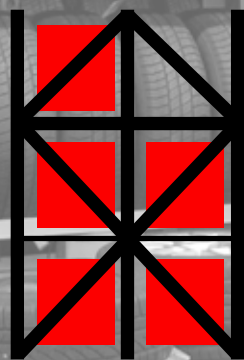


REDESIGN

DE BANDENSTELLING



bosai
Magazijninrichting

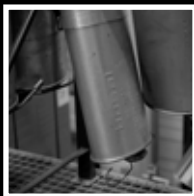
Afstudeerverslag Product Design en Engineering

Student: Wouter Slob

Studentnummer: 1527691

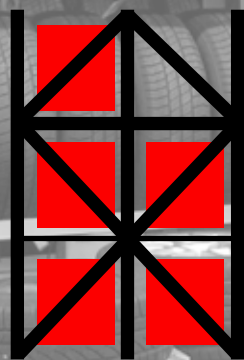
Opleiding: Werktuigbouwkunde - Product Design en Engineering (PDE)

Datum: 24 mei 2011



REDESIGN

DE BANDENSTELLING



bosal

Magazijninrichting

Naam student: Wouter Slob
Productontwikkelaar
e-mail: wouter.slob@eur.bosal.com
Telefoon: 06-30323236

Opleiding: WTB - product design
Studentnr: 1527691
Begeleider: Fedde Jorritsma
Datum: 24 mei 2011

Begeleider: Gert van Wakeren
Engineering Manager
E-mail: gert.vanwakeren@eur.bosal.com

Adres: Kamerlingh onnesweg 5
postbus 212 4130 EE Vianen
Telefoon: 0347-362774



- SAMENVATTING -

In dit afstudeerverslag wordt uitvoerig beschreven hoe het ontwerptraject van de nieuwe bandenstelling eruit heeft gezien. Op deze manier krijgt u als lezer een beter idee van het ontstaan van dit product. Het is namelijk erg belangrijk dat er in een later stadium, als de bandenstelling verder aangepast wordt, duidelijk is waarom er voor bepaalde keuzes gekozen is.

In de eerste fase van het ontwerp is er uitvoerig onderzoek gedaan naar de vorige bandenstelling. Hoe zit deze in elkaar en wat zijn de voor- en nadelen. Ook de wet- en regelgeving is in kaart gebracht. Uiteindelijk ontstond er zo een goed beeld van waar de nieuwe bandenstelling allemaal aan moet voldoen. Deze eisen en wensen vallen te lezen in het programma van eisen.

Nadat de eisen bekend zijn is het tijd om te gaan schetsen en ideeën op te doen. Hier begint het product echt vorm te krijgen en worden drie concepten opgesteld. De keuze voor concept drie was nieuw, het leek niet op de huidige bandenstelling en bood veel voordelen. Het was daarom ook heel jammer dat in een te laat stadium bleek dat dit concept toch niet zo interessant was als dat het leek... terug naar de tekentafel dus.

Concept één bleek veel interessanter, ondertussen waren er wel nieuwe inzichten verworpen met betrekking tot de bandenstelling dus deze konden meegenomen worden in het verdere ontwerp. Uiteindelijk bleek concept één de gouden greep en een kostprijs en transportvolume reductie van respectievelijk 47% en 33% waren een feit.

Verder vindt u in de bijlage de verschillende materiaal en productie onderzoeken en zijn de technische tekeningen van de stelling toegevoegd voor verdere productie.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

- INHOUDSOPGAVE -

Samenvatting
Inhoudsopgave

Voorwoord
Inleiding

1. De context van de opdracht
 - 1.1. Bosal Nederland
 - 1.2. Organisatie en werkwijze
2. Voorafgaande aan het ontwerp
 - 2.1. Design a new tyre rack
 - 2.2. Opdrachtsomschrijving
 - 2.3. Evaluatie van de nieuwe bandenstelling
 - 2.4. Concurrentievergelijking
 - 2.5. Design for everybody
 - 2.6. Wet- en regelgeving
 - 2.7. Het gebruik in een procesboom
 - 2.8. Failure mode and effects analysis
 - 2.9. Programma van eisen
3. Van niets tot het ontwerp
 - 3.1. Begin van het ontwerp
 - 3.2. Morfologisch schema
 - 3.3. Concepten opstellen
 - 3.3.1. Concept 1
 - 3.3.2. Concept 2
 - 3.3.3. Concept 3
 - 3.4. Proof of principle
 - 3.5. Conceptkeuze a.d.h.v. Harris profiel
 - 3.6. The new tyre rack
4. Verdere ontwikkeling
 - 4.1. Technische uitwerking
 - 4.2. Ophanging en vorm van de ligger
 - 4.3. De borging van de ligger
 - 4.4. De vorm van de dwarsligger
 - 4.5. De onderligger van de stelling
 - 4.6. Uiteindelijk ontwerp
 - 4.7. Go or no-go
 - 4.8. Operationele kosten en capaciteit
 - 4.8.1. Capaciteit van de huidige stelling
 - 4.8.2. Capaciteit van de huidige stelling
 - 4.8.3. Capaciteit van de nieuwe stelling



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

- INHOUDSOPGAVE -

- 4.8.4. Operationele kosten
- 4.9 Herziening Harris profiel
- 4.10. Concept één
- 5. Opnieuw technisch uitwerken
 - 5.1. Technisch detailleren
 - 5.2. Haakjes in het staanderprofiel
 - 5.3. Gerolvormde bandenligger
 - 5.4. Inhaaktraverse
 - 5.5. De aangepaste voetplaat
 - 5.6. Het eindconcept
 - 5.7. Materiaal en productie
 - 5.8. Sterkte en veiligheid
 - 5.9. Kostprijs van de bandenstelling
- 6. Het vervolgtraject
 - 6.1. Toetsing a.d.h.v. programma van eisen
- 7. Proces en planning
 - 7.1. Projectaanpak en planning
- 8. Reflectie: terugkijken
 - 8.1. Reflectie
 - 8.2. Profielschets

Bronvermelding

Bijlage I: Procesboom
Bijlage II: Benchmarking
Bijlage III: Kostprijs stelling [1]
Bijlage IV: Operationele kosten
Bijlage V: Materiaalonderzoek
Bijlage VI: Productietechnieken
Bijlage VII: Sterkteberekening
Bijlage VIII: Technische tekeningen
Bijlage IX: Toetsing a.d.h.v. PVE



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob



- VOORWOORD -

Om de opleiding Product Design en Engineering aan de Hogeschool Utrecht voldoende af te ronden is het de bedoeling dat ik gedurende 5 maanden aan een afstudeerproject werk in opdracht van een bedrijf binnen de werksfeer van de opleiding. Om die reden ben ik tussen december 2010 en mei 2011 werkzaam geweest aan een herontwerpopdracht voor Bosal Nederland in Vianen, op de afdeling Magazijninrichting. Het doel van deze afstudeerstage is om aan te tonen dat ik in staat ben om binnen een professionele werksfeer te functioneren. Het is ook om die reden dat ik contact gezocht heb met Bosal Nederland.

Verder wil ik graag van deze gelegenheid gebruik maken om Bosal Nederland en in het bijzonder G. van Wakeren te bedanken voor zijn goede begeleiding in het kader van het ontwerptraject. Ook wil ik graag de heren H. Ligtvoet, H. Willemse en alle mensen werkzaam op de afdeling Engineering, met in het bijzonder de heren P. den Hartog en D. Vrolijk, bedanken voor hun bijdrage aan dit project. Ook wil ik graag de leden van de afstudeercommissie bedanken voor hun waardevolle bijdrage en daarbij in het bijzonder de heer F. Jorritsma voor zijn begeleiding.

Wouter Slob
Vianen, dinsdag 24 mei 2011

Dit afstudeerverslag is samengesteld en gepubliceerd door Wouter Slob, in opdracht van BOSAL Nederland. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van BOSAL NEDERLAND.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob



- INLEIDING -

In dit verslag wordt een beschrijving gegeven van het herontwerpen van de bandenstelling van Bosal Nederland. De opslag van banden wordt namelijk een steeds belangrijker marktsegment voor Bosal en omdat zij veel concurrentie ondervinden is het belangrijk dat er een goedkopere en/of kwalitatief betere oplossing gevonden wordt voor deze vorm van opslag. De bandenstelling van Bosal wordt vaak geassocieerd met kwalitatief hoogstaand, maar duur, waardoor het vaak lastig is om de concurrentie voor te zijn. Door hier een oplossing voor te verzinnen hoopt Bosal een betere marktpositie te verkrijgen.

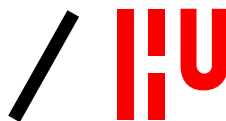
Binnen dit project is het mijn taak om zelfstandig en in samenspraak met collega's (waaronder de heren G. van Wakeren en H. Ligtfoot) een concurrerend product te creëren welke voldoet aan alle eisen opgesteld in samenspraak met de afdelingen Engineering en Sales.

Allereerst zal er een korte beschrijving gegeven worden van het bedrijf Bosal Nederland zodat u als lezer een beter begrip krijgt van het kader van deze opdracht. Vervolgens zal deze opdracht beter uitgelegd worden en een begin gemaakt worden met verschillende vooronderzoeken. Deze onderzoeken zullen uiteindelijk resulteren in een programma van eisen.

Nadat het programma van eisen opgesteld is kan er een begin gemaakt worden met het herontwerpen. Het is namelijk van belang dat het eerst duidelijk is aan welke eisen het product moet voldoen alvorens er begonnen wordt met het ontwerp. Gedurende het ontwerptraject zullen er verschillende concepten opgesteld worden waarvan er enkele verder uitgewerkt zullen worden tot technische gedetailleerde ontwerpen. Uiteindelijk is het de bedoeling dat er een compleet uitgewerkt eindproduct afgeleverd wordt eventueel met prototype.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob



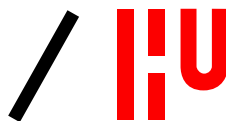
- DE CONTEXT VAN DE OPDRACHT -

In dit hoofdstuk wordt beschreven wat de context van de opdracht is. Daarbij komt onder andere aan bod wat voor een bedrijf Bosal nu werkelijk is en wat voor producten zij vervaardigen. Verder wordt omschreven hoe het bedrijf georganiseerd is en wat mijn rol of positie is binnen het bedrijfs onderdeel Magazijninrichting.

Het doel daarvan is dat u als lezer meer begrip krijgt van het kader van de opdracht. De bedrijfsvoering en doelstellingen hebben namelijk een grote impact op het eindresultaat.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

- BOSAL NEDERLAND -

Het is vanzelfsprekend erg belangrijk om eerst meer informatie te geven over de context van de ontwerpopdracht alvorens men zich verder verdiept in de oplossing hiervan. Vandaar dat er eerst meer informatie gegeven wordt over het bedrijf Bosal Nederland; wat zijn de kerntaken van het bedrijf en binnen welke branche opereert het. Op deze manier krijgt u een beter beeld van de situatie waarin het product is ontstaan.

DE GROEP BOSAL

Het bedrijf Bosal is in 1923 opgericht in Alkmaar door de heer Bos (vandaar ook de naam BOS Alkmaar). In de loop der jaren is het bedrijf uitgegroeid tot een wereldwijde onderneming met ruim 7000 werknemers in 43 fabrieken en 27 distributiecentra over de hele wereld. Het hoofdkwartier van de Nederlandse onderneming is gevestigd in het Belgische Lummen en vormt samen met de fabriek in Vianen en twee distributiecentra's in Hengelo en Schiedam de groep Bosal Nederland.

