie: voor het ontwerp van de persmachine is een variabele kromming of vorm van het persvlak gewenst. Hiermee kan een grote variëteit aan producten worden geproduceerd.

Taak: het creëren en ontwerpen van verschillende oplossingen om de vorm in het persvlak te variëren. Hierbij moest rekening worden gehouden met de overige eisen aan de constructie en de haalbaarheid van het concept.

Actie: deelcompetentie 2b: “Maken van gedetailleerde complexe ontwerpen aan de hand van de gekozen onbekende en complexe en concept-oplossing (architectuur) in een multidisciplinaire context”. Het combineren van verschillende werktuigbouwkundige principes en technisch inzicht. Het opstellen van benodigde functies en het zoeken naar verschillende oplossingen. Daarna heb ik een aantal realistische concepten ontwikkeld en getoetst aan de eisen en wensen van de opdrachtgever.

Resultaat: het meest geschikte concept is gekozen en uitgewerkt, met dit concept heb ik de wens van Lieuwe gerealiseerd.

Reflectie: Ik heb zelfstandig een van de grootste uitdagingen van het ontwerp opgelost, en daarnaast meerdere alternatieven gegeven die in de toekomst nog kunnen worden gebruikt. Tijdens het afstuderen, bovenstaande als voorbeeld heb ik op deze manier competentie-niveau 3 behaald.

14.2.3 Adviseren

Niveau 2: adviseren over lastige werktuigbouwkundige projecten:

- Aard van de taak: complex, gestructureerd, past bekende methoden aan wisselende situaties aan.
- Aard van de context: bekend; complex, monodisciplinair, in de praktijk onder begeleiding
- Mate van zelfstandigheid: Begeleiding indien nodig

Situatie: Het schrijven van hoofdstuk 10 van de afstudeerscriptie (aanbevelingen), hoe moet de opdrachtgever het resultaat verwerken en wat zijn mogelijke stappen voor de toekomst?

Taak: Het beoordelen van de betrouwbaarheid en bruikbaarheid van het rapport, daarna de opdrachtgever adviseren voor de toekomst.

Aanpak: volgens deelcompetentie 8b: “Indien nodig onder begeleiding verhelderen van de bekende en complexe behoefte van de opdrachtgever”. Voor de aanbevelingen over de afstudeerscriptie heb ik mij verplaatst in de rol van de opdrachtgever, op basis van de inhoud van het rapport heb ik beoordeeld hoe betrouwbaar de informatie van het onderzoek is. Daarna heb ik vanuit de rol van de opdrachtgever bedacht welke stappen in de toekomst nodig zijn om het project succesvol af te ronden.

Resultaat: het resultaat is een heldere omschrijving over de betrouwbaarheid van verschillende onderdelen van het rapport en de genomen ontwerpstappen. Daarnaast zijn nog twee adviezen geschreven over de productie van de machine en de veiligheid voordat deze in gebruik wordt genomen.

Reflectie: Bovenstaand is een voorbeeld van een van de adviesrollen van mij tijdens het afstuderen, in feite is elke ontwerp of conceptkeuze onderbouwd met een keuzemethode en een advies. Door deze verschillende onderdelen heb ik competentie-niveau 2 bereikt tijdens het afstuderen.

Bijlagen

Afstudeerscriptie Huibert Winckers: “Ontwerp van een pneumatische pers”

DE HAAGSE HOGESCHOOL, VESTIGING DELFT

December 16, 2016

Opgesteld door: Huibert Eduard Pierre Winckers

Begeleider: dhr. L. Koeleman

Inhoud

ALGEMENE FORMULES EN SYMBOLEN	4
SYMBOLENLIJST:	4
VERGEET ME NIETJES	5
OVERIGE FORMULES	6
BIJLAGE I, TECHNISCHE SPECIFICATIES BOARDPERS LIEUWE.....	7
I.1 CONSTRUCTIE FRAME.....	7
BIJLAGE I.2 CONSTRUCTIE PERSDEEL BOVEN.....	8
BIJLAGE I.3 PERSDEEL ONDER	9
BIJLAGE I.4 AFBEELDING HUIDIGE PERSMACHINE	10
BIJLAGE II, ONTWERPFASE	11
BIJLAGE II.1 ONTWERPEN VAN HET FRAME	11
HOEKPROFIEL:	12
I-PROFIEL:	12
U-PROFIEL:	12
CONCLUSIE:	13
BIJLAGE II,2 PERSWANGEN	14
BIJLAGE II.2.1 ONTWERPEN STAANDERS	15
BIJLAGE II.3 ONTWERPEN VAN DE PERSKOKERS	16
BELASTINGSITUATIE:	16
BIJLAGE II.4 KLEMMEN MET RONDE PEN	17
BEPALEN BELASTING EN PEN-DIAMETER	17
BIJLAGE II,5 LIFTMECHANIEK	19
ONTWERPEISEN:	19
TECHNISCHE EISEN:	19
CONCLUSIE	21
BIJLAGE III, DETAILFASE	22
BIJLAGE III.1 FEM-ANALYSES	22
BIJLAGE III.1.1 FRAME STIJFHEID	22
BIJLAGE III.1.2 VERBREDEN CONSTRUCTIE	23
BIJLAGE III.1.3 PIEKSPANNING KLEMVERBINDING.....	24
BIJLAGE III.2 DETAILLERING ONTWERPFASE	25
BIJLAGE III.2.1 ONTWERP VEERSTEUNEN	25
BIJLAGE III.2.2 ONTWERP MONTAGE LIER	25
BIJLAGE III.2.3 ONTWERP CONSTRUCTIE ONDERMAL	26
BIJLAGE III.2.4 POSITIONERINGSPENNEN BOVENDEEL.....	26
BIJLAGE III.2.5 VERBINDINGEN	26
BIJLAGE III.3 HERBEREKENING EN VEILIGHEIDSFACTOREN	29
BIJLAGE III.3.1 PROFIELEN MET BUIG EN SCHUIFSPANNING	29
BIJLAGE III.3.2 PERSKOKER	31
BIJLAGE III.3.3 TOPKOKER	32
BIJLAGE III.3.4 PERS-PEN	32

BIJLAGE III.3.5 POSITIONERINGSPEN	33
BIJLAGE III.3.6 STAANDER	33
BIJLAGE III.4 FEM-ANALYSE EINDONTWERP	34
BIJLAGE III. OFFERTES EN CONTACT MET LEVERANCIERS	35
BIJLAGE III.1 OFFERTE STAALHANDEL DEN HELDER	35
BIJLAGE III.2 E-MAIL CONVERSATIE ATL.....	37
Figuur 1: vergeet me nietjes	5
Figuur 2: wangen, huidige pers	7
Figuur 3: frame, huidige pers	7
Figuur 4:persdeel boven, huidige pers	9
Figuur 5: persdeel onder, huidige boardpers	9
Figuur 6: huidige persmachine zijaanzicht.....	10
Figuur 7: huidige persmachine, overzicht	10
Figuur 8: render huidige pers	10
Figuur 9: belasting perskoker	16
Figuur 10: belasting pennen	17
Figuur 11: concept pennen lengterichting	17
Figuur 12: pennen lengterichting	18
Figuur 13: concept U-inklemming	18
Figuur 14: belasting pennen U-inklemming	18
Figuur 15: FEM analyse frame stijfheid	22
Figuur 16: stijfheid constructie 2	22
Figuur 17: stijfheid constructie 3	23
Figuur 18: Stress bovendeeel situatie 1	23
Figuur 19: displacement bovendeeel situatie 1	23
Figuur 20: stress bovendeeel situatie 2	23
Figuur 21: displacement bovendeeel situatie 2	23
Figuur 22: stress bovendeeel situatie 3	24
Figuur 23: displacement bovendeeel situatie 3	24
Figuur 24: stress bovendeeel situatie 3.1	24
Figuur 25: FEM analyse klemverbinding	24
Figuur 26: binnenring	24
Figuur 27: FEM analyse klemverbinding 2	24
Figuur 28: voorbeeld veersteun.....	25
Figuur 29: overzicht ontwerp met lier.....	25
Figuur 30: close-up lierkabel en haak	25
Figuur 31: constructie ondermal	26
Figuur 32: constructie positioneringspennen	26
Figuur 33: belasting liggers HEA220.....	29
Figuur 34: afmetingen HEA220.....	29
Figuur 35: belasting HEA100	30
Figuur 36: afmetingen HEA100.....	30
Figuur 37: afmetingen IPE260	30

Figuur 38: belasting perskoker	31
Figuur 39: belasting perskoker 2.....	31
Figuur 40: belasting topkoker	32
Figuur 41: belasting pers-pen	32
Figuur 42: belasting positioneringspen	33
Figuur 43: belasting staander	33
Figuur 44: vervorming eindontwerp 3.....	34
Figuur 45: vervorming eindontwerp 4.....	34
Figuur 46: vervorming eindontwerp 2.....	34
Figuur 47: vervorming eindontwerp	34
Figuur 48: 250MPa+ spanning eindontwerp	34
Figuur 49: Totaalspanning eindontwerp.....	34
Tabel 1: symbolenlijst	4
Tabel 2: overige formules.....	6
Tabel 3: onderdelen frame.....	7
Tabel 4: specificaties frame	7
Tabel 5: I-profielen frame	8
Tabel 6: trekspanning strips	8
Tabel 7: onderdelen persdeel boven	8
Tabel 8: onderdelen persdeel onder	9
Tabel 9: ontwerpcriteria frame	11
Tabel 10: keuzetabel profielen frame	11
Tabel 11: afweging hoekprofiel	12
Tabel 12: afweging I-profiel	12
Tabel 13: afweging U-profiel.....	12
Tabel 14: herberekening U-profiel	13
Tabel 15: onderdelen perswangen.....	14
Tabel 16: keuze profielen perswangen.....	14
Tabel 17: belastingen staanders	15
Tabel 18: opties kokers.....	15
Tabel 19: keuze-overzicht perskoker	16
Tabel 20: afmetingen pennen	17
Tabel 21: afmetingen pennen	18
Tabel 22: specificaties pennen.....	18
Tabel 23: eisen en wensen liftmechaniek.....	19
Tabel 24: technische eisen liftmechaniek	19
Tabel 25: keuzematrix methoden voor liften.....	19
Tabel 26: Veiligheidsfactoren las, bron: www.mitcalc.com	27
Tabel 27: lasverbindingen in het ontwerp.....	27
Tabel 28: belastingen en eisen lasverbindingen.....	28

Algemene formules en symbolen

Symbolenlijst:

TABEL 1: SYMBOLENLIJST

Symbool	Naam	Eenheid
A	Oppervlak	mm ²
b,h,l,f,w,t	Dimensie eenheid	mm
D	Diameter	Mm
E	E-modulus	MPa
I	Traagheidsmoment	mm ⁴
k	Kilo	
M	Moment	N/m
N	Newton	
p	Druk	Pa
P of F	Kracht	Newton
Pa	Pascal	
q	Verdeelde kracht	N/m
W	Weerstandsmoment	mm ³
σ	Spanning	N/mm
τ	Schuifspanning	N/mm

Vergeet me nietjes

"BOUWCONSTRUCTIES": Ir. Romyn + Ir. Horreling 1952.

No.	Belastingsgeval	M_{max}	Max. Doorbuiging
1		M	$\frac{1}{2} \frac{ML^2}{EI}$
2		PL	$\frac{1}{3} \frac{ML^2}{EI}$
3		$\frac{1}{2} qL^2$	$\frac{1}{4} \frac{ML^2}{EI}$
4		$\frac{1}{6} pL^2$	$\frac{1}{5} \frac{ML^2}{EI}$
5		$\frac{1}{4} PL$	$\frac{1}{12} \frac{ML^2}{EI}$
6		$P \frac{ab}{L}$	$\frac{1}{27} (1 + a/L) \sqrt{3(1 - a^2/L^2)} \frac{ML^3}{EI}$
7		Pa	$\frac{1}{24} \left(3 - 4 \frac{a^2}{L^2} \right) \frac{ML^3}{EI}$
8		$\frac{1}{8} qL^2$	$\frac{5}{48} \frac{ML^3}{EI} = \frac{5984}{38400}$ Algemene benaderingsformule
9		$\frac{1}{27} pL^2 \sqrt{3} = 0,0642 pL^2$	$0,102 \frac{ML^3}{EI}$
10		$\frac{qb}{4} (L - b/2)$	$\frac{M}{48EI} \cdot \frac{8L^3 - 4Lb^2 + b^3}{2L - b}$
11		Pa	$f_1 = \frac{1}{8} \frac{ML^2}{EI}$ $f_2 = \frac{1}{6} \left(2 + 3 \frac{L}{a} \right) \frac{Ma^2}{EI}$
12		Pc	$f_1 = \frac{\sqrt{3}}{27} \frac{ML^2}{EI}$ $f_2 = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{L}{c} \right) \frac{Mc^2}{EI}$
13		$\frac{1}{2} qa^2$	$f_1 = \frac{1}{8} \frac{ML^2}{EI}$ $f_2 = \frac{1}{4} \left(1 + 2 \frac{L}{a} \right) \frac{Ma^2}{EI}$
14		$\frac{1}{2} qa^2$	$f_1 = \frac{\sqrt{3}}{27} \frac{ML^2}{EI}$ $f_2 = \frac{1}{12} \left(3 + 4 \frac{L}{a} \right) \frac{Ma^2}{EI}$

Fig. 5.05.02

- OKTAGON -

FIGUUR 1: VERGEET ME NIETJES

bron: <http://www.wetenschapsforum.nl/index.php/topic/126618-berekening-doorbuiging-en-vergeet-me-nietjes/>

Overige formules

TABEL 2: OVERIGE FORMULES

Nummer	Functie	Formule
1	Traagheidsmoment I-profiel	$I = \frac{bh^3 - (b-l)(h-2f)^3}{12}$
2	Buigspanning	$\sigma_b = \frac{Mb}{Wb}$
3	Weerstandsmoment I-profiel	$W_b = \frac{bh^3 - (b-l)(h-2f)^3}{6h}$
4	Weerstandsmoment koker	$Wb = \frac{bh^3 - (b-2w)(h-2w)^3}{12}$
5	Weerstandsmoment as	$Wb = \frac{\pi D^3}{32}$

Bijlage I, Technische specificaties boardpers Lieuwe

Overzicht van technische gegevens en specificaties van de huidige boardpers bij Lieuwe Boards.