Bosal is wereldwijd een van de toonaangevende fabrikanten van uitlaatsystemen in de wereld. Er worden uitlaten geleverd voor de eerste montage aan onder andere Saab en voor de vervangingsmarkt (reparaties). In Nederland is Bosal marktleider in de vervangingsmarkt. De Bosal groep produceert daarnaast onder andere precisiebuis, magazijnstellingen, trekhaken, dakdragers en speelt een leidende rol in de productie van technisch hoogwaardige katalysatoren.

BOSAL MAGAZIJNINRICHTING IN VIANEN

Mede vanuit deze automotive branche is Bosal begonnen met het produceren van magazijninrichting, omdat klanten bij Bosal de vraag neerlegden om ook de magazijnstellingen te leveren. Momenteel is Bosal binnen deze branche dan ook marktleider wat betreft magazijninrichting, maar daar buiten is er voor het

bedrijf nog veel te winnen. Vandaar dat er sinds kort is begonnen met het promoten in andere markten. In Vianen produceert en ontwikkelt Bosal magazijninrichting voor de West-Europese markt

Binnen het gamma van magazijninrichting is Bosal Nederland voornamelijk succesvol met hun legbord- en grootvakstellingen. Beide worden vervaardigd uit rechthoekige buizen van 50 bij 25 mm (zogenoemde tube-50 stellingen). Deze buizen zijn voorzien van een perforatie t.b.v. een inhaakverbinding zodat de stelling snel geplaatst kan worden. Verder is het mogelijk om de stellingen onderling te verbinden zodat er verdiepingsbouw toegepast kan worden tot wel drie verdiepingen.

Vanwege de vraag vanuit de automotive branche heeft Bosal de bandenstelling ontwikkeld met hetzelfde principe als de tube-50 stelling. Hierbij worden de liggers voor de grootvakstellingen gebruikt om de banden te ondersteunen. In principe is dit product dus niet speciaal ontworpen maar heeft het bedrijf gewoon gebruik gemaakt van bestaande mogelijkheden.

Binnen het assortiment verkoopt Bosal Nederland verder onder andere palletstellingen, balie's en kantoormeubels.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

I-II



- ORGANISATIE EN WERKWIJZE -

Naast het bedrijf zelf is ook de interne organisatie van belang bij het ontwerpproces. Wie begeleid en aan wie moet er verantwoording afgelegd worden. Daarbij zijn ook punten als vergaderingen en contactmomenten belangrijk voor een goede begeleiding en functioneren.

ORGANISATIE VAN HET PROJECT

Het project om de bandenstelling te herontwerpen gebeurt in opdracht van Bosal Nederland. Het is daarbij de bedoeling dat er gewerkt wordt binnen het bedrijf zelf op de afdeling Bedrijfsbureau (engineering). Binnen deze afdeling wordt de begeleiding gegeven door de heer Gert van Wakeren. Als Engineering Manager is hij ook gelijk de persoon waarbij ik verantwoording moet afleggen.

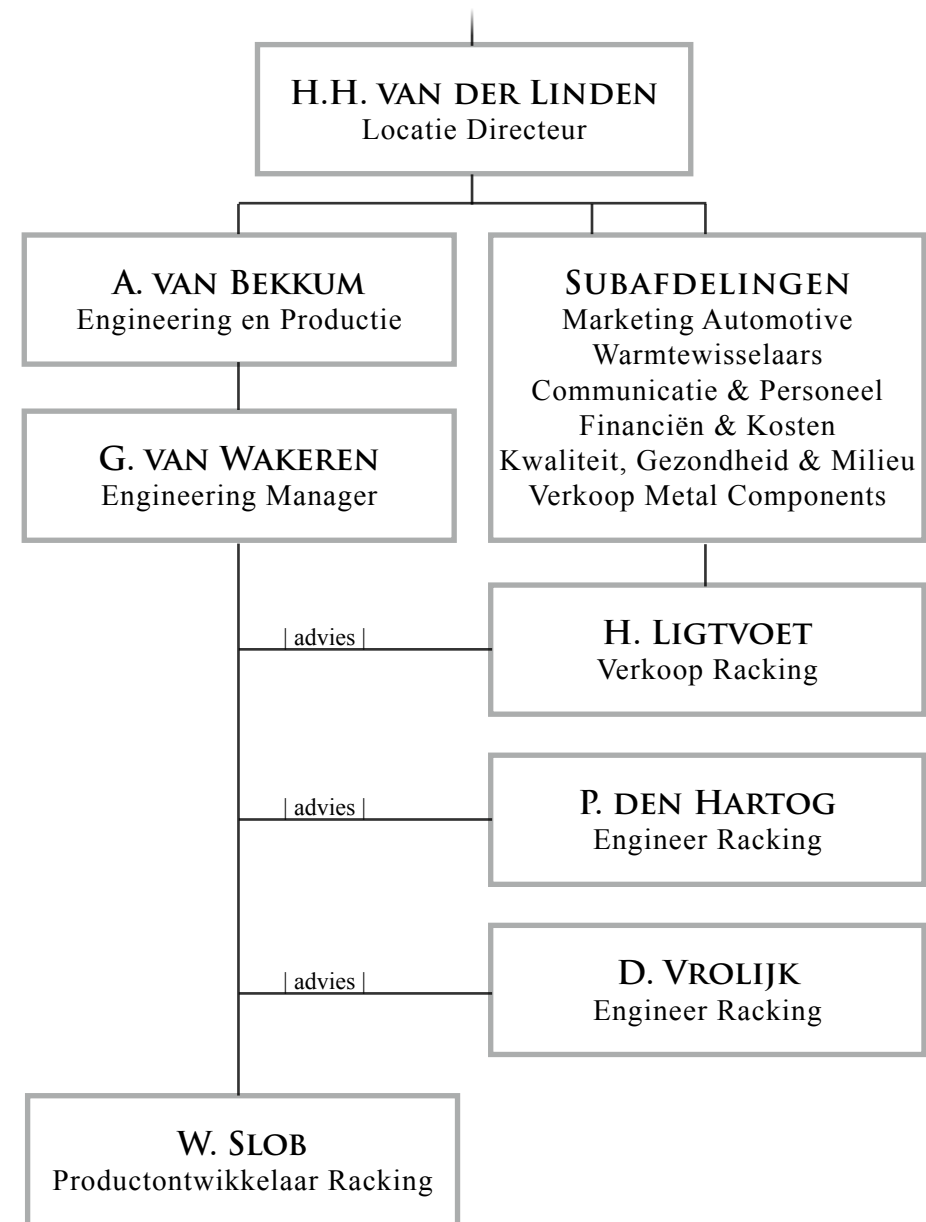
Er is verder binnen Bosal Magazijninrichting geen product ontwikkeling. Voor eventuele vragen met betrekking tot de verkoop en wensen vanuit de markt is de heer Hans Ligtvoet de aangesproken persoon.

Een speciale rolverdeling is er niet nodig omdat het project maar door één persoon uitgevoerd wordt. Wel fungeert Gert van Wakeren als projectleider.

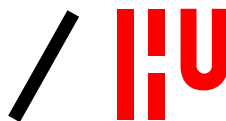
VERDERE WERKWIJZE

Over het algemeen wordt er iedere week aan het project gewerkt voor 39 uur per week. Ook het eindverslag zal grotendeels tijdens deze uren gemaakt worden.

De communicatie met Gert van Wakeren is verder bijna dagelijks. Omdat we dichtbij elkaar zitten is het makkelijk om even binnen te lopen. De vergaderingen zelf zijn niet standaard vastgelegd maar worden wel wekelijks gehouden.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

I-III



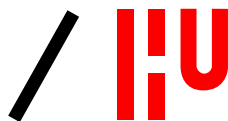
- VOORAFGAANDE AAN HET ONTWERP -

Wat ging er vooraf aan het ontwerp? Er is door Bosal een probleem gesignaleerd waaruit een opdrachtsomschrijving is ontstaan. In dit hoofdstuk wordt allereerst uitgelegd wat het probleem of de situatie is waaruit de opdrachtsomschrijving is ontstaan.

Vervolgens zijn er een aantal onderzoeken gedaan waaruit een programma van eisen is opgesteld. Aan de hand van dit programma van eisen is duidelijk waaraan het product uiteindelijk zal moeten voldoen.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

II-I

- DESIGN A NEW TYRE RACK -

De opslag van banden wordt een steeds belangrijker marktsegment voor Bosal Nederland b.v. Mede dankzij de recente strenge winters, strengere verzekeringsvoorwaarden, wettelijke verplichtingen (Oostenrijk en Duitsland) en uitbreiding van lease accessoire pakketten worden de winter- / zomerbanden steeds populairder. Door deze populariteit neemt de vraag voor opslagcapaciteit van banden met volgen significant toe.

Ondanks het gegeven dat Bosal in de productie van magazijnstellingen (o.a. bandenstelling) succesvol is, ondervind Bosal veel last van concurrentie. Bosal verkoopt een aangepaste versie van de standaard legbordstelling (Tube50 systeem, welk een modulair magazijnsysteem is van Bosal) als bandenstelling. Dit hoogwaardig kwaliteitsproduct wordt middels een aantal lassamenstellingen geassembleerd en op locatie in elkaar gezet. De concurrentie gebruikt echter vaak eenvoudigere ontwerpen waardoor prijzen en flexibiliteit competitiever zijn.

Naar aanleiding van de recent ontwikkelde bandenligger (uit één stuk plaatwerk) is de conclusie dat er weinig tot geen prijsvoordeel gegenereerd kan worden uit deze nieuwe bandenligger. Om de concurrentie voor te zijn zullen we dus moeten kijken naar een goedkoper geheel nieuw concept voor bandenopslag. Mogelijk kan deze opdracht ook leiden tot product vereenvoudiging van bestaand Tube 50 concept, waarbij bijv. verbindingen door lassen in zijn geheel niet meer nodig zijn.

Aandachtspunt is wel dat de huidige bandenstelling TÜV gekeurd is en mochten hier vereenvoudigingen op komen dan zullen deze moeten getoetst worden aan de TÜV. Hetzelfde geldt voor een geheel nieuw concept welke zal moeten getoetst worden via dezelfde route.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter S'

II-II

- OPDRACHTOMSCHRIJVING -

Ontwerp een geheel nieuw en goedkoper concept voor de opslag van banden met velgen. De opslagmethode moet binnen de daarvoor geldende Europese wet- en regelgeving vallen voor wat betreft arbo, veiligheid en milieu. Daarbij moet de opslagmethode qua constructie en sterkte voldoen aan de daarvoor geldende TÜV regelgeving.

DOELSTELLING

De afstudeerder zal een oplossing vinden voor het hierboven omschreven probleem dat Bosal veel concurrentie ondervindt van andere bedrijven als het gaat om hun magazijnstellingen. Daarom dat de student dus een beter en goedkopere bandenstelling zal gaan ontwerpen welke getest zal worden op de sterkte en de bijbehorende regelgeving.

De projectgrenzen en randvoorwaarden zijn:

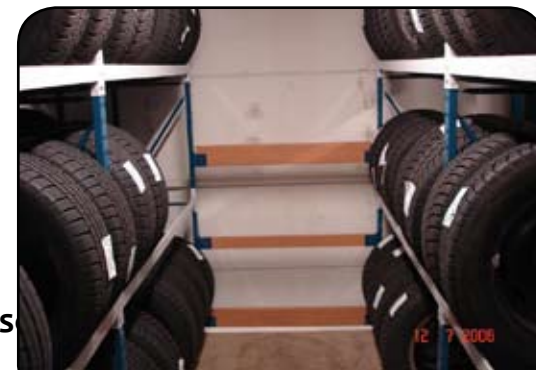
- (Her)ontwerpen van een bandenstelling.
- De bandenstelling moet modulair en flexibel op te bouwen zijn.
- Er moet een goedkoper product ontstaan.
- De sterkte van het ontwerp moet voldoen aan de eisen gesteld door TÜV en de ARBO.
- Er moet een voorstel gedaan worden voor het verrijdbaar maken van de stelling.
- Aanvullend kan er gekeken worden naar de toepasbaarheid als legbordstelling.
- Er hoeft niet gekeken te worden naar de ruimte waarin de stelling zich bevind.
- Er hoeft niet gekeken te worden naar de kleur van het product, omdat dit klantspecifiek gemaakt kan worden.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeers



II-III



- EVALUATIE VAN DE BANDENSTELLING -

Door goed op een rij te zetten wat de voor- en nadelen zijn van de huidige bandenstelling, ontstaat er een overzicht van de punten waarop het product verbeterd kan worden. Tevens wordt zo duidelijk op welke punten bij het nieuwe ontwerp gelet moet worden, zodat er een beter en competitief product ontstaat.

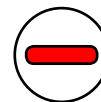


PLUSPUNTEN VAN DE BANDENSTELLING

- Sterk genoeg
- Snel op te zetten
- Modulair op te bouwen
- Veel capaciteit in de stelling
- Te gebruiken als legbord stelling
- Flexibel in maatvoering
- Flexibel in kleur

Het grootste pluspunt van de bandenstelling van Bosal ten opzichte van zijn concurrenten is dat deze stelling sterk genoeg is om een grote hoeveelheid banden te dragen (TÜV gekeurd). Ondanks dat de prijs van de stelling wat hoger is, kiezen veel bedrijven voor de kwaliteit van Bosal. Dit is ook zeker een punt waar rekening meegehouden moet worden, het is namelijk niet te verkopen dat een stelling instort.

Een ander groot pluspunt is dat de stelling op veel manieren te gebruiken is. Doordat de stelling gebaseerd is op het Tube 50 systeem van Bosal, is de stelling (of onderdelen ervan) ook te gebruiken als legbord stelling of andere vormen van magazijn inrichting. Het Tube 50 systeem is gebaseerd op een modulair systeem waarbij telkens weer de stelling verlengd en verhoogd kan worden. Tevens zijn ze bij Bosal instaat om de stelling in te korten zodat voor ieder magazijn een oplossing te vinden is.



MINPUNTEN VAN DE BANDENSTELLING

- Te duur
- Veel indeuken van de band door een klein draagvlak
- Veel staanders nodig voor sterkte
- Uitzetting van de liggers
- Veel lucht tijdens transport van de staanders
- Geen borging van de liggers
- Niet star
- Drie verschillende liggers
- Uitstraling is zwak
- Meerdere productiestappen

Een van de minpunten van de bandenstelling is wel de prijs, doordat de kwaliteit hoog is kost de stelling van Bosal meer. Concurrenten zijn in staat om de stellingen goedkoper aan te bieden door simpelere concepten. Er komt een moment waarbij de concurrentie zich in kwaliteit kan meten aan Bosal door ervaringen uit het verleden. Op dat moment gaat de prijs een steeds grotere rol spelen.

Ook de liggers kunnen beter, zo is er laatst een ontwikkeling doorgevoerd waarbij de ligger uit een stuk plaatwerk is vervaardigd. Dit bespaart namelijk extra productie stappen. Verder is er geen rekening gehouden met de plaatsing van de band. De huidige liggers van de legbord stelling hebben namelijk een klein draagvlak waardoor de band sterk ingedeukt wordt en er dus extra beschadigingen ontstaan aan de band.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

II-IV



- EVALUATIE VAN DE BANDENSTELLING -

Verder zijn er drie verschillende liggers (onder, boven en midden ligger) dit is niet alleen lastig met productie, maar ook bij het assembleren en verzenden kost dit extra moeite omdat rekening gehouden moet worden met de plaatsing en aantal van de liggers.

Daarnaast zijn er verbeteringen mogelijk voor de staanders. Deze nemen namelijk een hoop ruimte in tijdens transport omdat ze in één geheel zijn vervaardigd. Ook zijn er veel staanders nodig voor de sterkte van de stelling omdat de liggers de kracht van de banden niet op kunnen vangen over een grote lengte.

AANVULLENDE OPTIES

- Automatisch oppikken van de banden mogelijk maken
- Stelling verrijdbaar maken
- Extra toegevoegde functies voor gebruik?

Extra aanvullingen voor het product zouden mogelijk zijn zodat een nog beter product ontstaat. Zo zijn de banden niet automatisch op te pikken. Vanuit Duitsland zijn verschillende vragen gekomen om dit mogelijk te maken zodat de banden met een klein heftruckje uit de stelling gehaald kunnen worden. Ook zijn de stellingen niet verrijdbaar. Door dit mogelijk te maken wordt de capaciteit van de opslagruimte verhoogd doordat er minder rijpaden nodig zijn.

GEBRUIKERSONDERZOEK ?

Door een gesprek aan te gaan met verschillende mensen die met de bandenstelling werken wordt nog beter bekend waar de vakmensen tegenaan lopen. Zij zijn degene die weten waar de problemen liggen wat betreft montage. Verder regelen zij ook de problemen die ontstaan tijdens het gebruik en weten ze dus waar verbeterpunten liggen. In de bijlage zit het verslag van dit gebruiksonderzoek.

Uit het onderzoek komt duidelijk naar voren dat de gebruikers de bandenstelling enerzijds een mooi product vinden. De kwaliteit is hoog en na het monteren van de onderdelen is het een robuust systeem, ondanks dat het opgebouwd is uit allemaal dunne onderdelen. Wel zijn er een aantal aandachtspunten die in het gesprek naar voren komen

- Het systeem is met één persoon op te bouwen, dit moet ook mogelijk blijven omdat het niet altijd mogelijk is om samen naar een klus te gaan.
- Veel dingen waar de montageploeg tegen aan loopt hebben te maken met fouten in de productie of levering.
- De pas- en vloerplaten zijn lastig. Vooral omdat de vloerplaat niet vast zit aan het frame en het dus mikken is.
- Onderdelen zijn lastig te stapelen en nemen veel ruimte in bij het transport.
- De staanders schuiven van elkaar af tijdens het stapelen door de aanwezigheid van de schoren.



- EVALUATIE VAN DE BANDENSTELLING -

CONCLUSIE NAAR AANLEIDING VAN DE EVALUATIE

Na deze evaluatie kan geconcludeerd worden dat er verschillende punten zijn waarop het product verbeterd kan worden. De belangrijkste punten hiervan zijn:

- De staanders nemen veel ruimte in tijdens het transport.
- De band deukt in omdat er een te klein draagvlak is van de liggers.
- Er zijn veel staanders nodig voor de sterkte.
- Er zijn drie verschillende liggers (boven, onder en midden) welke zonder de borgpen niet geborgd zijn.
- De pas- en vloerplaten zijn lastig. Vooral omdat de vloerplaat niet vast zit aan het frame en het dus mikken is.
- Onderdelen zijn lastig te stapelen en nemen veel ruimte in bij het transport.

Al deze punten kunnen bijdragen dat een ander minpunt verholpen wordt, namelijk de prijs. Indien het product simpeler en beter op te bouwen is, zal de prijs dalen.

Verder is de kwaliteit van het product hoog en de sterkte (TÜV-gecertificeerd) ruim voldoende waardoor klanten vaak voor Bosal kiezen. Ook is de stelling flexibel en modulair op te bouwen waardoor er altijd een passende oplossing te vinden is voor iedere situatie.

Ook zijn er aanvullende opties mogelijk voor de stelling zoals het automatisch oppikken van de banden mogelijk maken of de stelling verrijdbaar maken. Verder zou het misschien mogelijk zijn om extra functies aan het product toe te voegen, waardoor het breder inzetbaar wordt.





- CONCURRENTIEVERGELIJKING -

Naast het evalueren van eigen producten is het ook altijd verstandig om vergelijkbare producten te onderzoeken, op deze manier ontstaat een goed inzicht van de concurrentie. Het is dus verstandig om een benchmarking te houden naar vergelijkbare producten. Hierdoor wordt duidelijk op welke manier de concurrentie hun producten opgebouwd heeft en wat wel en geen voordelen biedt.

BANDENSTELLING

Als snel wordt duidelijk dat de concurrentie groot is. Veel andere bedrijven produceren en verkopen een bandenstelling en veel hiervan lijken op de bandenstelling van Bosal. Zo zijn er zelfs stellingen die gebaseerd zijn op hetzelfde principe (namelijk verstelbaar met haken). Bedrijven met een vergelijkbaar systeem zijn bijvoorbeeld: SSI en Continental Rack.

Veel bedrijven maken gebruik van dezelfde manier van opslaan waarbij de band met het loopvlak neergezet worden op twee liggers. Bij een enkeling worden de banden opgestapeld in de stelling of opgehangen in een frame, bijvoorbeeld ook fietsbanden. Echter in een onderzoek van continental banden groep wordt vermeld dat de banden met velg het best opgehangen of opgestapeld kunnen worden en dat banden zonder velg het best neergezet kunnen worden, maar dan wel iedere 4 weken omgedraaid moeten worden.

Als de bandenstellingen gebruikt worden voor het opslaan van de winter- dan wel zomerbanden dan zal dat waarschijnlijk betekenen dat de banden voor zeker een aantal maanden in de stellingen staan. Hierdoor zullen de banden mogelijk indeuken en piepkleine beschadigingen ontstaan. De vernieuwde ligger van Bosal is op dat gebied beter dan de voorganger omdat deze een breder vlak heeft waarop de band ligt en dus een groter draagvlak.

DE CONCURRENTIE

Om snel een overzicht te krijgen van welke concurrenten Bosal veelvuldig tegenkomt in de markt is er navraag gedaan bij de afdeling verkoop. Hier werden de volgende bedrijven aangedragen:

- SSI Schäffer
- Dexion
- Nedcon
- Bito
- Rauscher
- Stow
- Metalsistem

Naar aanleiding van dit rijtje kan er gekeken worden naar concurrerende stellingen, hoe zitten deze in elkaar en wat is hun voordeel. Mogelijk kan er zo gezocht worden naar oplossingen voor de bandenstelling van Bosal.



bosal
Magazijninrichting

SSI SCHÄFFER

DEXION



bosal
Magazijninrichting



IU

Afstudeerscript van Wouter Slob

II-VII



- CONCURRENTIEVERGELIJKING -

Al snel wordt inderdaad duidelijk dat alle directe concurrenten gebruik maken van een inhaakprincipe net als Bosal dat doet. Het grootste voordeel hiervan is ook dat het geheel modulair en verstelbaar in te delen.

Toch zijn er kleine verschillen tussen de producten die ervoor zorgen dat het toch andere producten zijn. Zo wordt er vaak gebruik gemaakt van een profiel (bijvoorbeeld Nedcon) terwijl Bosal gebruik maakt van een buis, beide wel met perforatie. Ook het materiaal is anders, zo kiest bijvoorbeeld Dexion voor thermisch verzinkt staal, terwijl anderen weer een poedercoating gebruiken.

Daarnaast is er nog één wezenlijk verschil tussen de stellingen; namelijk dat de ene ervoor kiest om de schoren tussen de staanders te lassen, terwijl er vaak voor gekozen wordt om de onderdelen te bevestigen met bouten en moeren. Voordeel van deze laatste is dat het weinig transport vraagt. Zeker als het eerst gemaakt moet worden, vervolgens op transport naar de spuitser en weer terug en later nog weer naar locatie. Ook ontstaan er kleinere onderdelen welke beter hanteerbaar zijn.