I.1 Constructie frame

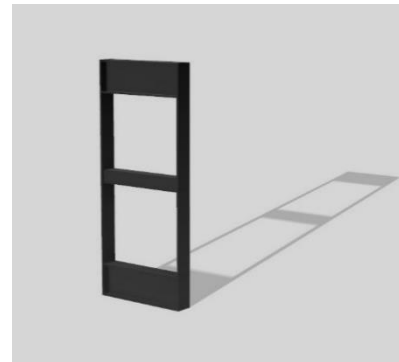
Overzicht onderdelen:

TABEL 3: ONDERDELEN FRAME

Onderdeel	Materiaal	Afmeting
Liggers		
I-profiel HEA160 (4x)	Staal S235	1800mm
Wangen		
I-profiel IPE120 (4x)	StaalS235	354mm
Strip 8mm (4x)	Staal S235	870 x 65 mm



FIGUUR 3: FRAME, HUIDIGE PERS



FIGUUR 2: WANGEN, HUIDIGE PERS

Belastingen

TABEL 4: SPECIFICATIES FRAME

Persdruk	7 bar	0.7MPa
Oppervlak	1500mmx500mm	750000mm ²
Kracht per kant	0.7MPa * 750000mm ²	525kN
Kracht liggers		
Verdeelde last q	$\frac{525kN}{1.5m}$	350kN/m
Kracht wangen		
Belasting op IPE120	$\frac{525kN}{2}$	262.5 kN
Verdeelde belasting q	$\frac{262.5kN}{0.35m}$	750kN/m

Spanning en doorbuiging, volgens formule 2 en figuur 1

TABEL 5: I-PROFIELEN FRAME

Onderdeel	Max moment	Doorbuiging	Buigspanning
HEA160	68.9 kN/m	6.9mm	328MPa
IPE120	11.75 kN/m	0.24mm	230MPa

Trekspanning strips

TABEL 6: TREKSPANNING STRIPS

Onderdeel	Oppervlak	Belasting	Trekspanning
Strip 8mm	65 x 8 = 520mm ²	262.5kN	482MPa

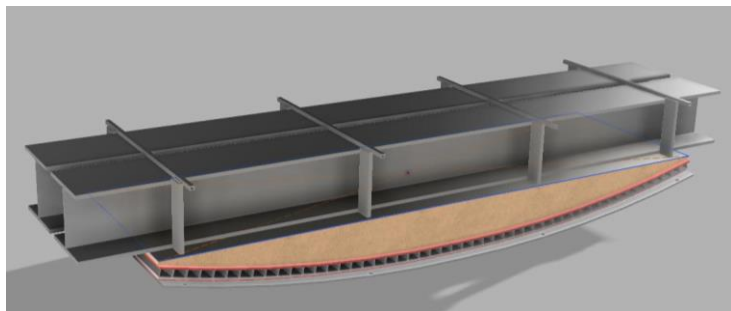
Bijlage I.2 Constructie persdeel boven

Overzicht onderdelen en specificaties:

TABEL 7: ONDERDELEN PERSDEEL BOVEN

Onderdeel	Materiaal	Afmeting
Veerbalk	S235	10 x 10 x 2 x 500
Veersteun	S235	10 x 40 x 2 x 155
Afdekplaat staal	S235	1500 x 500 x 2
Persmal	MDF, massief met kromming	1500 x 440 x 10 (uiteinden)/ 100 (midden)
Persslang (2x)	Brandweerslang	200x1500
Koker (48x)	S235	20 x 30 x 2
Warmtemat	Silicone met bescherming	1500 x 440 x 2
Beschermplaat Trespa	High Pressure Laminate (HPL)	1500 x 440 x4
Afdekplaat Staal (2x)	S235	1500 x 500 x2

De onderdelen zijn geordend op volgorde van boven naar onder. Van de veerbalken tot aan de onderste staalplaat lopen lange stugge veren welke alle onderdelen op zijn plek houden, deze zijn niet afgebeeld. Afbeelding 4 geeft een overzicht van het geheel weer:



FIGUUR 4: PERSDEEL BOVEN, HUIDIGE PERS

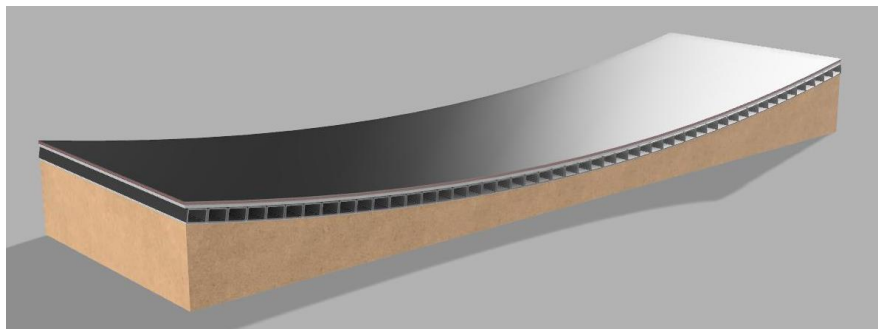
Bijlage I.3 Persdeel onder

Overzicht onderdelen en specificaties

TABEL 8: ONDERDELEN PERSDEEL ONDER

Onderdeel	Materiaal	Afmeting
Afdekplaat staal	S235	1500 x 440 x 2
Warmtemat	Silicone met bescherming	1500 x 440 x 2
Beschermplaat Trespa	High Pressure Laminate (HPL)	1500 x 440 x4
Koker (48x)	S235	20 x 30 x 2
Beschermplaat Trespa	High Pressure Laminate (HPL)	1500 x 440 x4
Persmal	MDF, massief met kromming	1500 x 440 x 100 (uiteinden)/ 200 (midden)

Onderstaande afbeelding geeft het subdeel weer, de onderdelen zijn op volgorde van boven naar onder geordend.



FIGUUR 5: PERSDEEL ONDER, HUIDIGE BOARDPERS

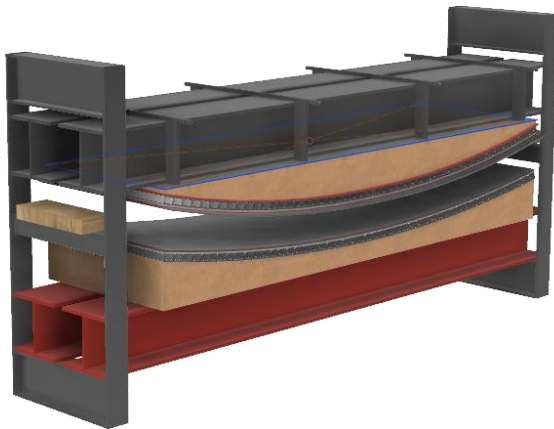
Bijlage I.4 Afbeelding huidige persmachine



FIGUUR 6: HUIDIGE PERSMACHINE ZIJAANZICHT



FIGUUR 7: HUIDIGE PERSMACHINE, OVERZICHT



FIGUUR 8: RENDER HUIDIGE PERS

Bijlage II, Ontwerpfase

In deze bijlage zijn alle berekeningen en detail te vinden gebruikt tijdens de ontwerpfase.

Bijlage II.1 Ontwerpen van het Frame

TABEL 9: ONTWERPCRITERIA FRAME

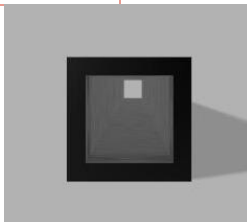
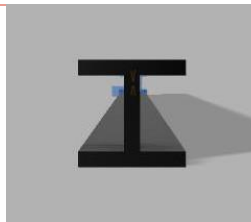
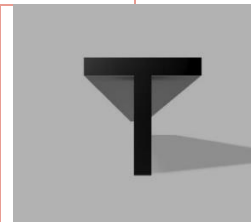
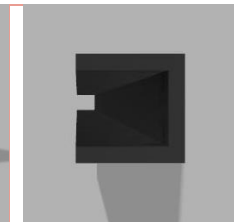
Ontwerpcriteria	Belasting
Maximale doorbuiging 2mm	2 steunpunten (oplegging)
Lengte 2m	Maximale belasting 306kN/meter (gelijk verdeeld)
Aantal 2	

Berekening belasting

Druk op bladder: maximaal 0.6MPa, 6 bar

De berekende druk wordt vervolgens door de constructie heen gelijk verdeeld over de 2 balken aan de onderzijde. Er is bewust gekozen voor 2 balken uit een gelijke afstand van het midden zodat de belasting gelijkmatig wordt verdeeld.

TABEL 10: KEUZETABEL PROFIELEN FRAME

P(max)	Maximale druk op bladder	0.6MPa, 6 bar		
A	Oppervalkte bladder	1700x600mm		
F	Kracht van de bladder			
q	verdeelde belasting in kN/m			
b	Doorbuiging mm	2 mm		
I	Traagheidsmoment			
P=F/A, F=P*A	600000Pa*1.02m^2	612kN		
q=F/aantal balken/l	612kN/2/1.7m	180kN/m (per balk)		
$I = \frac{5 * q * l^4}{384 * E * b}$	Minimaal traagheidsmoment Lengte 1.7m Belasting 180kN/m	46,6*10^6 mm^4		
				
Traagheidsmoment	$\frac{bh^3 - (b - 2w)(h - 2w)^3}{12}$	$\frac{bh^3 - (b - l)(h - 2f)^3}{12}$	$\frac{ty^3 + b(d - y)^3 - (b - t)(d - y - s)^3}{3}$	$\frac{bd^3 - h^3(b - t)}{12}$
Afmeting	250x250x10	HEA220	T140x140x15	UNP280

	Evt 200x200x10			
Oppervlak	9600mm ²	6156mm ²	3975mm ²	
Gewicht (7800kg/m³)	0.0192m ³ 149kg	0.0123m ³ 96kg	62kg	86kg
lasbaarheid	4	2	1	3
Prijs	€666	€135,-	€111.6	€116
Zaagkosten	€38	€29	-	€21

Bovenstaande tabel geeft de verschillende balkprofielen weer welke gebruikelijk zijn bij belasting op druk. Per profiel is er bepaald welke standaard maat minstens het benodigde traagheidsmoment haalt wat nodig is om de doorbuiging tot 2mm te beperken (harde eis).

De traagheidsmomenten zijn berekend in de richting die de plaatjes weergeven, geconcludeerd kan worden dat het T-profiel direct afvalt vanwege de moeilijke werkbaarheid op het ondervlak.

De volgende 3 opties blijven over:

- Hoekprofiel
- I-profiel
- U-profiel

Hoekprofiel:

TABEL 11: AFWEGING HOEKPROFIEL

Pluspunten	Minpunten
Goed verwerkbaar aan 4 zijden	Erg kostbaar
Goede stijfheid in alle richtingen	Relatief zwaar

I-profiel:

TABEL 12: AFWEGING I-PROFIEL

Pluspunten	Minpunten
Goed verwerkbaar	Zwaarder dan U-profiel
Minder moment bij puntlast op de rand	Duurder dan U-profiel

U-profiel:

TABEL 13: AFWEGING U-PROFIEL

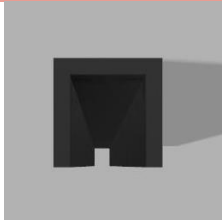
Pluspunten	Minpunten
Goedkoopst	In deze richting veel moment bij puntlast
Minste massa	

Conclusie:

Het U-profiel komt met deze eerste handregels het beste uit de matrix. Om voor het ontwerp een stijf ondervlak te krijgen waar de persdruk mee wordt opgevangen is het niet wenselijk dat het profiel in de afgebeelde richting wordt geplaatst.