VERRIJDWARE STELLINGEN

Omdat de verrijdbare stellingen iets nieuws is voor Bosal, is het verstandig om ook hier eerst te onderzoeken wat er allemaal al te vinden is. Ook hier blijkt dat veel bedrijven bekend zijn met de verrijdbare stellingen. Echter zijn er twee duidelijke verschillen: namelijk de stelling die aangestuurd wordt door een motor of een stelling die handmatig verplaatst wordt. Deze laatste gebeurt meestal wel met de nodige mechanische vertragingen zodat het verplaatsen niet te veel kracht kost. Verder zijn er zowel stellingen die begeleid worden door een rails als stellingen die vrij over het oppervlak lopen.

MOTORISCHE STELLING VAN JUNGHEINRICH

Door de vele ervaringen van Jungheinrich in de transportsector is dit bedrijf bekend met het motorisch aandrijven van stellingen. In combinatie met een radiografisch systeem verplaatst de stelling zich automatisch zodat het juiste gangpad vrijkomt.

MECHANISCHE STELLING VAN SSI

Ook SSI heeft een verrijdbare stelling, echter deze maakt gebruik van een mechanische overbrenging. Er zit aan de voorkant van de stelling een wiel waaraan gedraaid kan worden, vervolgens zal de stelling zich in de juiste richting verplaatsen. Verder kan ervoor gekozen worden om de stelling te monteren aan een rails zodat deze begeleid wordt.

Het voordeel van dit systeem is dat het er een minder grote investering vereist is als dat er een motor ingebouwd wordt. Echter het kost wel meer inspanning en is dus alleen geschikt voor stellingen die minder wegen.

VRIJVERRIJDWARE STELLINGEN

Naast de stellingen die alleen in één rechte lijn kunnen bewegen zijn er ook stellingen waarmee men vrij kan rond rijden. Door de vrij draaiende wielen onder de stelling is dit mogelijk gemaakt. Voor bijvoorbeeld raceteams zou zo'n bandenstelling uitkomst bieden en ook voor garages kan dit een oplossing zijn zodat men niet meer met de banden hoeft te sjouwen of rollen.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

II-VIII

- CONCURRENTIEVERGELIJKING -



Afbeeldingen: benchmarking bandenstelling (zie bijlage II)

CONCLUSIE VAN DE BENCHMARKING

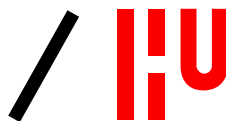
De conclusie van deze benchmarking is dat er veel producenten zijn die stellingen (hetzij palletstellingen of bandenstellingen) produceren. Wel valt heel erg op dat al deze stellingen gebaseerd zijn op hetzelfde principe, namelijk het inhaken van onderdelen. Het is eigenlijk ook wel logisch waarom, dit principe biedt namelijk een hoop mogelijkheden en flexibiliteit, het hele product is variabel en modulair op te bouwen. Daarbij is het ook nog eens heel snel in elkaar te zetten.

Het enige waarop de stellingen afwijken van elkaar zijn de materialen en de manier waarop de schoren gemonteerd zijn. Er zijn namelijk een aantal bedrijven die de schoren tussen de staanders lassen, maar het merendeel van de stellingen worden handmatig in elkaar geschroefd, omdat dit een hoop ruimte scheelt tijdens het transport.

Ook wat betreft de verrijdbare stellingen zie je een hoop overeenkomst, echter is er één belangrijk verschil: zo zijn er stellingen die motorisch aangedreven worden en stellingen die manueel verplaatst worden. Het laatste is uiteraard goedkoper dan de motoren, maar kost wel meer moeite.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

II-IX

- DESIGN FOR ... EVERYBODY -

Tijdens het gehele ontwerptraject is het van groot belang dat er rekening gehouden wordt met de gebruiker! Dit spreekt natuurlijk voor zich, want voor wie ontwerp je het product dan anders? Maar naast de hoofdgebruiker bestaan er meer gebruikers zoals bijvoorbeeld de monteur, onderhoudsman en de schoonmaker. Vandaar dat er in de verdere uitwerking van het product ook met hun rekening gehouden dient te worden.

De methode Design for X is een manier om tijdens het ontwerptraject rekening te houden met de speciale wensen van de gebruikers welke allemaal met het product te maken hebben, hierbij valt te denken aan de monteur, de schoonmaker, maar ook de transporteur en de producent. Verder kan er op deze manier gekeken worden naar bijvoorbeeld de veiligheid en kwaliteit van het product.

... DE MONTAGE

Voor de monteur is het vooral belangrijk dat hij snel en zonder al te veel nadenken de stelling in elkaar kan zetten. Bijvoorbeeld zoals bij de originele bandenstelling waarbij gebruik werd gemaakt van haakjes waardoor de monteur geen gereedschap meer nodig heeft. De voornaamste dingen waar naar gestreefd moet worden zijn:

- Zo min mogelijk verschillende benodigde gereedschappen
- Zo min mogelijk verschillende onderdelen
- Eén manier van het monteren van onderdelen of onderdelen symmetrisch maken.
- Automatische borging (in plaats van borgpen)
- Makkelijk en snel te stellen

De snelheid waarmee de monteur de stelling ter plaatsen op bouwt speelt namelijk ook een belangrijke rol bij de kostprijs van de stelling. Hoe langer de monteur er over doet, hoe meer het kost. Verder verminderen deze punten ook de kans op fouten in de montage.

Bij een nieuwe bandenstelling is het raadzaam om ervoor te zorgen dat er onder andere geen borging of voetplaatjes meer nodig zijn. Op deze manier zijn er (1) minder onderdelen en (2) minder handelingen nodig om de stelling op te bouwen.

... DE HEFTRUCKCHAUFFEUR

Voor de heftruckchauffeur is het van belang dat de stelling makkelijk en snel te gebruiken is, zodat hij snel door kan met zijn handelingen. Hierbij valt te denken aan een passende afstand tussen de banden zodat hij de lepels van zijn heftruck makkelijk onder de banden kan steken om deze eruit te halen. Ook is het van belang dat er geen uitstekende delen aanwezig zijn waar de chauffeur tegen aan kan rijden waardoor de stelling zou beschadigen. Evt. zijn zelfs aanrijdbeveiligingen aan te bevelen.

... HET ONDERHOUD

De onderhoudsman houdt de kwaliteit van de stelling in de gaten. Voor hem is het dus van belang dat hij makkelijk de veiligheidseisen kan controleren zoals doorbuiging en de aanwezigheid van de borging. Dit kan gerealiseerd worden door zichtruimtes te creëren om de borging en ophanging te controleren en het mogelijk te maken voor de controleur om te kijken of de stelling o.a. nog recht staat. Verder moeten onderdelen eerst plastisch vervormen alvorens ze afbreken. Hierdoor wordt het zichtbaar dat er iets fout gaat.



- DESIGN FOR ... MORE -

... DE SCHOONMAKER

Voor deze speciale gebruikers groep is er maar één ding van belang: hoe goed kunnen ze het vuil op de vloer onder de stelling vandaan halen. Dit kan gerealiseerd worden door een grote ruimte onder de stelling te creëren waardoor de schoonmaker er makkelijk een bezem onderdoor kan halen. Verder moet de stelling zo min mogelijk contact maken met de vloer, dit biedt niet alleen voordelen op het gebied van het schoonmaken, maar er bestaat ook minder kans op corrosie doordat er de stelling niet in het water kan staan.

... DE TRANSPORTEUR

De transporteur brengt de stelling voor het opbouwen naar de plaats van bestemming. Bij Bosal gebeurt dit met vrachtwagens en deze is er bij gebaat dat de onderdelen zo licht en zo compact mogelijk zijn. Daardoor kan hij namelijk meer meenemen en waardoor Bosal minder transportkosten heeft. Voor het ontwerp dient er dus met de volgende dingen rekening gehouden te worden:

- De onderdelen zo compact mogelijk
- Zo veel mogelijk identieke onderdelen, dit is vooral makkelijk voor het klaarmaken van de order.
- Zo licht mogelijk, minder gewicht is namelijk minder brandstof.
- De onderdelen moeten stapelbaar zijn waardoor de vrachtwagen makkelijker in te richten is.

... DE PRODUCENT

Voor Bosal Nederland is het allereerst van belang dat ze aan de meeste onderdelen extra waarde kunnen toevoegen. Vandaar dat ze zoveel mogelijk zelf willen kunnen produceren met hun eigen machines waar ze meer marge op kunnen maken. Onderdelen met de hand lassen voegt daartegen weinig toe, omdat dit teveel arbeid kost.

Voor de eventuele inkooponderdelen moet geprobeerd worden dat hieraan zo min mogelijk nabewerkingen zitten. Dit biedt als voordeel dat als de onderdelen binnenkomen deze gelijk opgeslagen kunnen worden en pas als ze verkocht zijn weer te voorschijn hoeven te komen. Dit bespaart namelijk handelingskosten.

... VEILIGHEID EN KWALITEIT

Voor het ontwerpen op het gebied van de veiligheid en kwaliteit is het allereerst van belang dat de monteur en/of gebruiker geen onderdelen kunnen vergeten om te monteren. Dit geldt bijvoorbeeld voor de originele borging. Dit was een borgpen welke handmatig aangebracht moest worden. Bij de nieuwe stelling zal deze in de klauw geïntegreerd zitten waardoor deze niet vergeten kan worden.

- DESIGN FOR ... MORE -



CONCLUSION FOR DESIGN

Aan de hand van deze analyse kan geconcludeerd worden dat er tijdens het ontwerptraject rekening gehouden moet worden met een hoop aspecten. Voor de gebruiker zijn de volgende punten van belang:

- Zo min mogelijk benodigde gereedschappen
- Zo min mogelijk verschillende onderdelen
- Eén manier van monteren
- Automatische borging
- Makkelijk en snel stellen van de stelling
- Genoeg ruimte tussen de banden
- Geen uitstekende delen
- Eventueel een aanrijdbeveiliging voor de veiligheid
- Zicht op schades en de mogelijkheid om deze vroegtijdig te constateren
- Zo min mogelijk contact met de vloer vanwege de schoonmaak
- Onderdelen zo compact mogelijk
- Onderdelen stapelbaar maken
- Onderdelen zo licht mogelijk
- De onderdelen zo veel mogelijk te produceren/bewerken door Bosal
- Inkooponderdelen moeten zo min mogelijk nabewerking nodig hebben.

Aan de hand van deze punten kan de nieuwe bandenstelling tot een compleet passend product afgewerkt worden zodat alle gebruikers er met plezier mee kunnen werken.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

II-XII

- WET- EN REGELGEVING -

Om te weten aan welke veiligheidseisen de stellingen moeten voldoen is er een onderzoek gehouden naar wet- en regelgeving ter behoeven van Arbo, veiligheid en milieu. De huidige magazijnstellingen van Bosal worden op veiligheid gekeurd door de TÜV en een eventuele herontwerp zal hier ook aan moeten voldoen.

TÜV (TECHNISCHER ÜBERWACHUNGSVEREIN)

De TÜV is een technische inspectiedienst uit Duitsland welke onafhankelijke inspecties en certificaten regelt. Er is door Bosal voor TÜV gekozen omdat Bosal veel producten levert in Duitsland waar een TÜV certificaat gevraagd wordt. TÜV werkt vervolgens met de eisen die opgesteld zijn door de BMWT, de branche voor magazijninrichtingen. De TÜV zelf heeft dus geen eisen opgesteld waaraan de magazijnstellingen en dus de bandenstelling moet voldoen.

EISEN TEN BEHOEVEN VAN MAGAZIJNSTELLINGEN

Op de site van de BMWT wordt vermeld welke eisen van belang zijn voor de bandenstelling. Hiervoor zijn namelijk vanuit Europa normen opgesteld die gelden voor de gehele Europese Unie, deze normen zijn (zie hiernaast):

- NEN-EN 15512:2009 en: Stalen opslagsystemen - Verstelbare pallet stellingsystemen - principes voor constructief ontwerpen.
- NEN-EN 15620: 2008 en : Niet-verrijdbare stalen opslagsystemen - Verstelbare palletstellingen - Toleranties, vervormingen en veiligheidsafstanden
- NEN-EN 15629: 2008 en : Niet-verrijdbare stalen opslagsystemen - Specificatie van magazijnstellingen
- NEN-EN 15635: 2008 en : Niet-verrijdbare stalen opslagsystemen - Gebruik en onderhoud van magazijnstellingen
- NEN-EN 15878:2010 en : Niet-verrijdbare stalen opslagsystemen - Termen en definities
- NEN 5051:1982 nl : Magazijnstellingen - Aanschafgegevens - Montage en gebruik - Door de besteller te verstrekken ontwerpgegevens en bepalingen voor montage en gebruik. Status: Ingetrokken
- NEN 5052:1994 nl : Magazijnstellingen - Belastingen en imperfecties
- NPR 5054:2006 nl : Palletstelling - Bediening door magazijntrucks - Projectsificatie in samenhang met de Verklaring van toegelaten gebruik
- NPR 5055-1: 2009 nl : Magazijnstellingen - Arboverantwoordelijkheden en controlelijsten voor de periodieke inspectie op juist gebruik en staat van onderhoud - Deel 1: Palletstellingen
- NPR 5055-2: Ontwerp : Magazijnstellingen - Arboverantwoordelijkheden en controlelijsten voor de periodieke inspectie op juist gebruik en staat van onderhoud - Deel 2: Inrijstellingen
- NPR 5055-3: Ontwerp : Magazijnstellingen - Arboverantwoordelijkheden en controlelijsten voor de periodieke inspectie op juist gebruik en staat van onderhoud - Deel 3: Achtergronden bij NPR 5055-1 en -2
- NEN 5056: 2009 nl : Niet-verrijdbare stalen opslagsystemen - Verstelbare palletstellingsystemen - Technische grondslagen voor het ontwerp - Afwijkingen van en aanvullingen op NEN-EN 15512



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

II-XIII

- WET- EN REGELGEVING -



Voor de sterkteberekening is de norm NEN 5052 van belang; deze norm geeft rekenwaarden van de overwegend statische belastingen en waarden voor in rekening te brengen imperfecties. Deze norm is bedoeld om te worden toegepast op magazijninstellingen vervaardigd van staal, zoals pallet-, inrij-, legbord-, draagarmstellingen en van deze hoofdvormen afgeleide typen. Vloerconstructies voor de opslag van goederen en/of voor ontsluitingswegen, die een onderdeel vormen van een magazijnstellingconstructie, behoren eveneens tot het toepassingsgebied van deze norm. Bij het gebruik van vloerconstructies voor andere situaties moeten de belastingen gegeven in NEN 6702 worden aangehouden (bron www.NEN.nl).

Bosal Nederland beschikt over een hardcopy uitdraai van de norm NEN 5052 en digitale bestanden van de normen NEN-EN 15620 en NEN-EN 15635.

ARBO INFOBLAD 14 T.B.V MAGAZIJNINRICHTINGEN

Ook het arbobesluit heeft duidelijke regels gesteld aan een opslagruimte. Natuurlijk vallen hieronder ook regels die betrekking hebben op het licht, de ventilatie en de werktemperatuur, maar verder stellen ze duidelijke eisen aan de inrichting.

Zo stellen ze allereerst dat een goede opstapeling van de goederen en veilige werksfeer creëert. Magazijninstellingen, waaronder ook palletstellingen, moeten aan een aantal basiseisen voldoen:

1. Van alle onderdelen moet het maximaal toelaatbare draagvermogen bekend zijn (afschrift moet altijd op het bedrijf ter inzage aanwezig zijn), om daarmee het totale draagvermogen van de magazijnstelling te kunnen bepalen (let op bij aanpassing van de stelling, maar ook bij extreem hoge of lage temperaturen of vochtigheid of chemische agressiviteit: in die gevallen kan dit maximum wijzigen);
2. Vloeren van opslagplaatsen en magazijninstellingen mogen niet zwaarder worden belast dan de maximaal toelaatbare belasting van de werkvloer of stelling (duidelijk aangegeven boven de betreffende vloer in kg of ton per m² respectievelijk op betreffende stellingdeel in kg);
3. Het gevaar van vallende goederen en/of werknemers moet worden tegengegaan door het plaatsen van een afdoende hekwerk, waarbij vooral moet worden gelet op onderdoorgangen, (moeten zijn dichtgelegd), bordessen en entresols.
4. Afzetplaatsen op entresols moeten, indien niet in gebruik, altijd dicht zijn ter voorkoming van valgevaar, bijvoorbeeld door middel van een verschuifbaar hekwerk of een zelfscharnierende poort of een ketting, mits op voldoende afstand van de rand; als aanduiding van de vrij te houden ruimte en als attentiesignaal voor het valgevaar verdient het tevens aanbeveling om door middel van duidelijke belijning deze afzetplaats te markeren;
5. De vrije hoogte van onderdoorgangen moet minimaal gelijk zijn aan de doorrijhoogte van de gebruikte transportmiddelen plus 250 mm, maar moet minimaal 2,0 meter bedragen of 2,1 meter als deze deel uitmaakt van een vluchtweg (het verdient aanbeveling te waarschuwen voor de onderdoorgang door bijvoorbeeld een optische signalering aan te brengen in de vorm van een schuin geel/zwart gestreepte band conform NEN 3011);
6. Gangpaden tussen de stellingen moeten voldoende breed zijn (zie onder andere NEN 3054), maar moeten in het geval van hoofdgangpaden bestemd voor kleintransport met handbediening netto (dat wil zeggen: kleinste breedte, waarbij ook aan eventueel aanwezige aanrijdbeschermingen gedacht moet worden) minimaal 1,1 meter bedragen en in het geval van gangpaden waar geen rijdende hulpmiddelen worden gebruikt netto minimaal 0,75 m.
7. Wanneer gevaar bestaat dat voorwerpen aan de achterzijde uit een magazijnstelling of stellingkast kunnen vallen en personen kunnen verwonden (bijvoorbeeld nabij drukke looproutes of boven een werkplek) wordt een doorstootbeveiliging aangebracht, waarbij gedacht kan worden aan stevige schotten of een fijnmazig hekwerk;
8. Aanrijdingbescherming van minimaal 400 mm hoog wordt bij gebruik van heftrucks ten minste aangebracht op de hoekstaanders van gangen bestemd voor rijden met een truck, en ook bij onderdoorgangen;
9. Bij verrijdbare stellingen moeten voldoende veiligheidsmaatregelen worden getroffen om te voorkomen dat personen bekneeld kunnen raken of letsel kunnen oplopen (bijvoorbeeld minimale kierbreedte tussen verrijdbare eenheden onderling en automatische afslagbeveiliging. Is automatische afslag niet haalbaar, dan kan worden volstaan met een minimale afstand van 500 mm tussen obstakels en de stelling, of een afstand van 1200 mm bij een vlakke wand).
10. Verder is bij een hoogte diepte verhouding van 4:1 een vloerverankering verplicht bij stellingen hoger dan 2 meter.



bosal
Magazijninrichting



Afstude

II-XIV



- HET GEBRUIK IN EEN PROCESBOOM -

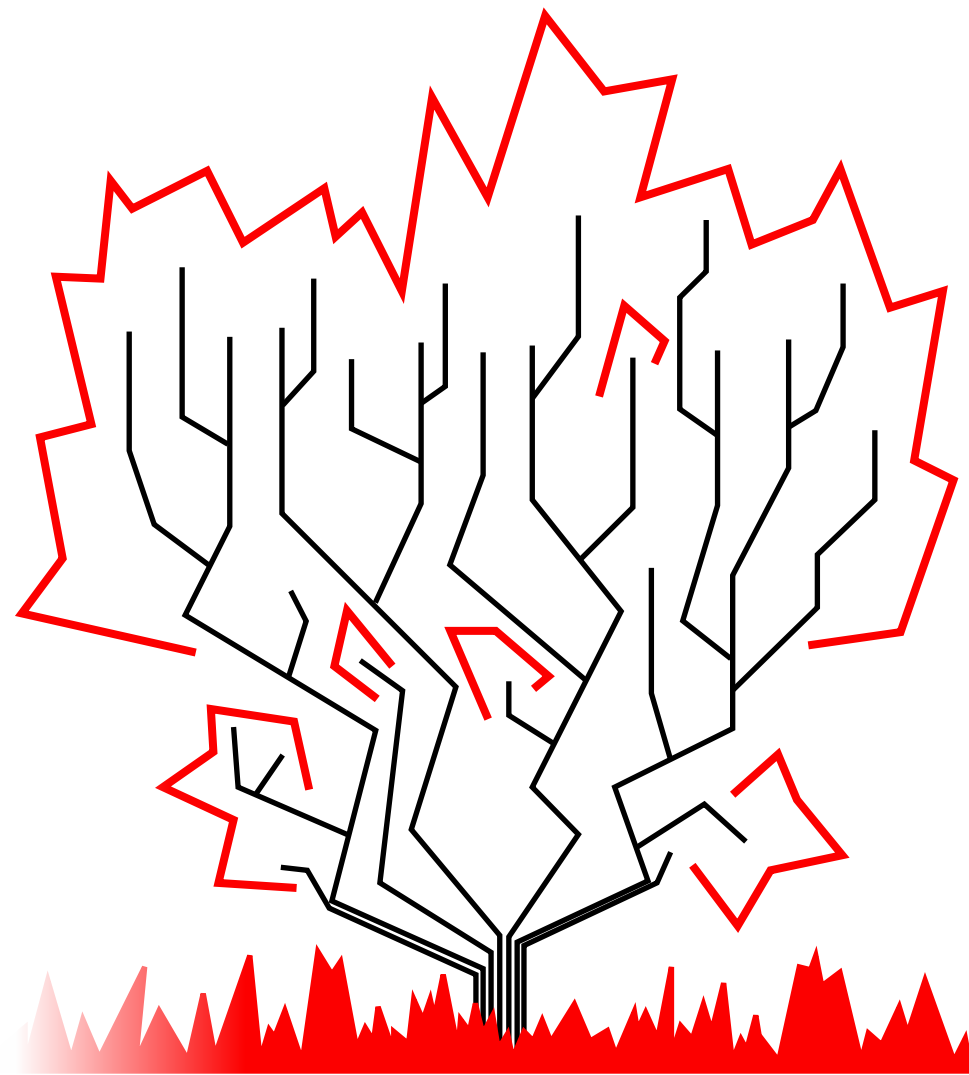
Door goed te kijken naar de levensloop van een product is een ontwerper in staat om fouten in het ontwerp te verminderen en zo de kans op erge gevolgen te verkleinen. Om dit te realiseren zijn er globaal drie opties:

- Het verminderen van de kans dat het gebeurd
- Het verminderen van de gevolgen
- Zorgen dat een gevaar eerder opgemerkt wordt.

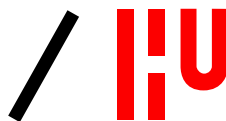
DE PROCESBOOM VAN DE BANDENSTELLING

Zoals iedere product begint de productlevensloop bij het ontstaan, hier wordt het product ontworpen en samengesteld, de materialen worden gekozen en geproduceerd. Vervolgens wordt het product verspreid, gebruikt en verwijderd. Als al deze fases en handelingen in kaart gebracht zijn ontstaat er een duidelijk overzicht van de acties en gebeurtenissen tijdens de levenscyclus van een product (procesboom: zie bijlage I).