Er volgt dus een extra traagheidsmomentbepaling waarbij het U-profiel 90 graden gedraaid is:

TABEL 14: HERBEREKENING U-PROFIEL

	$\frac{2sb^3 + ht^3}{3} - (2sb + ht) * Cx^2$
Nieuw benodigd profiel	>UNP400
Prijs	-

In deze richting komt het UNP400 profiel maar tot 20% van de benodigde weerstand tegen buiging. De persvlakken krijgen een breedte van 700mm, dit betekent dat zelfs 2 UNP400 profielen de constructie al 100mm te breed maken.

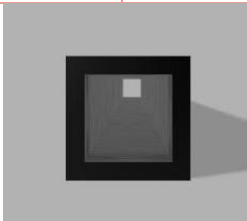
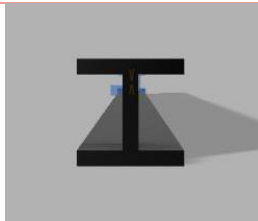
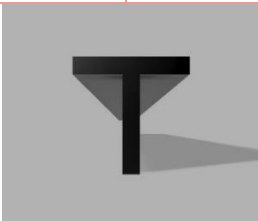
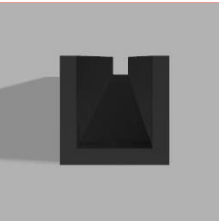
Bijlage II,2 Perswangen

4 onderdelen:

TABEL 15: ONDERDELEN PERSWANGEN

Onderdeel	Belasting
2x dwarsbalk	306kN/ kant (buig)
2x staander	306kN trekbelasting/balk

TABEL 16: KEUZE PROFIELN PERSWANGEN

F	puntlast		306 kN	
b	Doorbuiging mm		2 mm	
I	Traagheidsmoment			
Mmax	1/4p*L		53,55 kN/m (per balk)	
$I = \frac{M * L^2}{E * b}$	Minimaal traagheidsmoment Lengte 0.7 Belasting 77,2 kN/m		5206250 mm^4	
				
Traagheidsmoment	$\frac{bh^3 - (b - 2w)(h - 2w)^3}{12}$	$\frac{bh^3 - (b - l)(h - 2f)^3}{12}$	$\frac{ty^3 + b(d - y)^3 - (b - t)(d - y - s)^3}{3}$	$\frac{2sb^3 + ht^3}{3} - (2sb + ht) * Cx^2$
Afmeting	120x120x12 Evt 100x100x10	HEA120	T140x140x15	UNP120
Oppervlak		6156mm^2	3975mm^2	
Gewicht (7800kg/m3)	28,3kg	0.0123m^3 14.2 kg	21.7kg	9.6kg
lasbaarheid	4	2	1	3
Prijs	€80 (100x100)	€19,-	€39	€12,70
Zaagkosten	€21,11	€16,45	-	€10,35

Bijlage II.2.1 ontwerpen staanders

TABEL 17: BELASTINGEN STAANDERS

Trekbelasting	153kN/ kant	306kN totaal
Vloeigrens	260MPa	260N/mm
Benodigd oppervlak ($A=F/P$)	$A=306000/260$	1177mm ²

Bij belasting op kokers zijn dit opties:

TABEL 18: OPTIES KOKERS

Nummer	Afmeting	Oppervlak
1	50x50x2	384mm ²
2	60x60x4	896mm ²
3	80x80x4	1216mm ²
4	90x90x4	1376mm ²

Koker 3 is de meest geschikte optie.

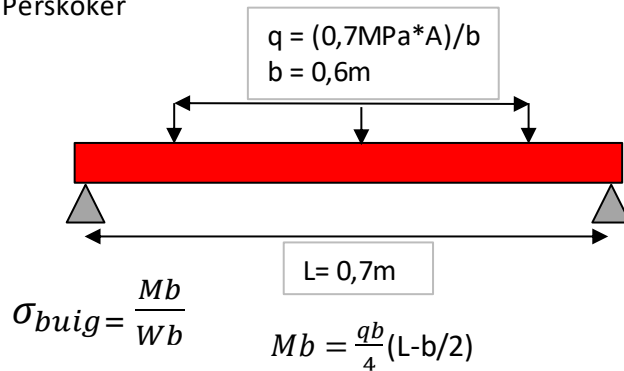
Bijlage II.3 Ontwerpen van de perskokers

Toelichting op de keuze voor het verbreden van het persvlak. Eerst wordt de belasting bepaald en daarna kan het juiste profiel worden gekozen.

Belastingsituatie:

Voor een veilige berekening van de profielen wordt gebruik gemaakt van de meest extreme belasting, een oplegging aan beide uiteinden en een verdeelde druk van 0.7MPa over het oppervlak:

Perskoker



FIGUUR 9: BELASTING PERSKOKER

Bovenstaande geeft de situatie weer, omdat q afhankelijk is van de afmetingen van het profiel kan het probleem nog niet worden opgelost. Doormiddel van het invoeren van verschillende profielen kan het benodigde type worden bepaald, in onderstaande tabel zijn enkele resultaten te vinden. Het weerstandsmoment van het profiel (Wb) volgt uit formule 4.

TABEL 19: KEUZE-OVERZICHT PERSKOKER

Koker (hxbxw)	Wb (formule 6, pagina 2)	q	Mb	$max\sigma_{buig}$	$nom\sigma_{buig}$
20x20x2	787mm^3	14kN/m	840.000mm^3	1070MPa	611MPa
30x30x3	2657mm^3	21kN/m	$1.260.000\text{mm}^3$	474MPa	270MPa
40x40x3	5099mm^3	28kN/m	$1.680.000\text{mm}^3$	330MPa	189MPa

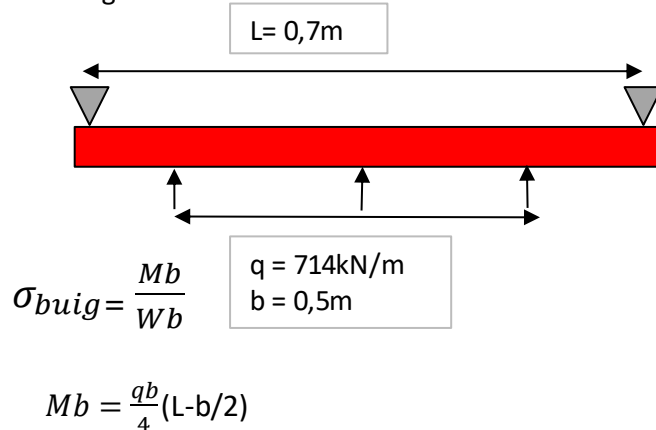
Bovenstaande tabel geeft dus de buigspanning in het profiel weer bij maximaal mogelijke belasting en bij de nominale belasting. Bij de nominale belasting ligt de druk ligt ongeveer op 0.4MPa.

Bijlage II.4 Klemmen met ronde pen

Het concept “klemmen met ronde pen” wordt hieronder verder uitgewerkt. Eerst wordt de belasting bepaald, en daarna de benodigde pen-diameter.

Bepalen belasting en pen-diameter

Belasting asklem



TABEL 20: AFMETINGEN PENNEN

Mb	40.2kN/m	σ_b
Wb, D=30mm	3,690mm ³	10,884MPa
Wb, D=40mm	6,283mm ³	6,392MPa
Wb, D=50mm	12,272mm ³	3,273MPa
Wb, D=70mm	33,674mm ³	1,193MPa

FIGUUR 10: BELASTING PENNEN

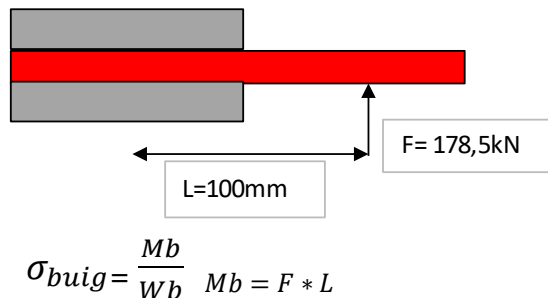
Bovenstaande gegevens gelden voor de maximale haalbare werkdruk, 0.7MPa. De pennen komen hierbij dwars door de staanders heen, de staanders hebben een breedte van 80mm, dit blijkt de benodigde pen diameter te beperken. Het probleem kan op 2 manieren worden opgelost: het verbreden van de staanders, of het constructief verlagen het buigmoment.

Omdat een massief stalen pen met een lengte van 700mm en een diameter van 70+mm al aardig lomp en zwaar is, wordt eerst gekeken naar het aanpassen van de klemconstructie. Het volgende concept ontstaat:



FIGUUR 11: CONCEPT PENNEN LENGTERICHTING

Asklem, lengterichting



FIGUUR 12: PENNEN LENGTERICHTING

TABEL 21: AFMETINGEN PENNEN

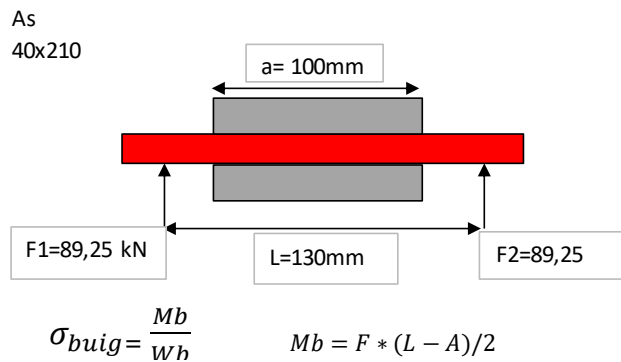
Mb	17.9kN/m	σ_b
Wb, D=30mm	3690mm^3	4851MPa
Wb, D=40mm	6283mm^3	2850MPa
Wb, D=50mm	12272mm^3	1460MPa
Wb, D=70mm	33674mm^3	531MPa

Nog steeds is het moment op de as te groot, het ontwerp wordt opnieuw aangepast. 4 penne met steunpunten aan beide zijden, een extra voordeel is het voorkomen van verplaatsing in de lengterichting:



FIGUUR 13: CONCEPT U-INKLEMMING

Omdat alle kracht nu via de penne wordt overgebracht op de relatief lichte staanders worden deze vergroot naar 100x100x10. In de detailfase worden later FEM-analyses gemaakt om de interne spanning van deze verbinding na te rekenen. De belasting is nu als volgt:



FIGUUR 14: BELASTING PENNEN U-INKLEMMING

TABEL 22: SPECIFICATIES PENNEN

Mb	1.34kN/m	σ_b
Wb, D=30mm	3690mm^3	363MPa
Wb, D=40mm	6283mm^3	213MPa
Wb, D=50mm	12272mm^3	110spotMPa
Wb, D=70mm	33674mm^3	531MPa

Bijlage II,5 Liftmechaniek

De ontwerpcriteria voor het mechanisme wat de 2 persdelen van elkaar moet kunnen scheiden.

Ontwerpeisen:

TABEL 23: EISEN EN WENSEN LIFTMECHANIEK

Harde eis	Zachte eis
Minimale opening van 300mm	Opening tot 500mm of meer
Door 1 persoon te bedienen	Eenvoudig, automatisch
Storingsvrij	

De harde eis “storingvrij” is vooral van belang bij het werken met epoxy, het systeem mag gevoelig zijn voor enkele lijmrresten of moet makkelijk schoon te houden zijn.

Technische eisen:

TABEL 24: TECHNISCHE EISEN LIFTMECHANIEK

Liftvermogen	4-500kg
Horizontaal houden	Alle punten
Demontabel	Systeem los te koppelen
Positionering	Positie voor persen

Voor het liften van het systeem zijn in een brainstormsessie de volgende methoden in aanmerking gekomen

TABEL 25: KEUZEMATRIX METHODEN VOOR LIFTEN

	 Pneumatisch liften	 Hydraulisch liften	 Mechanisch liften	 Hijsen/ takelen
Kosten/ investering	2	1	4	3
Symmetrie tijdens liften	1	3	2	4
Demontabel	2	1	3	4
Positionering	1	3	4	2
Afstand	2	3	1	4
Totaal	8	11	14	17

Toelichting:

Pneumatisch liften

Het losse bovendeel omhoog liften met luchtcilinders, minimaal 1 cilinder per kant afhankelijk van de kracht.

Pneumatiek gebruiken is een goed alternatief omdat er binnen de werkplaats van Lieuwe overal perslucht aanwezig is, daarnaast zal het persmechanisme ook pneumatisch worden.

- Kosten/ investering: Beoordeeld met 2. Luchtdruk en aansluitingen zijn aanwezig, luchtcilinders met een forse slag voor dit gewicht zijn aan de prijs.
- Symmetrie tijdens liften: Beoordeeld met 1. Lucht is een gas en is erg moeilijk nauwkeurig te regelen, zeker zonder elektronische (PID) schakeling is het erg lastig om de cilinders op een gelijke snelheid/ moment omhoog te laten komen.
- Demontabel: Beoordeeld met 2. Vanwege het benodigde gebruik van kogelkoppelingen op de cilinders slecht demontabel, wel makkelijker en veiliger dan hydrauliek.
- Positionering: Beoordeeld met 1. Tevens oorzaak van de instabiliteit van een cilinder op lucht, afstand is moeilijk precies te regelen en op positie te houden.
- Afstand: Beoordeeld met 2. De werkdruk van lucht komt niet boven de 7 bar, dit betekent dat de cilinders een grote diameter zullen hebben. De grote diameter zorgt voor een groot volume bij een lange slag, dat maakt het lastig om veel afstand te overbruggen.