Tijdens het maken van de procesboom wordt duidelijk dat er veel handelingen gebeuren tijdens de levensloop van de stelling, uiteenlopend van veel handmatige handelingen tot mechanische handelingen met een heftruck. Vooral dit laatste is erg belangrijk om rekening mee te houden tijdens het ontwerptraject, dit omdat er een grote kans bestaat dat er tegen de stelling aangereden wordt.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

II-XV



- FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS -

Na het maken van de procesboom kan er begonnen worden met de failure mode and effects analysis. Door middel van deze analyse wordt de kwaliteit van het product bewaakt en kunnen aanpassingen in het product gemaakt worden. Door deze FMEA vroeg in het ontwerptraject uit te voeren kan er al vanaf het begin rekening gehouden worden met de gevaren die tijdens de levensloop kunnen ontstaan.

ONTSTAAN

Uit de FMEA van de bandenstelling wordt duidelijk dat er in het ontwikkelingsproces nog weinig fout kan gaan wat ernstige gevolgen kan hebben. Zo leidt een foute probleemstelling natuurlijk wel tot een verkeerd product, maar deze veroorzaakt geen direct lichamelijk letsel. De enige dingen die tijdens die fase echt tot problemen kunnen leiden is dat men fouten kan maken tijdens de sterkteberekening of materiaalkeuze waardoor er verkeerde specificaties gesteld zijn aan het product. In dit geval kan het mogelijk zijn dat de berekende kracht niet klopt en het product dus eerder instort.

Als we de FMEA bekijken vanuit de FMECA (Failure mode, effects and criticality analysis) waarbij ook naar de losse waarden van de kans op, gevolgen van en kans dat het ontdekt wordt, wordt gekeken dan blijkt dat ook het ontbreken van belangrijke eisen en het bestellen van verkeerde materialen (waarbij de sterkte dus minder is) ernstige gevolgen kan opleveren.

VERSPREIDEN

Tijdens de fase dat het product verspreid wordt naar de klant kan er eigenlijk maar weinig fout gaan echter als het gebeurt heeft dat voornamelijk betrekking op het feit dat het product beschadigd wordt en dus minder sterk is dan voorgeschreven.

GEBRUIKT WORDEN

Tijdens het gebruik van het product kan er het meeste fout gaan omdat dit de fase is die het langst duurt en waarin er vaak onbewuste handelingen gedaan worden. Omdat je als ontwerper weinig invloed hebt op deze fase, moet hieraan extra veel aandacht gegeven worden om de veiligheid te waarborgen. Overigens betreft een gedeelte van deze fase het monteren van de stelling en omdat Bosal dit zelf uitvoert is het mogelijk om een hoop gevaren uit te sluiten.

De twee meest opvallende situaties die kunnen ontstaan is [1] als men tegen de stelling leunt en [2] een trap tegen de stelling zetten om een band te pakken. Het gevaar bij deze situaties is dat het veel voorkomt (onbewust) en ernstig letsel kan veroorzaken als de stelling omvalt.

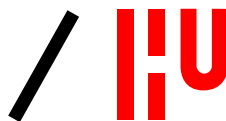
De meest gevaarlijke situatie is het verplaatsen van de liggers voor bijvoorbeeld grotere banden. Het gevaar hierbij is dat onderdelen niet terug geplaatst worden, zoals bijvoorbeeld de borgpennen. Hierdoor is de stelling niet meer in opperbeste staat terwijl men het niet in de gaten heeft.

Andere gevaarlijke situaties zijn:

- Het plaatsen van de stelling op een scheve ondergrond
- Het tegen de stelling aanrijden met een heftruck
- Het onbewust verwijderen van onderdelen
- Het verkeerd monteren van de stelling (o.a. de schoren)
- Het overbelasten van de stelling
- Het vergeten van keuringen en controles



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

II-XVI

- FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS -



VERWIJDEREN

Tijdens de laatste productfase kan er ook eigenlijk weinig fout gaan, echter het meest belangrijke is dat men contact kan hebben met schadelijke stoffen die in het product zitten. De oorzaak hiervan is dat men het niet door heeft dat het fout gaat en dat de gevolgen aanzienlijk zijn. Het is dus erg belangrijk dat men 'gezonde' materialen gebruikt.

CONCLUSIE

Na deze procesboom en faalanalyse is de ontwerper instaat om oplossingen te genereren voor de fouten die kunnen ontstaan tijdens de productlevensloop. Daarbij is het belangrijk om te weten dat tijdens de ontwerpfase nog weinig dingen fout kunnen gaan, maar dat daar wel de kern ligt om fouten te reduceren. Door een goede constructie te ontwerpen kan de ontwerper de kans op fouten verminderen, zorgen dat deze eerder gesignaleerd worden of de gevolgen ervan verminderen.

De belangrijkste gevaren tijdens de levensloop van de bandenstelling zijn:

- Fouten tijdens de sterkteberekening
- Fouten in de materiaalkeuze of het bestellen hiervan (bijv. mindere kwaliteit)
- Het verkeerd monteren van de stelling (o.a. de schoren)
- Het plaatsen van de stelling op een scheve ondergrond
- Het leunen tegen de stelling
- Een trap tegen de stelling plaatsen
- Het verplaatsen van liggers (o.a. vergeten van de borgpen)
- Het plaatsen van de stelling op een scheve ondergrond
- Het tegen de stelling aanrijden met een heftruck
- Het onbewust verwijderen van onderdelen
- Het overbelasten van de stelling
- Het vergeten van keuringen en controles
- Giftige stoffen in het materiaal

Nu is het zaak om deze punten mee te nemen in het ontwerptraject.



- PROGRAMMA VAN EISEN -

Nu alle oriënterende onderzoeken afgerond zijn is het tijd om de eisen op een rij te zetten, op deze manier ontstaat een overzicht van de eisen waaraan de bandenstelling moet voldoen. Deze eisen zullen de richtlijnen zijn voor het verdere traject.

		Omschrijving	Meetwaarde	Toetsmethode
Kostprijs				
1	E	De kostprijs van een enkele stelling bestaande uit twee staanders (L=2300mm) en drie lagen (L=1512mm) mag niet hoger zijn dan € 3,94 / band	€ 3,94 band	Kostprijsberekening
Algemeen functioneren				
2	E	De bandenstelling moet plaats bieden aan minimaal 6 banden per laag met een breedte van 250 mm en een diameter tussen de 550 en 800 mm met een gewicht van 100 kilogram per meter.	6 x 250 mm, 550-800 mm, 100 kg/meter	3D model, sterkte berekening
3	E	De banden moeten door één persoon uit de stelling te halen zijn.		Prototype
4	E	De liggers moeten op verschillende hoogtes te bevestigen zijn, met een maximale verstelbaarheid van 50 mm.	< 50 mm	3D model
5	E	Het moet mogelijk zijn om minimaal 3 etages bovenop de stelling te plaatsen, bestaande uit een entresolvloer en een stelling per etage.	3 entresol- vloeren + 3 stellingen	VLS, sterkteberekening
6	W	De banden moeten d.m.v. een vorkheftruck uit de stelling te halen zijn.		Prototype
7	W	Een eventuele entresolvloer moet per maximaal 5 mm uit te lijnen zijn ten opzichte van een lift en vaste vloeren.	5 mm	3D model
8	B	De liggers moeten ook te gebruiken zijn in de legbordstelling.		3D model
Ergonomie				
9	E	De afstand tussen twee spijlen moet kleiner dan 106 of minimaal 186 mm zijn (hoofdbreedte, gemengd, 20 – 60 jaar, P99.9 + veiligheidsmarge van 10 mm).	< 106 mm of > 186 mm	3D model
10	E	Een eventuele uit te oefenen kracht op de stelling door de gebruiker mag niet hoger zijn dan 150 N (duwkracht, twee handen, 20 – 30 jaar, P3)	< 150 N	VLS



- PROGRAMMA VAN EISEN -

11	E	Het middelpunt van eventuele besturingen moet liggen tussen 987 en 1080 mm van de grond.	Tussen 987 en 1080 mm	3D model
Vormgeving				
12	E	De bandenstelling moet, zowel in de hoogte als in de lengte, modulair op te bouwen zijn.		3D model
13	E	Het moet mogelijk zijn om twee stellingen tegen elkaar te plaatsen en dus moeten de banden van twee kanten uit te pakken zijn.		3D model
14	E	De lengte- en hoogtematen van de bandenstelling moeten met stappen van 5 mm in te korten zijn tot minimaal één meter.	5 - >1000 mm	3D model
15	W	De bandenstelling moet standaard uitgevoerd worden in de huiskleuren van Bosal Nederland welke zijn: grijs (Ral 7035) en blauw (Ral 5009).		3D model
Maatschappelijke context				
16	E	De gebruikte materialen mogen niet voorkomen in de lijst milieunormen (EEG 76/464, bijlage A, hoofdstuk 5).	EEG 76/464	Materiaalkeuze
Normen en veiligheid				
17	E	De bandenstelling moet voldoen aan de Europese eisen volgens NEN-EN 15620, NEN-EN 15629 en NEN-EN 15635.		Sterkteberekening
18	E	De stelling moet voldoen aan de eisen gesteld door de TÜV met betrekking tot de sterkte van magazijnstellingen.	NEN 5052	Sterkteberekening
19	E	Bewegende delen mogen geen vingers afknellen.		3D model
20	E	Afrondingen moeten een minimale radius hebben van 0,5 mm volgens NEN-EN 61335.	< 0,5 mm	3D model
21	E	Perforatiegaten moeten groter zijn dan 27 mm of kleiner dan 7 mm.	7 mm 27 mm	3D model
22	E	Eventuele elektrische componenten moeten veilig aangesloten worden volgens NEN 1010 en NEN 3140.	NEN 1010 NEN 3140	
23	E	Bij een hoogte diepte verhouding van 4:1 (Duitsland 5:1) is een vloerverankering verplicht bij stellingen hoger dan 2 meter.		3D model



- PROGRAMMA VAN EISEN -

Constructie				
24	E	Iedere set liggers moet bestand zijn tegen een horizontale belasting van minimaal 2250 N/m (5 banden per meter van 30 kg/st x 150%).	2250 N/m	Sterkteberekening
25	E	De constructie moet bestand zijn tegen een horizontale belasting van minimaal 10000 N.	10000 N	Sterkteberekening
26	E	De constructie moet bestand zijn tegen een verticale belasting van 5000 N (5 personen van 100 kilogram).	5000 N	Sterkteberekening
27	E	De doorbuiging van de ligger mag niet hoger zijn 1/300 van de totale liggerlengte (Duitsland 1/200 voor staal en 1/150 voor hout).	1/300 van de liggerlengte	Sterkteberekening
Produceerbaarheid				
28	W	De onderdelen moeten voor minimaal 80 % door Bosal Nederland te produceren zijn.	80%	3D model
29	W	Verschillende materiaalsoorten moeten binnen 15 seconden te disassembleren zijn.	15 seconden	Prototype
Materiaalgebruik				
30	E	De onderdelen moeten bestand zijn tegen natuurlijk verweer, waaronder corrosie.		Materiaalkeuze
31	E	De gebruikte materialen moeten bestand zijn tegen brand volgens NEN-EN 1993-1-2	NEN-EN 1993-1-2	Materiaalkeuze
Assemblage en afwerking				
32	E	De bandenstelling, bestaande uit twee staanders en drie etages, moet door één persoon binnen 2 minuten op te bouwen zijn.	2 minuten	Prototype
33	E	De bandenstelling moet met een personen op te bouwen zijn.		Prototype
34	E	Onderdelen moeten door één persoon te tillen zijn en dus niet zwaarder wegen dan 23 kg (maximale tilgewicht volgens Arbo).	230 N	3D model
Logistiek				
35	E	Het transportvolume van een enkele stelling bestaande uit twee staanders en 3 lagen mag niet meer zijn dan 240 dm ³ .	240 dm ³	3D model
36	W	Dezelfde onderdelen moeten stapelbaar zijn.		3D model





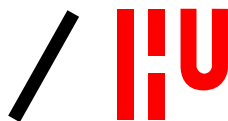
- VAN NIETS TOT HET ONTWERP -

Het vooronderzoek is afgerond en de eisen zijn bekend. Tijd om te beginnen met het ontwerp. Tijdens deze fase wordt er geschetst om het probleem op te lossen zonder nog te veel over de eisen na te denken (out of the box).

Uiteindelijk worden er concepten opgesteld welke getoetst zullen worden aan de hand van het programma van eisen. Het concept met de hoogste score zal vervolgens verder uitgewerkt worden in een volgende vast.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

III-I

- BEGIN VAN HET ONTWERP -

Zodra het vooronderzoek afgerond is en er een goed programma van eisen opgesteld is, wordt het tijd om te beginnen met schetsen. Het ontwerpen kan beginnen. Tijdens deze fase wordt de basis van het product gelegd en daarom is het dus van belang dat er ruimte is om een creatief ontwerp te vinden, het zogenaamde Out of the Box denken:

OUT OF THE BOX

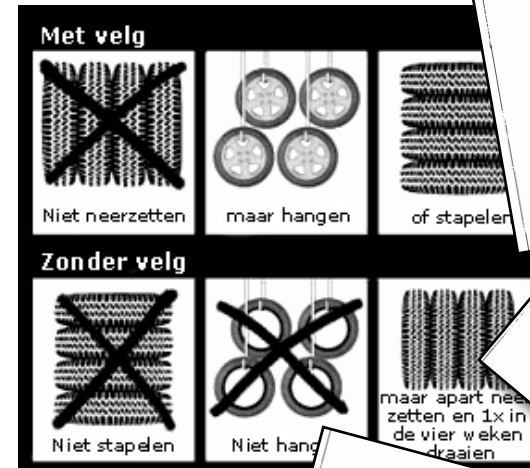
Een veel voorkomende fout tijdens het ontwerpen is dat men blijft hangen binnen de standaard kaders. Om tot een vernieuwd product te komen is het daarom belangrijk dat men vanuit het niets begint.

Voor het ontwerptraject betekend het dat de ontwerper buiten de gebaande wegen moet denken om tot creatieve oplossingen te komen. Vandaar dat er bij het ontwerpen van de bandenstelling bij helemaal niets begonnen is. Er had ook voor gekozen kunnen worden om kleine aanpassingen te doen en de vorm van het product te behouden (iets wat wel makkelijker door te voeren is in productie en management), maar hierdoor blijven soms fundamentele voordelen achterwege. Door vanuit het niets te beginnen wordt breed gedacht. Dit is ook het voordeel van bijv. stagiairs, deze zijn namelijk nog helemaal vrij in hun denken en kunnen zo een nieuwe gedachte over het product doen ontstaan.

VELE MANIEREN VAN OPSLAAN

Maar hoe moet je nu beginnen met het ontwerpen van een bandenstelling? Vanuit het niets, maar dan? Allereerst is er gekeken naar de vele manieren waarop banden opgeslagen kunnen worden en welke voor en nadelen dat heeft.

Via verschillende bedrijven (o.a. continental) is informatie ingewonnen over de manieren waarop een band mag opgeslagen worden. De voornaamste conclusie hieruit was dat de banden met velg gestapeld moeten worden of opgehangen aan een kabel door de velg en de banden zonder velg moeten op het loopvlak gezet worden en iedere 4 weken gedraaid.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van W

III-II

- BEGIN VAN HET ONTWERP -

De stelling van Bosal Nederland is dus eigenlijk alleen geschikt voor de banden zonder velg, terwijl daarbij wel een hoop werk komt kijken. Daarnaast worden de zomer- en winterbanden voornamelijk opgeslagen met velg omdat (1) de velg niet zo heel veel kost en (2) het makkelijker is om de band met velg te wisselen dan alleen de band.

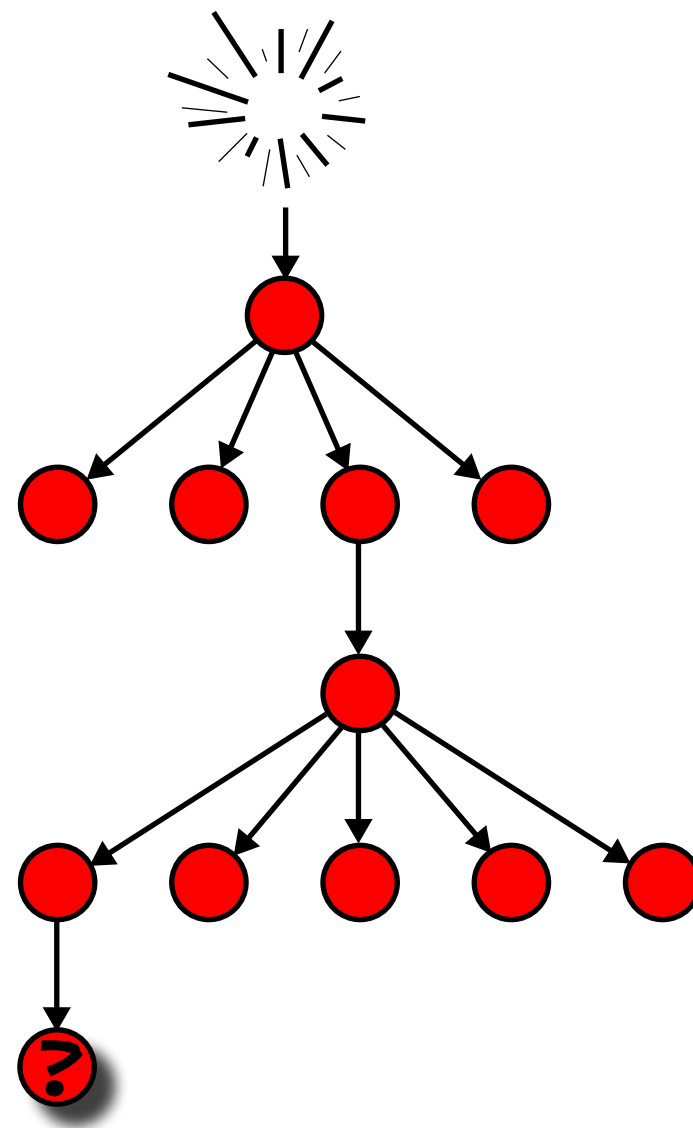
Verder moet er geprobeerd worden om de banden met een zo groot mogelijk oppervlak te ondersteunen zodat de indrukking op de band minimaal is en er dus minder beschadigingen optreden aan de band.

De banden zijn eigenlijk dus maar op drie manieren op te slaan, maar ondanks dat er maar weinig mogelijkheden zijn, zijn de manieren waarop dit uitgevoerd kan worden legio! Als extratje kan er daarbij ook rekening gehouden worden om de band mechanisch (bijv. met een heftruck) weg te leggen.

OPSLAGCAPACITEIT EN OPSTELKOSTEN

Een andere belangrijk punt waar tijdens het ontwerptraject rekening meegehouden moet worden is de opslagcapaciteit van de stelling. Hoeveel banden kunnen er in en op welke oppervlakte? Voor een klant is het namelijk niet alleen van belang hoeveel de stelling kost, maar ook hoeveel hij ermee op kan slaan. Voor de grond moet namelijk ook veel betaald worden (bijv. in Keulen: € 500,- per vierkante meter), iets wat ook flink meetelt in de kostprijs van een pand.

Daarnaast zijn er meer factoren die meespelen in de kostprijs; bijvoorbeeld de kosten voor een stapelaar en de mogelijkheid voor meerdere mensen om te werken in een magazijn. Het moet namelijk niet zo zijn dat als de ene persoon bezig is, de andere moet wachten tot de eerste persoon klaar is.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

III-III

- BEGIN VAN HET ONTWERP -

Uiteindelijk is er begonnen met het schetsen van de mogelijkheden hoe de banden in de stelling geplaatst kunnen worden. Hierbij moet gelet worden op onder andere dus de opslagcapaciteit maar ook de manier waarop de band behandeld wordt. Hierbij is te denken aan met een heftruck of gewoon handmatig, liefst natuurlijk allebei.

Zo zijn er vele manieren ontworpen waarbij de band op verschillende manieren in de stelling komt te liggen. Bijvoorbeeld op een pallet of in een rek, staande op een bandenligger of gestapeld in een draagarmstelling. Ook bestaat er de mogelijkheid om de banden op een rolbaan te leggen waarbij de banden vanzelf naar voren rollen of gebruik te maken van het rollende vermogen van de band waardoor de band automatisch van je af of naar je toe komt.

Ook over andere details zoals de staanders en de schoren moet nagedacht worden, maar dit hangt eigenlijk af van de manier hoe de stelling eruit komt te zien. Dit hangt op zijn beurt weer af van de manier waarop de band in de stelling geplaatst zal worden.

Uiteindelijk zal er aan de hand van alle schetsen een morfologisch schema opgesteld worden waarin alle verschillende oplossingen samengevoegd worden en waaruit vervolgens een aantal concepten opgesteld worden.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

III-IV

- MORFOLOGISCH SCHEMA -

Aan de hand van het schetsen is een morfologisch overzicht opgesteld waarin de verschillende onderdelen als opslagmethode, staanders, verbindingen en schoren verwerkt zijn. Op deze manier ontstaat er een overzicht van de mogelijke oplossingen.

Het doel van een morfologisch overzicht is het onderzoeken van alle mogelijke oplossingen van een complex ontwerpprobleem. Net als in andere idee-vindt-technieken, is de kwaliteit van de input belangrijk voor de kwaliteit van de output. Met kwalitatieve betere basis informatie is de kans groter dat het resultaat kwalitatief beter is.

Voor het maken van een morfologisch overzicht zijn de volgende processtappen noodzakelijk ;

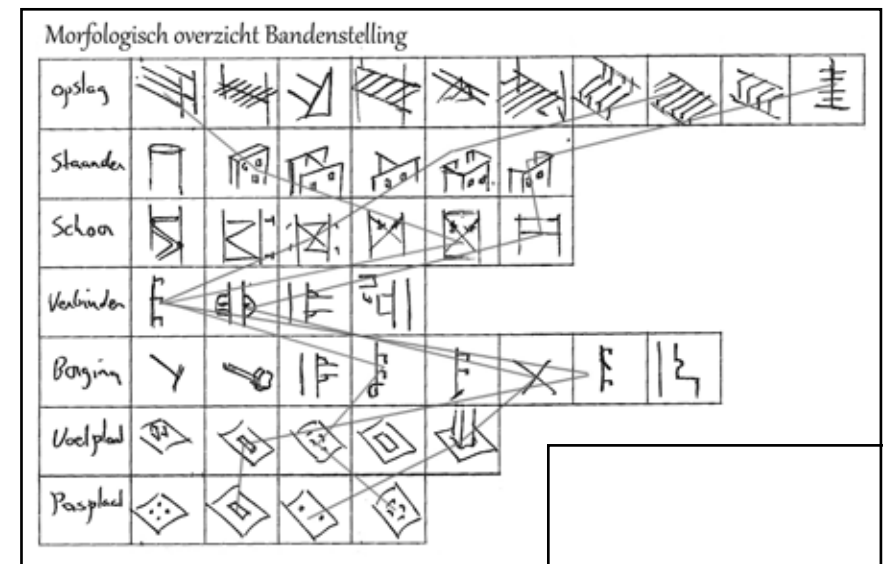
1. Probleembeschrijving
2. Analyseer de oplosparameters
3. Maken morfologisch overzicht
4. Evalueren
5. Implementeren oplossing

Een aantal van deze stappen zijn al beschreven in het programma van eisen en het opstellen en evalueren van een morfologisch overzicht is nog het enige dat moet gebeuren. De fase implementeren van de oplossing is de fase waarin het product verder uitgewerkt gaat worden.