Hydraulisch liften

Het losse bovendeel liften door middel van hydraulische cilinders, door de hoge werkdruk van hydrauliek kunnen cilinders met een kleine diameter al voldoende kracht leveren.

- Kosten/ investering: Beoordeeld met 1. Er moet een compleet hydraulisch systeem worden aangelegd voor 1 toepassing, dit maakt het gebruiken van hydrauliek erg duur.
- Symmetrie tijdens liften: Beoordeeld met 3. Omdat hydrauliek olie bijna volledig incompressibel is kan met een enkel ventiel gelijke afstand bij alle cilinders worden bereikt.
- Demontabel: Beoordeeld met 1. De cilinders moeten met kogelkoppelingen worden gemonteerd, daarnaast vormt het werken met olie en hogedruk een extra veiligheidsrisico.
- Positionering: Beoordeeld met 3. Met een vrij eenvoudige regelkring kan de positie van hydraulische cilinders nauwkeurig worden geregeld.
- Afstand: Beoordeeld met 3. Door de kleine diameter is er veel minder volume nodig om hoogte te bereiken dan bij bijvoorbeeld lucht, en omdat het om een vloeistof gaat kan met een pomp de vloeistof constant op druk blijven.

Mechanisch liften

Met een mechanische krik, schaarsysteem of spindel liften. De onderdelen zijn goed verkrijgbaar en eenvoudig te gebruiken.

- Kosten/investering: Beoordeeld met 4. Een eenvoudig schaarsysteem of een krik voldoet al snel voor deze toepassing, een groot voordeel is dat er verder weinig tot geen onderdelen nodig zijn.
- Symmetrie tijdens liften: Beoordeeld met 2. Het zal altijd nodig zijn om aan beide zijden een systeem te installeren aangezien het middendeel van de pers vrij moet blijven. Eenvoudige elektrische of hand systemen lopen niet parallel aan elkaar aangezien ze in dit geval precies dezelfde draaisnelheid moeten krijgen.
- Demontabel: Beoordeeld met 3. Het systeem kan tussen 2 vrije vlakken worden geplaatst met een roloplegging aan 1 kant. Het demonteren van het systeem is daardoor relatief eenvoudig en er komen weinig extra lastige aansluitingen bij kijken.

- Positionering: Beoordeeld met 4. Met terugkoppeling van de hoekverdraaiing of de afstand is de hoogte mechanisch heel nauwkeurig te regelen, omdat het systeem hele kleine toleranties heeft.
- Afstand: Beoordeeld met 1. Schaarsystemen hebben veel ruimte nodig of veel schakels om hoogte te bereiken, dat maakt het systeem erg lomp voor deze relatief kleine machine. Spindels zijn minder lomp maar op een grote afstand te traag.

Hijsen/ takelen:

- Kosten/investering: Beoordeeld met 3. Voor het hijsen/takelen is slechts een eenvoudige elektrische lier, 2 kabels en enkele katrollen benodigd.
- Symmetrie tijdens liften: Beoordeeld met 4. Wanneer beide kabels op dezelfde trommel worden gemonteerd zullen beide kabels exact dezelfde hoogte houden bij het hijsen/vieren.
- Demontabel: Beoordeeld met 4. De kabels kunnen met haken aan hijsogen worden gemaakt, en zijn dus zeer snel te verwijderen.
- Positionering: Beoordeeld met 2. Een eenvoudige lier heeft geen nauwkeurige regelkring en is vaak beperkt regelbaar.
- Afstand: Beoordeeld met 4. Door middel van hijsen met een lier en staalkabel kunnen hele grote afstanden worden behaald.

Conclusie

Uit de keuze matrix volgt dat hijsen/ takelen de voorkeur heeft boven de andere opties, alleen de positionering scoort onvoldoende. In het ontwerp moet rekening gehouden worden met een slimme methode om te positioneren.

Bijlage III, Detailfase

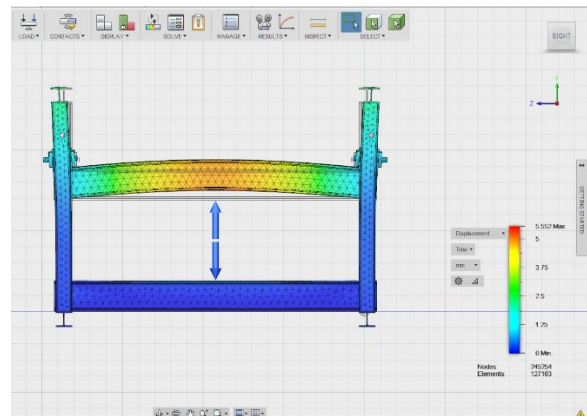
Onderstaand alle technisch inhoudelijke informatie van de detailfase.

Bijlage III.1 FEM-analyses

Alle FEM analyses die hebben geleid tot veranderingen in het ontwerp. Bij de FEM analyses is niet altijd het volledige ontwerp gebruikt, dit is bewust gedaan omdat de berekeningen in een complex ontwerp vele malen langer duren. Het complete ontwerp wordt aan het einde van deze paragraaf nog doorgerekend om de correctheid van de aannames te beproeven.

Bijlage III.1.1 Frame stijfheid

Op de afbeelding rechts is de FEM-analyse van het frame zichtbaar. Voor deze analyse zijn de persdelen weg gelaten, de krachten zijn nu rechtstreeks op de I-profielen geplaatst. De stijfheid van de constructie zal door het niet meenemen van de persdelen iets achteruitgaan, dit geeft een extra veiligheidsmarge.



FIGUUR 15: FEM ANALYSE FRAME STIJFHEID

Een ander voordeel is dat de constructie van het frame nu geheel onafhankelijk is van de gebruikte persdelen, mits deze niet meer dan de maximaal verdeelde kracht(357kN/m) op de liggers uitoefenen.

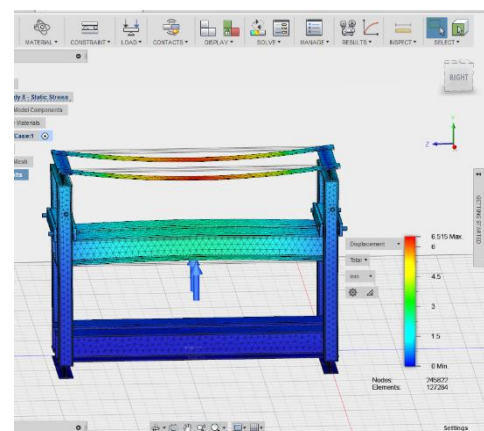
Figuur 5 geeft, onder de maximale last een verticale verplaatsing weer in de liggers (doorbuiging) en een horizontale verplaatsing in de wangen (open buigen). Deze 2 doorbuigingen hebben invloed op elkaar, de liggers waren eerder bepaald op maximale doorbuiging, het open buigen van de wangen was niet meegenomen in het ontwerp.

De doorbuiging in de liggers is groter dan berekend, eerst worden dus de wangen verstevigd om de totale vervorming tegen te gaan. De wangen worden met elkaar verbonden met stalen strips, een tijdelijke oplossing om de aanname te testen:

In figuur 6 zijn de resultaten van de nieuwe FEM-analyse te zien, de vervorming in de liggers is sterk afgenomen en komt in de buurt van de eerder berekende waarden.

Het is duidelijk te zien dat het plaatsen van strips niet voldoende stijfheid biedt aan de constructie, ook de I-profielen bovenop de wangen worden hierdoor overbelast.

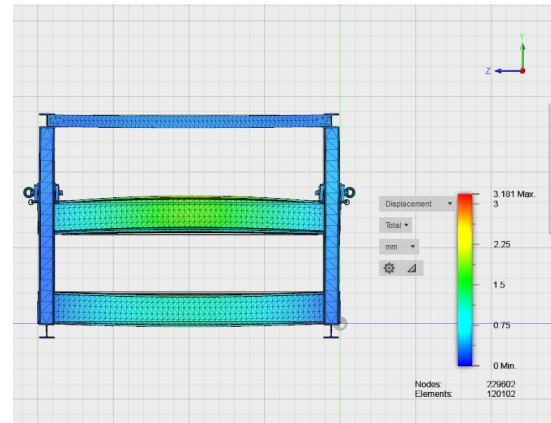
Als alternatief voor de strips worden kokers geplaatst van 80x80 met een dikte van 4mm. De kokers kunnen veel meer trekspanning aan en de 80mm kokers passen exact in de I-profielen, de verwachting is dan ook dat deze niet meer zullen vervormen.



FIGUUR 16: STIJFHEID CONSTRUCTIE 2

Figuur 7 toont de vervorming van de constructie met de kokers aan de bovenkant.

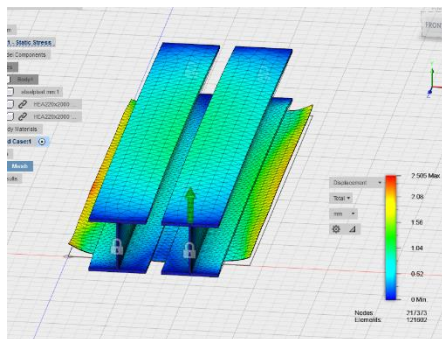
De maximale doorbuiging in de liggers is nu 2mm, de constructie voldoet nu dus aan de gestelde eisen.



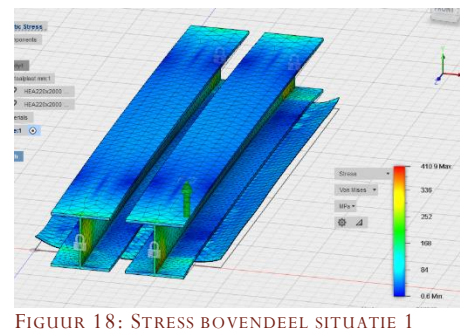
FIGUUR 17: STIJFHEID CONSTRUCTIE 3

Bijlage III.1.2 Verbreden constructie

De volgende stap is het toevoegen van het bovenste persdeel, om de krachtoverbrenging naar de liggers te bekijken. Tussen de bladder en de profielen is alleen een dunne staalplaat is bevestigd en de bladder is breder dan de constructie van de liggers. Figuren 12 en 13 geven dan ook duidelijk de vervorming van de staalplaat weer. De geanimeerde vervorming is in alle afbeeldingen versterkt zodat de situatie wat duidelijker wordt.

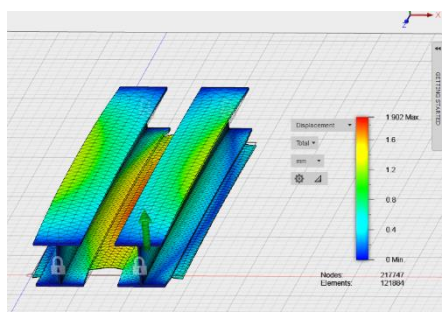


FIGUUR 19: DISPLACEMENT BOVENDEEL SITUATIE 1

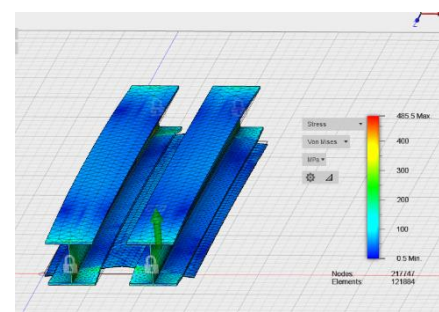


FIGUUR 18: STRESS BOVENDEEL SITUATIE 1

Om dit op te lossen wordt het ontwerp breder gemaakt, zodat de randen van de liggers 600mm uit elkaar liggen, op deze manier kan de bladder zich niet meer om de rand heen vormen. Ook de wangen worden 100mm breder, zodat het geheel weer in elkaar past. De vervorming en spanning in het bovengeel zijn nu als volgt:



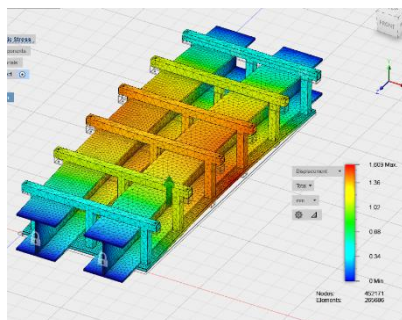
FIGUUR 21: DISPLACEMENT BOVENDEEL SITUATIE 2



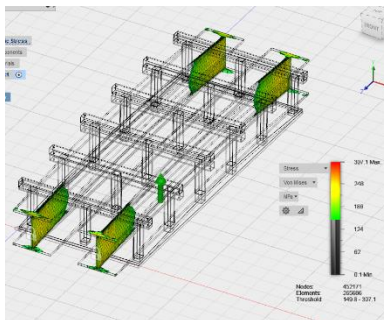
FIGUUR 20: STRESS BOVENDEEL SITUATIE 2

Daarnaast wordt een MDF-plaat van 15mm toegevoegd om de stijfheid

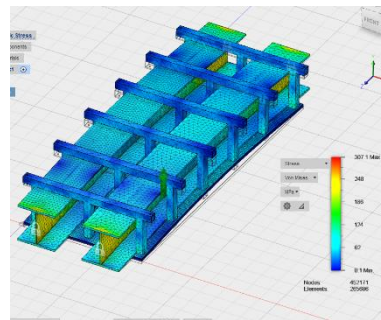
van de bovenkant en de bescherming van de bladder tegemoet te komen. Onderstaande afbeeldingen geven het geheel weer met de veersteunen. Figuur 17 toont aan waar de spanningen zich nu nog bevinden, deze spanning is te verklaren door de aangebrachte constraint. In werkelijkheid komt er minder spanning in de liggers, zie bijlage III.4.



FIGUUR 23: DISPLACEMENT
BOVENDEEL SITUATIE 3



FIGUUR 24: STRESS BOVENDEEL SITUATIE
3.1



Bijlage III.1.3 Piekspanning staanders

FIGUUR 22: STRESS BOVENDEEL
SITUATIE 3

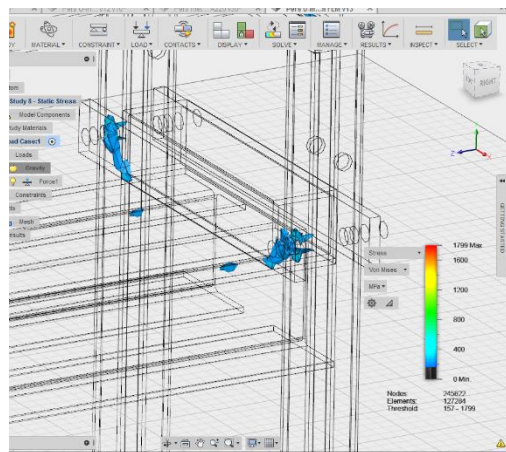
Bijlage III.1.3 Piekspanning klemverbinding

Het volgende punt waar zich een hoge spanning begeeft is de verbinding tussen de pen en de staander van het klemsysteem. Figuur 9 geeft de locaties van deze spanning weer.

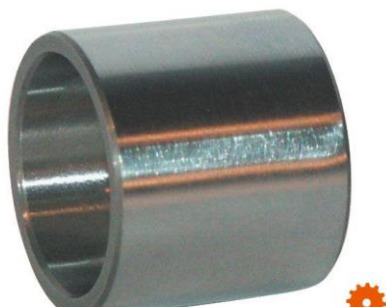
De spanning is vooral hoog op de randen van de as en de koker, constructief gezien is deze passing sowieso een probleem.

Om de spanning beter te verdelen, de passing te verbeteren en de hardheid van deze rand te vergroten wordt een zogenaamde binnenring geplaatst.

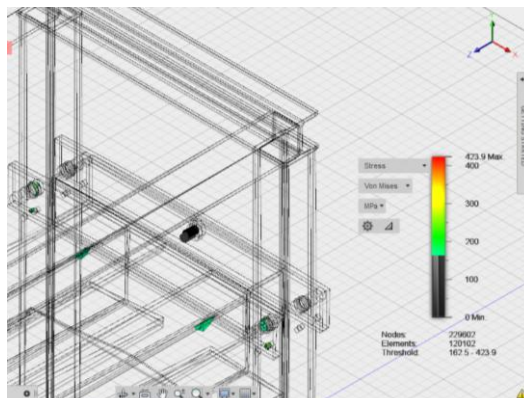
Figuur 9 is een voorbeeld van een binnenring zoals gebruikt in het ontwerp, figuur 8 is de nieuwe situatie.



FIGUUR 25: FEM ANALYSE KLEMVERBINDING



FIGUUR 26: BINNENRING



FIGUUR 27: FEM ANALYSE KLEMVERBINDING 2

Figuur 11 toont dat de spanning nu beter is verdeeld en niet langs de randen niet boven de 400MPa uitkomt, in overleg met Lieuwe Boards is besloten dat dit voldoende is.

Bijlage III.2 Detaillering ontwerpfase

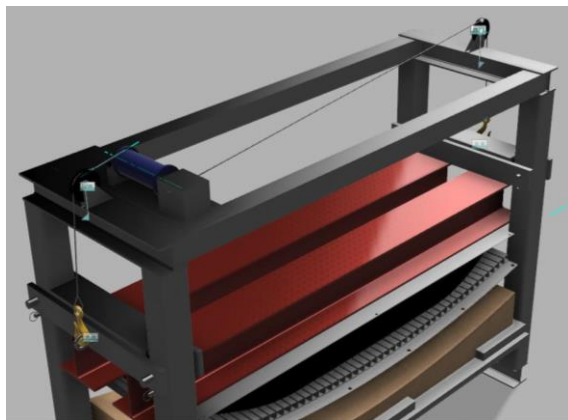
Extra weergaven van de vernieuwde of toegevoegde delen om paragraaf 7.2 te ondersteunen.

Bijlage III.2.1 Ontwerp veersteunen

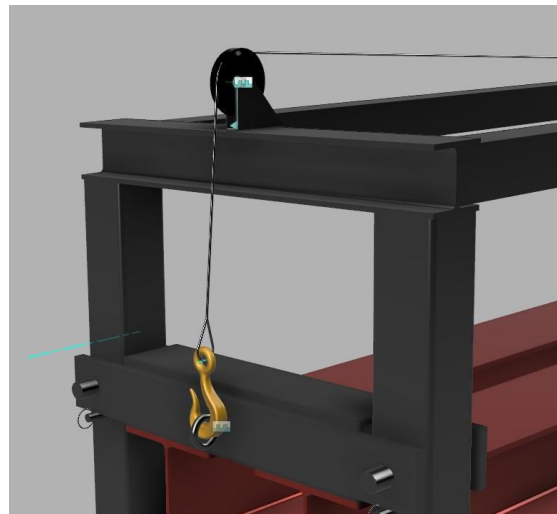


FIGUUR 28: VOORBEELD VEERSTEUN

Bijlage III.2.2 Ontwerp montage lier

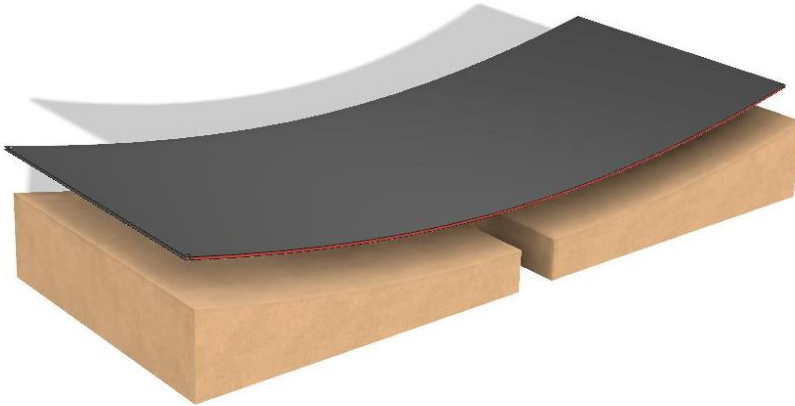


FIGUUR 29: OVERZICHT ONTWERP MET LIER



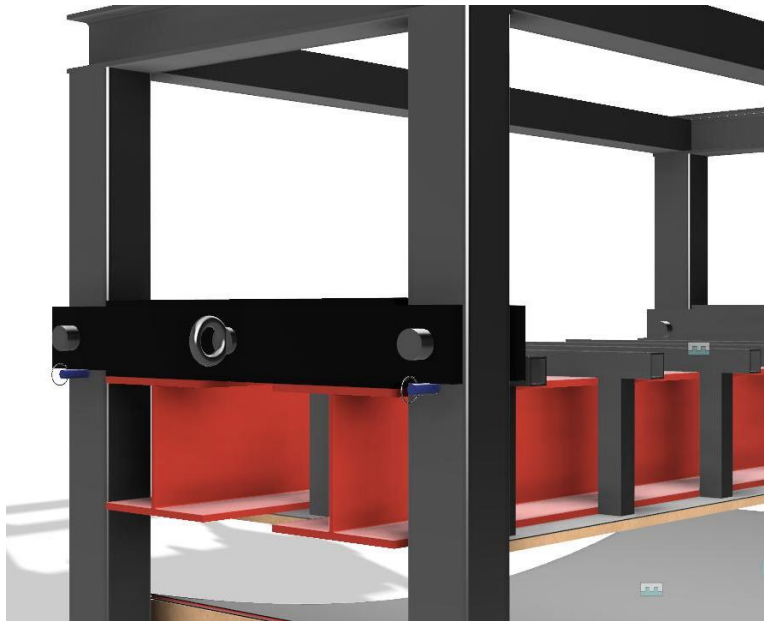
FIGUUR 30: CLOSE-UP LIERKABEL EN HAAK

Bijlage III.2.3 Ontwerp constructie ondermal



FIGUUR 31: CONSTRUCTIE ONDERMAL

Bijlage III.2.4 Positioneringspennen bovendeel



FIGUUR 32: CONSTRUCTIE POSITIONERINGSPENNEN

Bijlage III.2.5 Verbindingen

In de constructie zitten 4 zeer belangrijke lasverbindingen, deze worden nagerekend. Het doel is om te kijken of het lassen van de onderdelen mogelijk is, en hoe de las kan worden beoordeeld op sterkte. De optimale theoretische las neemt de treksterkte van het materiaal over. Bij het bepalen van de sterkte van de las wordt vaak een veiligheidsfactor tussen 1.1 en 2.0 genomen, deze veiligheidsfactor hangt onder andere van het soort belasting af.

Information values for the choice of safety coefficient FS1:

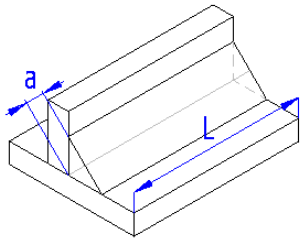
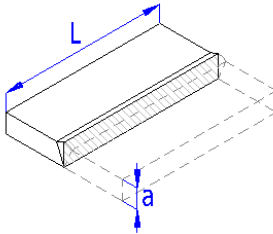
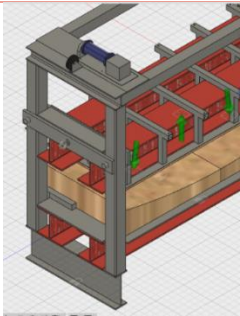
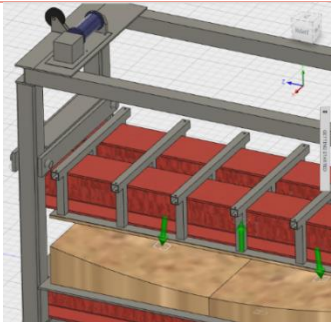
TABEL 26: VEILIGHEIDSFACTOREN LAS, BRON: WWW.MITCALC.COM

Butt welds	
- subject to compression	1
- subject to tension / bending	1 ... 1.2
- subject to shear	1.4 ... 1.5
* higher values - one-sided welded welds, unworked welds, manual arc or flame welding	
* lower values - double-sided welded welds, worked welds and welds with rewelded root, automatic welding in CO ₂ or under welding flux, electroslag welding	
Fillet welds	
- end welds	1.2 ... 1.5
- side welds	1.3 ... 1.6
* higher values - flat welds, unfinished welds, welds without penetration, thicker welds, manual welding	
* lower values - concave welds, penetrated welds, lower-thickness welds, automatic welding in CO ₂ or under welding flux	

Bron: <http://www.mitcalc.com/doc/welding/help/en/welding.htm>

Bovenstaande tabel geeft de verschillende belastingen en veiligheidsfactoren weer, in de constructie komen vooral fillet welds voor. Onderstaande tabel geeft de lassen met grote belasting weer:

TABEL 27: LASVERBINDINGEN IN HET ONTWERP

Soort verbinding	 Hoekverbinding	 Rechte verbinding
Onderdelen	1. (wangen) staander-IPE260 2. (bovendeel) veersteun-HEA220 3. (bovendeel) Klemmenprofiel-HEA220 4. (klemprofiel) Koker-klemplaat	(wangen) staander-IPE260
Illustraties		

Voor de veiligheid wordt een treksterkte van 300MPa gekozen en een veiligheidsfactor van 1.6. De sterkte van de las wordt berekend door de spanning in het interne oppervlak ($a \cdot L$). De spanning mag maximaal 187.5MPa zijn.

Van de onderdelen in bovenstaande tabel is de statische spanning bepaald tijdens het persen. Daarnaast de lengte waarover de gelast kan worden. De staanders zijn hebben zowel een hoek als rechte verbinding, deze zijn beide meegenomen. $\sqrt{t_{min}}$ geeft een inschatting van de verwachte diepte van de las. Onderstaande tabel toont aan dat alleen de verbinding tussen de staanders en de IPE260 profielen goed moeten worden nagemeten.

TABEL 28: BELASTINGEN EN EISEN LASVERBINDINGEN

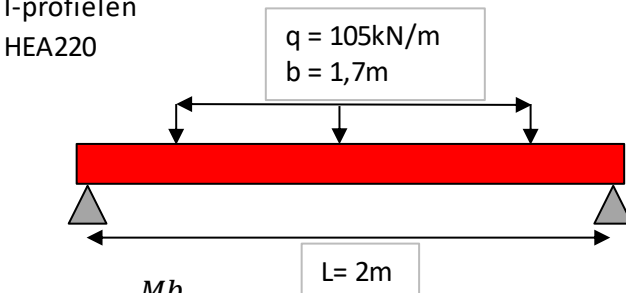
Onderdeel	Belasting	Minimaal oppervlak	Lengte	a_{min}	$\sqrt{t_{min}}$
1	357kN (trek)	2000mm ²	400mm	5mm	3.16mm
2	51.5kN (trek)	275mm ²	880mm	0.31mm	1.73mm
3	357kN (druk)	2000mm ²	880mm	2.27mm	3.16mm
4	357kN (afschuiving)	2000mm ²	2600mm	0.77mm	3.16mm

Bijlage III.3 Herberekening en veiligheidsfactoren

Bijlage III.3.1 Profielen met buig en schuifspanning

Liggers HEA220

I-profielen
HEA220



$$\sigma_{buig} = \frac{Mb}{Wb}$$

$$Mb = \frac{qb}{4}(L-b/2)$$

$$\tau_{toel} \geq \frac{V_{max}Q}{It}$$

$$Q = \bar{y}'A'$$

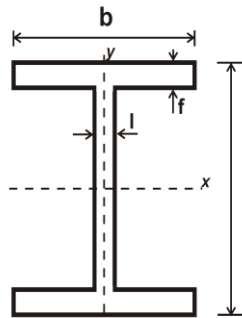
$$\bar{y} = \frac{\sum \bar{y}A}{\sum A}$$

FIGUUR 33: BELASTING LIGGERS HEA220

I-balk

$$\frac{bh^3 - (b - D)(h - 2f)^3}{12}$$

b (mm)	220
h (mm)	210
I (mm)	7
f (mm)	11
I _x (mm ⁴)	51842072
W _x (mm ³)	493734



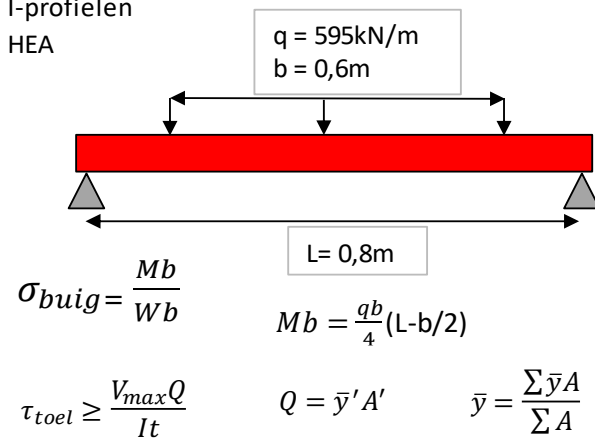
FIGUUR 34: AFMETINGEN HEA220

Wb	495000mm ³
Mb	51320000N/mm
σ buig	107.5 MPa
V _{max}	178.5 kN
$\bar{y}$	90.3mm
A'	3078mm ²
Q	277,943mm ³
I*I	362,895,000
$\tau_{toel} \geq \frac{V_{max}Q}{I * I}$	150.8 ≥ 137MPa
Veiligheidsfactor	2.4

Wb volgt uit formule 3 en is gecontroleerd met de calculator van www.mile17.nl en de tabel van http://www.designerdata.nl/tools/traagheidsmoment_van_de_doorsnede.php?beam=HEA

Liggers HEA100

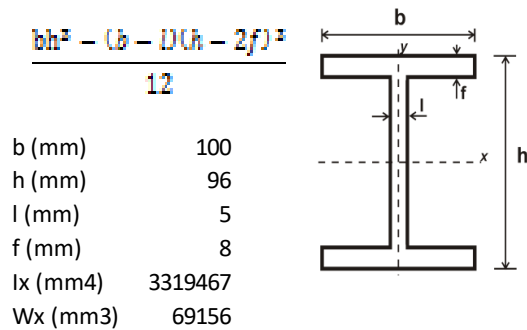
I-profielen
HEA



FIGUUR 35: BELASTING HEA100

Wb	69,156mm ³
Mb	44,625,000N/mm
σ buig	645 MPa
V_{max}	178.5 kN
$\bar{y}$	
A'	
Q	
I*I	
$\tau_{toel} \geq \frac{V_{max}Q}{I * l}$	
Veiligheidsfactor	0.4

I-balk

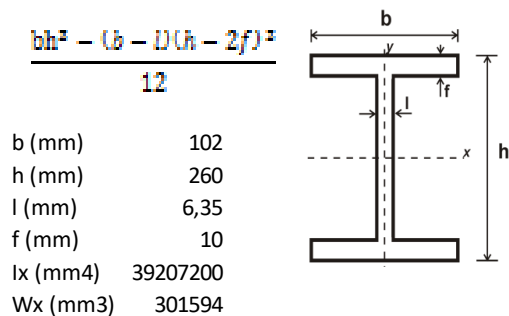


FIGUUR 36: AFMETINGEN HEA100

Wb	301,594mm ³
Mb	44,625,000N/mm
σ buig	148 MPa
V_{max}	178.5 kN
$\bar{y}$	100.7mm
A'	1782mm ²
Q	179,450mm ³
I*I	248,966,000
$\tau_{toel} \geq \frac{V_{max}Q}{I * l}$	150.8 $\geq$ 129
Veiligheidsfactor	1.75

Liggers nieuw, breedflens 260

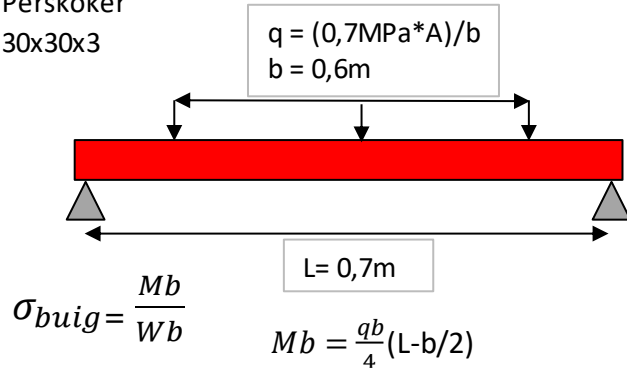
I-balk



FIGUUR 37: AFMETINGEN IPE260

Bijlage III.3.2 Perskoker

Perskoker
30x30x3

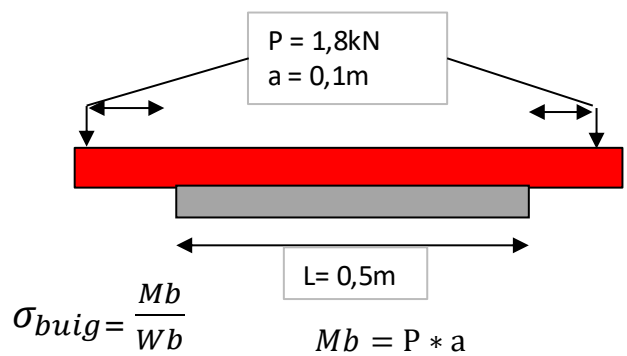


$$\tau_{toel} \geq \frac{1,5 \cdot V_{max}}{A}$$

Wb	2,657mm ³
Mb	1,102,500N/mm
σ buig	415 MPa
V_{max}	6.3 kN
A	324mm ²
$1.5V_{max}/A$	248,966,000
$\tau_{toel} \geq \frac{V_{max}Q}{I * l}$	$150.8 \geq 30$
Veiligheidsfactor	1.75

FIGUUR 38: BELASTING PERSKOKER

De perskoker gaat dus ruim over de vloeigrens en zal plastisch vervormen wanneer deze op maximale druk maar 2 steunpunten heeft.



$$\tau_{toel} \geq \frac{1,5 \cdot V_{max}}{A}$$

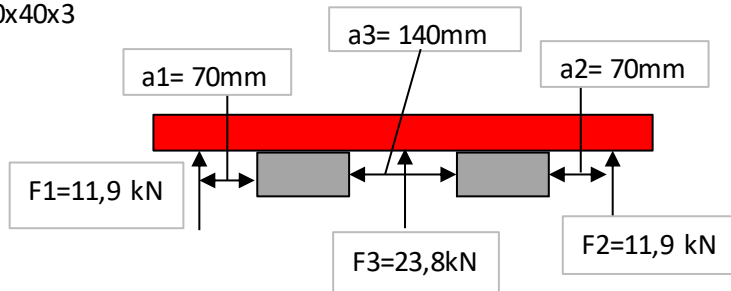
Wb	2,657mm ³
Mb	180,000N/mm
σ buig	68 MPa
V_{max}	6.3 kN
A	324mm ²
$1.5V_{max}/A$	248,966,000
$\tau_{toel} \geq \frac{V_{max}Q}{I * l}$	$150.8 \geq 30$
Veiligheidsfactor	3.8

FIGUUR 39: BELASTING PERSKOKER 2

Onder normale omstandigheden, waarbij het werkstuk 500mm groot is treden er geen hoge buigspanningen op.

Bijlage III.3.3 Topkoker

Koker
40x40x3



$$\sigma_{buig} = \frac{Mb}{Wb}$$

$$\tau_{toel} \geq \frac{1,5 * V_{max}}{A}$$

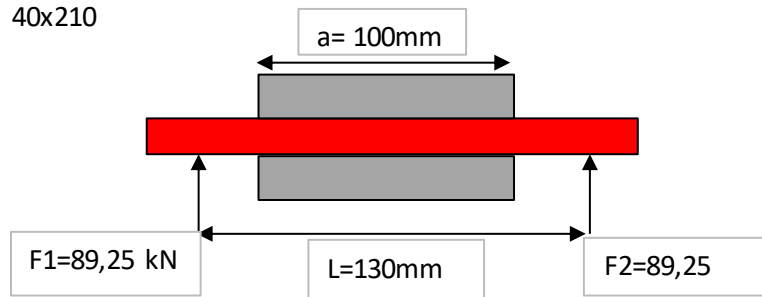
$$\begin{aligned} M1 &= F1 * a1 \\ M2 &= F2 * a2 \\ M3 &= 1/4 F3 * a3 \end{aligned}$$

Wb	5100mm ³
Mb	833,000N/mm
σ buig	163 MPa
V_{max}	23.8 kN
A	444mm ²
$1.5V_{max}/A$	80MPa
$\tau_{toel} \geq \frac{V_{max}Q}{I * l}$	$150.8 \geq 80$
veiligheidsfactor	1.6

FIGUUR 40: BELASTING TOPKOKER

Bijlage III.3.4 Pers-pen

As
40x210



$$\sigma_{buig} = \frac{Mb}{Wb}$$

$$\tau_{toel} \geq \frac{4 * V_{max}}{3 * A}$$

$$Mb = F * (L - A)/2$$

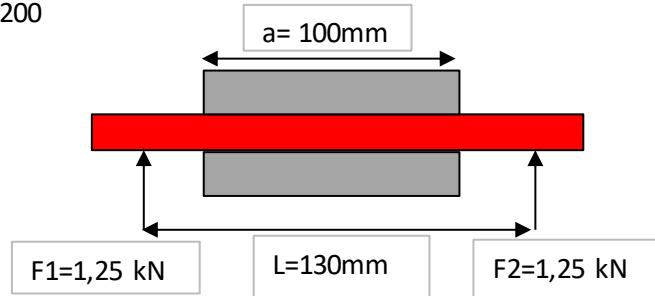
Wb	6,283mm ³
Mb	1,339,000N/mm
σ buig	213 MPa
V_{max}	89.25 kN
A	1,257mm ²
$\tau_{toel} \geq \frac{4 * V_{max}}{3 * A}$	$150.8 \geq 95$
Veiligheidsfactor	1.22

FIGUUR 41: BELASTING PERS-PEN

As met een hogere vloeigrens is noodzakelijk om de veiligheidsfactor van 1.5 aan te houden.

Bijlage III.3.5 Positioneringspen

As
15x200



$$\sigma_{buig} = \frac{Mb}{Wb}$$

$$Mb = F * (L - A)/2$$

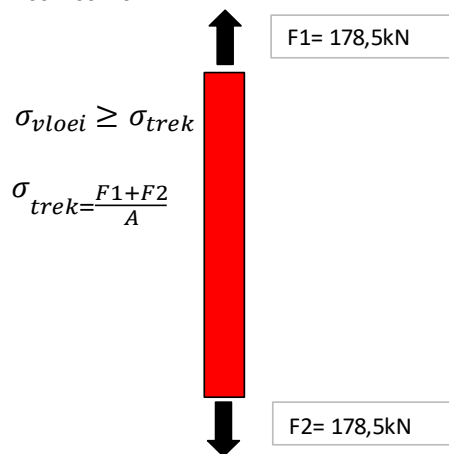
$$\tau_{toel} \geq \frac{4 * V_{max}}{3 * A}$$

Wb	331mm ³
Mb	18,750N/mm
σ buig	57 MPa
V _{max}	1.25 kN
A	176mm ²
$\tau_{toel} \geq \frac{4 * V_{max}}{3 * A}$	150.8 ≥ 9.5
Veiligheidsfactor	4.5

FIGUUR 42: BELASTING POSITIONERINGSPEN

Bijlage III.3.6 Staander

Koker
100x100x10



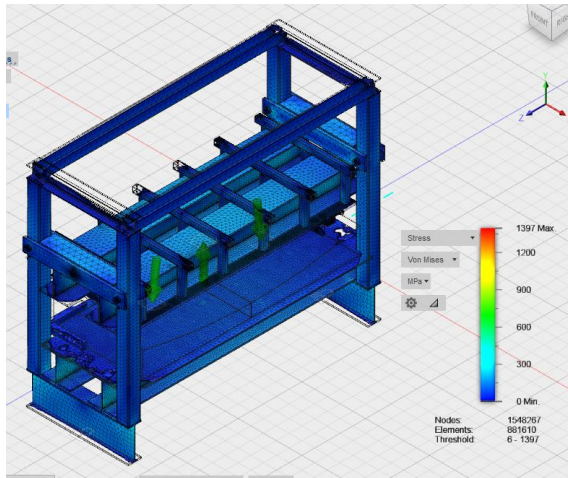
$$\sigma_{vloei} \geq \sigma_{trek}$$

$$\sigma_{trek} = \frac{F1 + F2}{A}$$

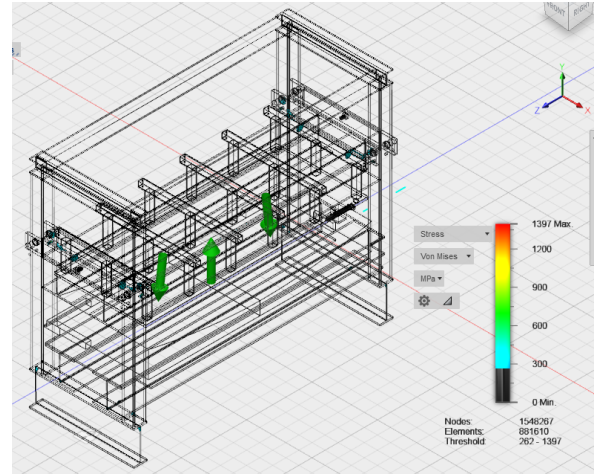
A	3600mm ²
σ trek	99MPa
Veiligheidsfactor	2.6

FIGUUR 43: BELASTING STAANDER

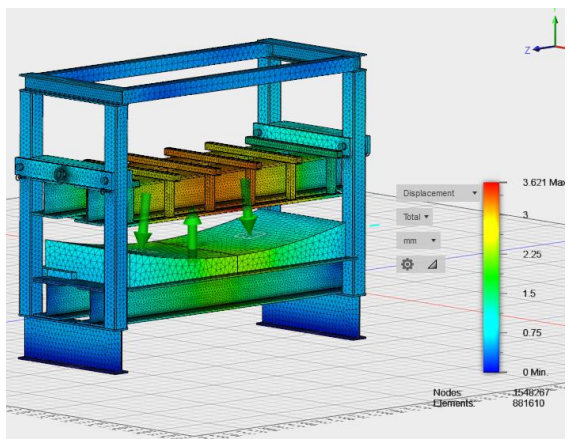
Bijlage III.4 FEM-analyse eindontwerp



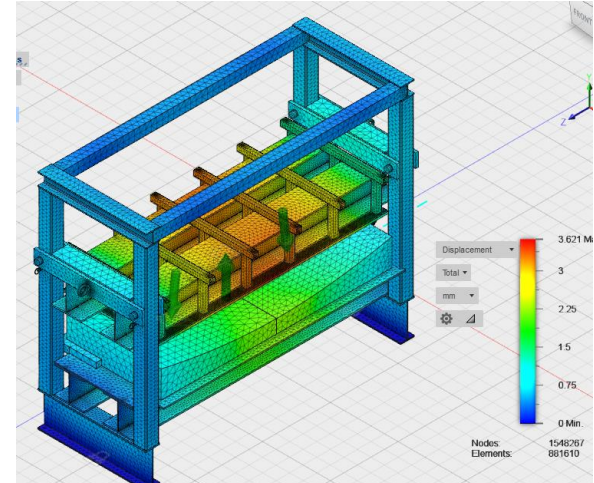
FIGUUR 50: SPANNING COMPLEET



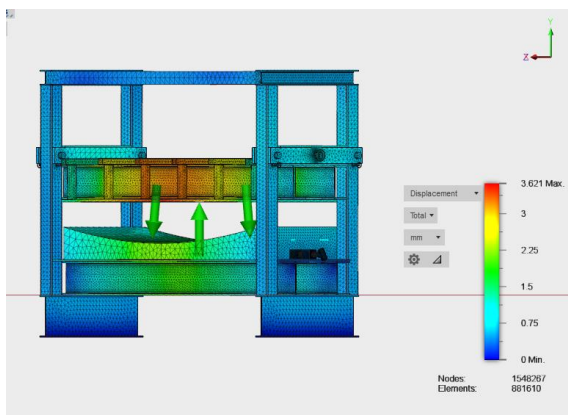
FIGUUR 48: 250MPa+ SPANNING EINDONTWERP



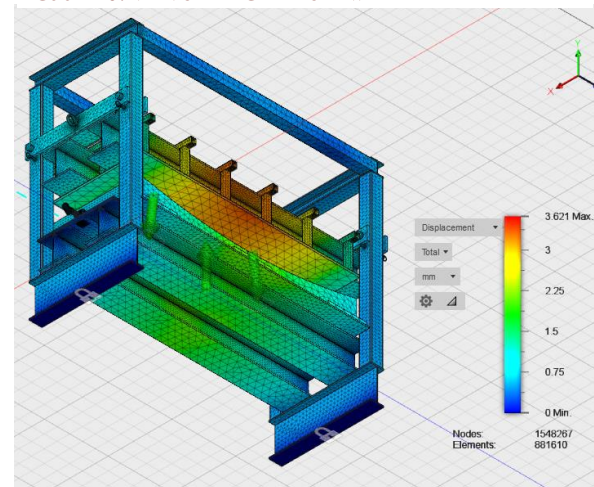
FIGUUR 47: VERVORMING EINDONTWERP



FIGUUR 46: VERVORMING EINDONTWERP 2



FIGUUR 44: VERVORMING EINDONTWERP 3



FIGUUR 45: VERVORMING EINDONTWERP 4

Bijlage III. Offertes en contact met leveranciers

Bijlage III.1 Offerte staalhandel Den Helder



Noordervaart 236
1841 JH Stompeloren
Postbus 402
1800 AK Alkmaar
Tel.: +31 (0)72 540 02 11
Fax.: +31 (0)72 540 6961
www.overdie.nl

BTW nr.: NL8063.15.003.B03
K.v.K. nr.: 37059797
Bank: 65.35.63.302
IBAN: NL 55 ING 8 0653 563302
BIC: ING BNL 2A

OFFERTE 118573

Rgt	Aantal	Omschrijving	Afm (mm)	Bewerkingen	Hoeveelh.	Prijs	Per	Bedrag
190	1 ST	Plaat op maat Artikel: 20PLAAT WGW Plaat S235 1800x750x10 mm (Plasma-gesneden. Dus snijkanten kunnen iets afwijken)			1 ST	€186.00	ST	€186.00
Profielbuizen EN 10219 S235, vierkant								
50	50 ST	30x30x2mm Artikel: 401003002/00 Haaks	700		35 M1	€207.35	HM	€72.57
80	6 ST	40x40x3mm Artikel: 401004003/00 Haaks	740	Zagen	50 ST 4.44 M1	€0.50 €385.00	ST HM	€25.00 €17.09
90	12 ST	40x40x3mm Artikel: 401004003/00 Haaks	210	Zagen	6 ST 2.52 M1	€1.00 €385.00	ST HM	€6.00 €9.70
100	4 ST	40x40x3mm Artikel: 401004003/00 Haaks	300	Zagen	12 ST 1.2 M1	€1.00 €385.00	ST HM	€12.00 €4.62
70	2 ST	80x80x4mm Artikel: 401008004/00 Haaks	1900	Zagen	4 ST 3.8 M1	€1.00 €987.00	ST HM	€4.00 €37.51
				Zagen totaal	2 ST	€4.76	ST	€9.52
Profielbuizen EN 10219 S355, vierkant								
40	4 ST	100x100x10mm Artikel: 401710010/00 Haaks	1500		6 M1	€3,468.00	HM	€208.08
200	2 ST	120x120x10mm Artikel: 401712010/00 Haaks	600	Zagen	4 ST 1.2 M1	€9.15 €5,040.60	ST HM	€36.60 €60.49
				Zagen totaal		€20.00		€20.00
WGW platstaal S235								
130	4 ST	100x20mm Artikel: 103010020/00 Haaks	800		52 KG	€164.00	HK	€85.28
				Zagen	4 ST	€2.50	ST	€10.00
WGW strippen S235								
140	1 ST	200x8mm Artikel: 103120008/00 Haaks	800		11 KG	€173.00	HK	€19.03
				Zagen	1 ST	€2.50	ST	€2.50
Aanleveradres:		Lieuwe Boords Noordervaart 236 1841 JH STOMPETOREN	Totaalbedrag excl. BTW					€1,631.17
			BTW 21 %					€342.55
Leveringsconditie:		(CIF) Kostprijs, verzekering en vracht	Totaal		865.1 KG			€1,973.72
Betalingsconditie:		Overleg						

De vermelde prijzen zijn dagprijzen en gelden bij ongedeelde bestelling. Tussentijdse verkoop en/of prijswijzigingen voorbehouden.

Met vriendelijke groeten,

Mark de Jong

Tel:

Fax:

Mail:

Op alle aanbiedingen en overeenkomsten inzake door Overdie Staal BV te verrichten leveringen en/of diensten zijn van toepassing de algemene verkoop- en leveringsvoorwaarden. Deze zijn gedeponeerd bij de rechtbank te Alkmaar onder nr. 484/2005

Offerte 118573 2/2



Noordervaart 236
1841 JH Stompvoren
Postbus 402
1800 AK Alkmaar
Tel.: +31 (0)72 540 02 11
Fax.: +31 (0)72 540 6961
www.overdie.nl

BTW nr.: NL8063.15.003.803
K.v.K. nr.: 37059797
Bank: 65.35.63.302
IBAN: NL 55 ING B 0653 563302
BIC: ING BNL 2A

OFFERTE 118573

Offertedatum:
Geldig t/m:
Contactpersoon: Mark de Jong

Lieuwe Boards
Noordervaart 236
1841 JH STOMPETOREN

Uw contactpersoon: Dhr. j
Uw telefoonnummer:
Uw faxnummer:
Uw referentie: Huibert Winkers

Geachte heer j,

Wij danken u voor uw aanvraag en bieden u als volgt aan:

Rgt	Aantal	Omschrijving	Afm (mm)	Bewerkingen	Hoeveelh.	Prijs	Per	Bedrag
Blank rondstaal ST37K								
120	4 ST	15mm Artikel: 30100151/00	200		1.2 KG	€195.00	HK	€2.34
110	4 ST	Haaks 40mm Artikel: 30100401/00	220	Zagen	4 ST 8.9 KG	€1.00 €195.00	ST HK	€4.00 €17.36
		Haaks		Zagen	4 ST	€2.50	ST	€10.00
Breedflensbalken S235								
20	2 ST	HEA 100 Artikel: 01100100/00	800		28 KG	€87.50	HK	€24.50
		Haaks		Zagen	2 ST	€8.19	ST	€16.38
30	2 ST	HEA 120 Artikel: 01100120/00	800		33 KG	€87.50	HK	€28.88
		Haaks		Zagen	2 ST	€9.02	ST	€18.04
10	4 ST	HEA 220 Artikel: 01100220/00	2000		412 KG	€89.00	HK	€366.68
		Haaks		Zagen	4 ST	€16.25	ST	€65.00
Platen								
150	1 ST	Plaat op maat Artikel: 20PLAAT WGW Plaat S235			1 ST	€74.00	ST	€74.00
		1750x700x4 mm						
160	1 ST	Plaat op maat Artikel: 20PLAAT WGW Plaat S235			1 ST	€42.00	ST	€42.00
		1750x700x2 mm						
170	1 ST	Plaat op maat Artikel: 20PLAAT WGW Plaat S235			1 ST	€42.00	ST	€42.00
		1700x740x2 mm						
180	2 ST	Plaat op maat Artikel: 20PLAAT WGW Plaat S235			2 ST	€47.00	ST	€94.00
		1700x500x2 mm						

Op alle aanbiedingen en overeenkomsten inzake door Overdie Staal BV te verrichten leveringen en/of diensten zijn van toepassing de algemene verkoop- en leveringsvoorwaarden. Deze zijn gedeponeerd bij de rechtbank te Alkmaar onder nr. 484/2005

Offerte 118573 1/2

Bijlage III.2 E-mail conversatie ATL



Huibert Winkers <hepwinkers@gmail.com>

Pressure bladder kiteboard press

16 berichten

Huibert Winkers <huibert@lieuweboards.com>

15 september 2016 14:18

Aan: atl@atltd.com

Cc: florian@lieuweboards.com, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Dear sir/madam,

We're working on a new construction of our (kite)boardpress, we used to work with sections of firehoses on 5 bar pressure on a 1,5x0.45m surface.

(+/-30000kg)

For our new boardpress we need a pressure range from 20-40.000 kg on a surface of 1,8x0.7m. (that should be about 1,5 bar to 3 bar) but it would be nice to have a top limit of 7 bar.

We do also prefer a bladder thats flexibel enough to follow the curved bottom of the press, what basically means that it needs to expand at least 15cm in the upper direction.

Your website really got our interest, do you have anything standard for our construction and what are the costs? You can find a picture of our current boardpress in the attachment.

Hope to hear from you,

Cheers,
Huibert

Graduate Intern

T: +31 6 51798348

M: huibert@lieuweboards.com

Lieuwe

Coc: 60293613

VAT: NL853847149B01

IBAN: NL28 INGB 0006 615304



Foto 05-09-16 14 21 22.jpg
208K

Giles Dawson <GDawson@atltd.com>
Aan: Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

15 september 2016 18:22

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hello Huibert,

Thank you for your enquiry.

This is certainly something we can assist you with. Our bladders can resist the same pressure as their constraints as long as they are fully supported. Assuming this is the case, the throw and pressure will not be an issue. What I should state clearly is that the bladder will NOT be elastomeric. Much like the fire hose, our bladders have a reinforcing core.

If you can provide a drawing with pneumatic fitting details we can provide RoM costs.

I look forward to hearing from you.

Kind Regards,

Giles

Tel: +44 (0)1908 351700
Fax: +44 (0)1908 351750
Email: GDawson@atltd.com

Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

19 september 2016 12:29

Aan: Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

Bijlagen: 12/16/2016

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hi Giles,

Thanks for your quick reply,

I'm currently busy drawing the rough structure of our new board press, The bladder wil be fully supported on the top and bottom (not on the side). in a rough way I'm thinking about a construction like this:



But then offcourse our boards have a different rocker line, so I need a bit more expansion. the pneumatic fitting won't be the problem because I still need to desing the pneumatic part.

A bladder with dimensions of 700mmx1800mm and a throw of 150-200mm would be perfect in my opinion.

On your website you also have an example of a snowboard press bladder, that might be an option as well?

My desing is currently limtied by demensions, costs and options for the pressure bladder. Can you help me out or give me a price range, then I could continue with my drawings!

Many thanks,

Cheers,
Huibert

Graduate Intern

Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

19 september 2016 23:00

Aan: Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hello Huibert,

A one off bladder of this size is likely to cost ~£1150.

Kind Regards,

Giles

Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

20 september 2016 11:47

Aan: Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hi Giles,

Thanks for the quick reply, are there any options or different dimensions for a lower budget? All dimensions I gave you are estimates, maybe we could fit a smaller or different bladder to save some costs?

Cheers,
Huibert

Graduate Intern
T: +31 6 51798348
M: huibert@lieuweboards.com

Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

4 oktober 2016 12:38

Aan: Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

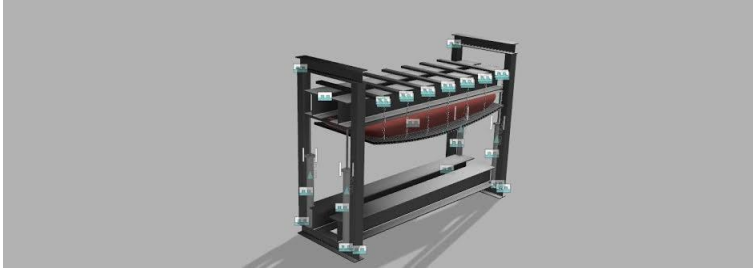
Hi Giles,

I have some extra information on my previous mail, is it possible that you missed it?

Unfortunately I didn't get a reply. I've provided a render image of my design which may be useful.

Can you tell me how the bladder will expand and where the materials will go after deflation, I need to know where to save space in my design. I also need to know if the pressure will be equal on the whole surface if the bladder is pushed into a (small) curve or rocker line.

Then I have another request, for lifting the top of the press I now designed 4 pneumatic cylinders, but it might be a good option to use the pneumatic bellows from your website. Do you have a bellow type that could lift about 200kg to a height of 50cm, and what would be the dimensions?



Hope to hear from you,
Regards,

Huibert Winckers

Cheers,
Huibert

Graduate Intern
T: +31 6 51798348
M: huibert@lieuweboards.com

Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

4 oktober 2016 13:02

Aan: Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hello Huibert,

A press bladder is typically just a simple pillow shape. A pillow when inflated has some natural curvature in it. There really is not any way to strip costs out.

The pressure will be equal if the bladder is the correct size for the void it is filling or the item it is pushing against is stiff enough to react the full load.

The same questions apply to the pneumatic cylinder / bellows options regarding support and pressure rating. I suspect that the forced you require in this area will not make a bladder an option but if you have an idea of the pressure it will need then again we can look at a solution.

Kind Regards,

Giles

Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

10 oktober 2016 11:25

Aan: Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hi Giles,

Thanks for your answer, we are very intersted in the pressure bladder.

I do think that we'll be happy with dimensions of 600x1800mm and a throw of 100-150mm. The throw can be a bit less than requested before because it will save some space when the bladder is deflated.

Do you have some more pictures or drawings from the type of bladder that we'll need?

I need to know how I can mount it, and what the options are for the position of the pneumatic fitting?

Then I have a question about the bladder construction/material, does it need extra protection from scratches and stings? It will be placed between a smooth sheet of metal on the top side and a row of 50 small smooth metal beams on the bottom (as visible in the picture in my previous e-mail). and on the sides will be some springs to keep the whole thing together. I hope you can help me out again,

Cheers,
Huibert

Graduate Intern
T: +31 6 51798348
M: huibert@lieuweboards.com

Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

10 oktober 2016 21:53

Aan: Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hello Huibert,

Could you please send me a .stp file of the assembly so that I can assess the mounting and loading?

Many thanks,

Giles

Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

17 oktober 2016 09:57

Aan: Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hi Giles,

In the attachment are 2 step files with the drawings of our boardpress.

The file called "bladder and support" shows the construction around the bladder, the top plate has 6 holes which can be used for mounting the bladder. The beams and plate on the bottom will be kept in place with springs to the top part and only touch the bladder.

The fitting can be anywhere on the side or even through a hole in the center of the top plate. I hope this makes things more clear, the dimensions of the bladder are 1700x600 in this drawing. If you need any more information, let me know.

Cheers,
Huibert

Graduate Intern
T: +31 6 51798348
M: huibert@lieuweboards.com

[Tekst uit oorspronkelijk bericht is verborgen]

2 bijlagen

 Lieuwe boardpress all parts.step
744K

 Lieuwe pressure bladder and support .step
421K

Giles Dawson <GDawson@atltd.com>
Aan: Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

21 oktober 2016 08:56

Cc: "florian@lieuweboards.com" <florian@lieuweboards.com>, Rik Haenen <info@lieuweboards.com>

Hi Huibert,

Thank you for this, I am looking at the load case and trying to understand why you need all the small metallic tubes. Surely the press bladder does the same job as these tubes?

My concern here is that when loading the bladder you may trap it between tubes and cause damage.

I do wonder if what you actually need is a bladder with some elastomeric properties rather than a reinforced core material.

Have a look and see what you think.

In reality the ROM cost I gave stands, our lead time is growing a lot at the moment. Placing a sacrificial protective sheet between the bladder and anything likely to abrade it is a good idea for the long term service of the product. This can just be something like a thin nitrile sheet.

Cheers,

Giles

Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

8 november 2016 10:23

Aan: Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

Cc: Roel | Lieuwe Boards <roel@lieuweboards.com>, Florian van Rije <florian@lieuweboards.com>

Hi Giles,

Sorry for the late reply, we're still changing our design and discussing about the behaviour of your bladder in this set up. The tubes are for creating an equal and wide pressure surface, especially when pressing in a strong curve. I do expect that the (flat) pressure surface will reduce when the bladder expands?

I will also place protective sheets on both sides of the bladder, thanks for the tip.

This week I planned to finish the design, I have some final specs and some further questions about the bladder to make sure everything will work out well:

Some questions:

- The bladder will be in "pillow-style" as shown on your website?
<http://atlinc.com/inflatables.html> - The bladder doesn't need support along the sides, fixed between a top and bottom sheet will do?
- The bladder is reinforced or has a bit of protection for scratches and punctures?
- What are the terms and conditions for warranty or failure?
- What is the expected delivery time including shipping to the Netherlands, and what will be the final costs?

Then I'm curious if the costs for a spare bladder will drop, and if this also counts when we need to replace it after some time.

Final specifications

- Dimensions: 1750x700 (when deflated) with a throw of 200mm. - Pressure range 0 to 7 bar (0.7mPa) - pneumatic fitting on the top.
- mounts in the corners and halfway on the sides.

Many thanks, and sorry for the delay and confusing changes in the technical demands. I hope it's clear now.

Regards,

Huibert Winckers

Production and development

T: +31(0)6 51 79 83 4

M: huibert@lieuweboards.com

W: www.lieuweboards.com

Hello Huibert,

Please see answers below.

Many thanks,

Hi Giles,

Sorry for the late reply, we're still changing our design and discussing about the behaviour of your bladder in this set up. The tubes are for creating an equal and wide pressure surface, especially when pressing in a strong curve. I do expect that the (flat) pressure surface will reduce when the bladder expands? – The bladder can be made slightly oversize to ensure an equal pressure from a flat face. Otherwise the bladder will be trying to stretch and eventually rupture with high pressure at the seams.

I will also place protective sheets on both sides of the bladder, thanks for the tip.

This week I planned to finish the design, I have some final specs and some further questions about the bladder to make sure everything will work out well:

Some questions:

- The bladder will be in "pillow-style" as shown on your website? <http://atlinc.com/inflatables.html> - Correct.
- The bladder doesn't need support along the sides, fixed between a top and bottom sheet will do? – If you want to maximise the working pressure you should support all surfaces. If all surfaces are supported the limiting factor of the product will be the yield strength of the container.
- The bladder is reinforced or has a bit of protection for scratches and punctures? - it is durable but has no additional protection.
- What are the terms and conditions for warranty or failure? – Our warranty is against workmanship only on this type of product.
- What is the expected delivery time including shipping to the Netherlands, and what will be the final costs? – I stand by the RoM costs below and the expected delivery would currently be 8 weeks from order.

Then I'm curious if the costs for a spare bladder will drop, and if this also counts when we need to replace it after some time. – There would be around 5% saving if 2 parts are ordered.

Final specifications

- Dimensions: 1750x700 (when deflated) with a throw of 200mm.

- Pressure range 0 to 7 bar (0.7mPa) – please consider the complete support of the bladder as above to ensure this upper pressure is obtainable.

[Tekst uit oorspronkelijke bericht is verborgen]

[Tekst uit oorspronkelijke bericht is verborgen]

Huibert Winckers <huibert@lieuweboards.com>

11 november 2016 13:49

Aan: Giles Dawson <GDawson@atltd.com>

Cc: Roel | Lieuwe Boards <roel@lieuweboards.com>, Florian van Rije

<florian@lieuweboards.com> Hi Giles,

Thanks for answering all my questions, things are much more clear now.

Supporting the bladder in all faces won't be an option in our design, so I do need to know what the upper pressure limit will be when the bladder is supported on the top and bottom face only (I need to reach 0.3-0.4 MPa at least).

Oversizing won't be a major problem, but I do need to know the flat dimensions for my construction. It would be great if the bladder will fit on a 1750x700mm sheet.

Thanks again,

Huibert Winckers

BTW: NL856126202B01

Hi Giles,

Do you have more information about my last question? We're planning on building the press in the coming months, so it would be great to know if we can use your product.

Many thanks,

Huibert Winckers

Production and development

T: +31(0)6 51 79 83 4

M: huibert@lieuweboards.com

W: www.lieuweboards.com

Hello Huibert,

Sorry, I thought I replied straight away.

To achieve this pressure we would need to change to an alternative material. Please add 12% to the costs.

Thanks,

Giles