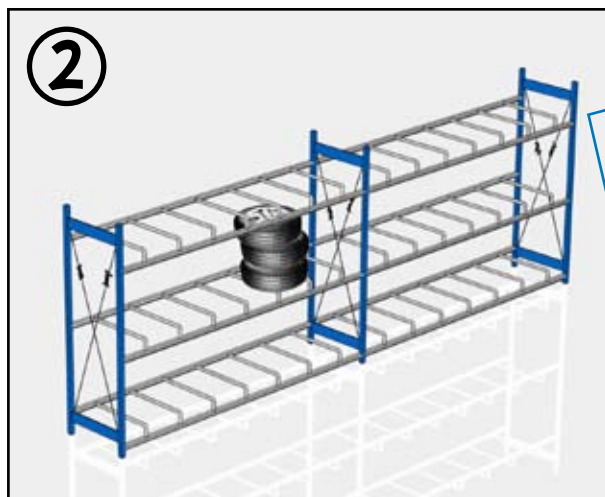
Tijdens het opstellen van het morfologisch overzicht is er eerst gekeken naar de verschillende categorieën waarvoor oplossingen gevonden moeten worden. Deze zijn uiteindelijk geworden:

- Opslag
- Staander
- Schoor
- Verbinding
- Borging
- Voetplaat
- Pasplaat

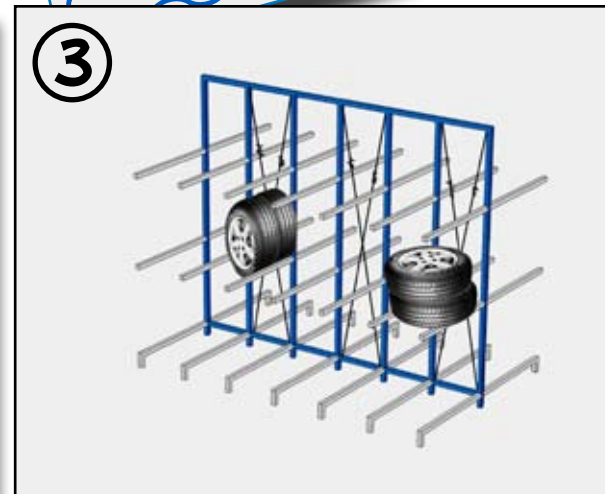
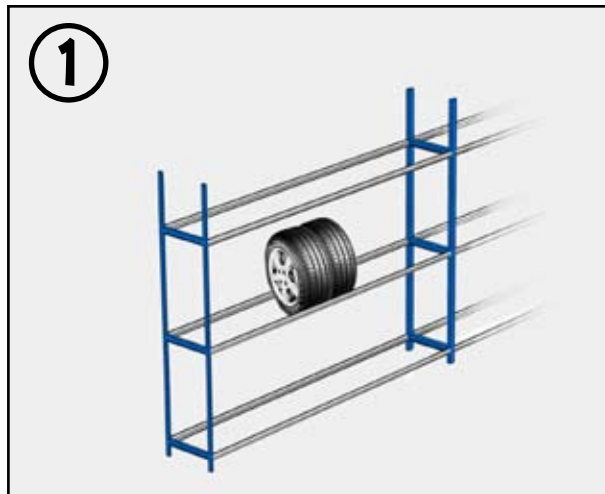
Eigenlijk gaat dit dus over de verschillende onderdelen die de stelling bevat. Door hiervoor oplossingen te verzinnen en vervolgens en selectie te maken ontstaan de uiteindelijke concepten.



- CONCEPTEN OPSTELLEN -



Naar aanleiding van het morfologisch schema zijn er drie concepten opgesteld welke in een volgend stadium verder uitgewerkt zullen gaan worden.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

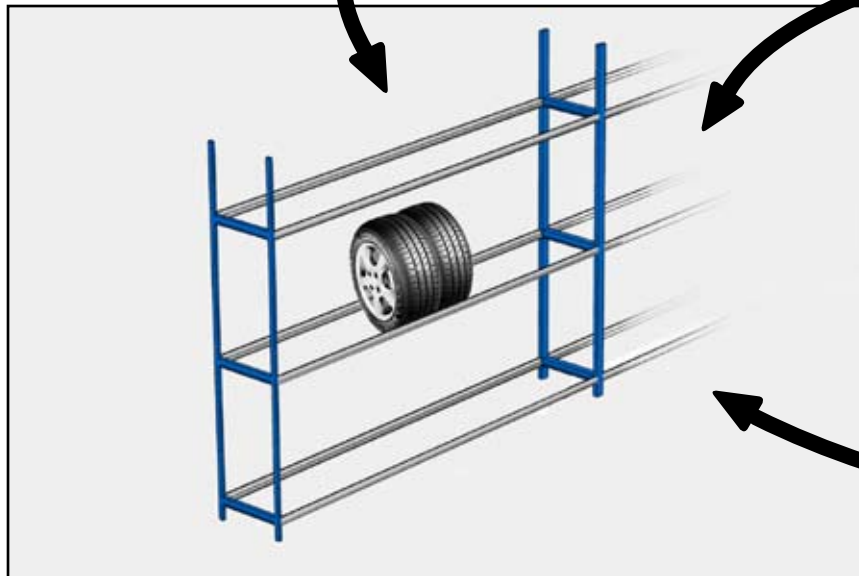
III-VI

- CONCEPT ÉÉN -



Het eerste concept is gebaseerd op de huidige bandenstelling van Bosal. Uit onderzoek is gebleken dat dit concept grote voordelen biedt ten opzichte van andere concepten. Zo is de opslagcapaciteit hoog en is het snel en simpel op te zetten.

Toch is het concept iets anders dan de huidige stelling en dit heeft voornamelijk te maken met de constructie van het geheel waardoor er voordelen ontstaan bij de productie en het transport. De staanders en dwarsliggers zijn in dit concept namelijk los uitgevoerd waardoor er niet gelast hoeft te worden en het minder ruimte inneemt tijdens transport. Verder dienen de dwarsliggers ook als ophanging van de bandenliggers waardoor deze goedkoper en simpeler te produceren zijn. Enig nadeel is wel dat het meer tijd kost om de stelling op te zetten, maar hier staan de voordelen tijdens productie en transport tegenover.



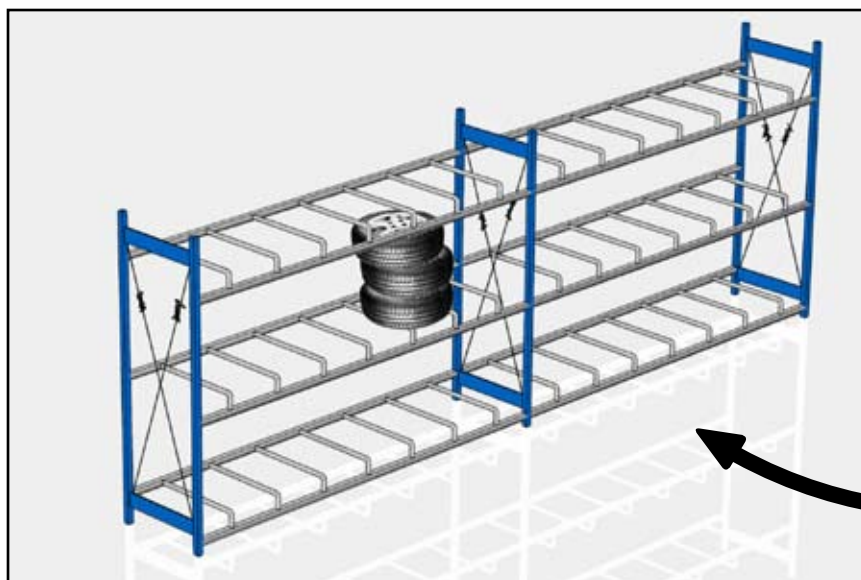


- CONCEPT TWEE -

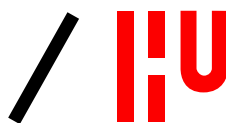
Het tweede concept is afgeleid van een Finse bandenstelling. Deze stelling had tot voordeel dat de banden met behulp van een stapelaar of heftruck uit de stelling gehaald kunnen worden, wat dus weer voordelen biedt tijdens het gebruik.

Dit concept is een heel stevig en solide product, echter dit heeft wel tot nadeel dat het een zwaar en dus duurder concept is geworden dan de andere twee. Wel zijn de staanders en dwarsliggers weer los uitgevoerd en worden ze door schoren bij elkaar gehouden. Doordat de twee dwarsliggers tegenovergesteld van elkaar geplaatst zijn en ze door de schoren naar elkaar toe getrokken worden is er geen borging nodig, ze kunnen er namelijk nooit uitvallen. De liggers worden uitgevoerd uit één plaatdeel, hieraan hoeft dus niet meer gelast te worden, echter is het wel lastig om hieruit de juiste sterkte te halen.

Echter is er nog een voordeel bij dit concept ten opzichte van het huidige, de banden worden namelijk gestapeld in de stelling. Er wordt dus geen horizontale kracht op de liggers uitgeoefend en waardoor deze dus meer kracht kunnen verdragen.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

III-VIII

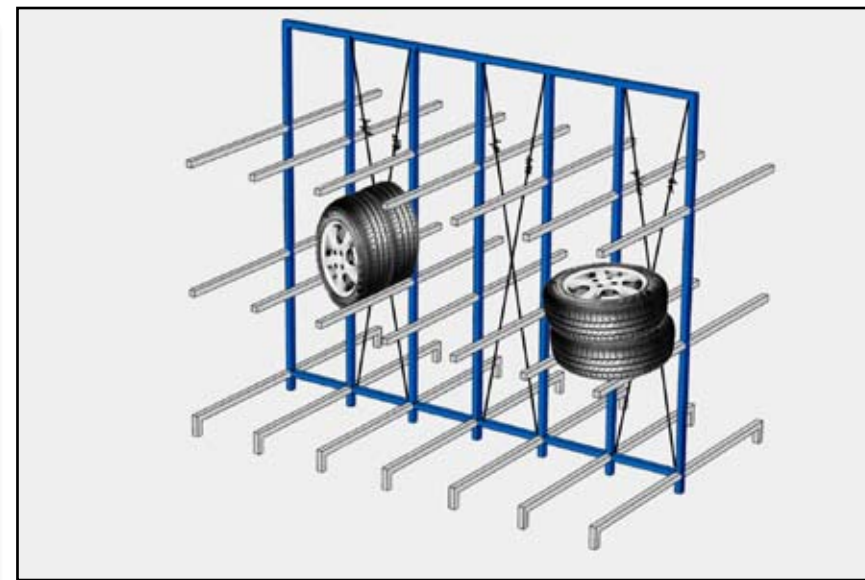


- CONCEPT DRIE -

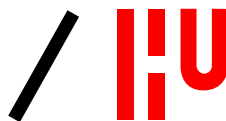
Het derde concept is afgeleid van een bestaande draagarmstelling van Bosal. Deze stellingen worden gebruikt voor zwaar plaatmateriaal en het opslaan van lasten die met een heftruck gepakt moeten kunnen worden. Door dit concept aan te passen is het geschikt gemaakt voor bandenopslag waarbij de klant zelf de keuze heeft of hij de banden wil stapelen of ze op het loopvlak wil opslaan. Doordat de draagarmen in hoogte verstelbaar zijn gaat dit niet ten koste van de capaciteit.

De stelling is zo uitgevoerd dat de staanders en de dwarsliggers weer los van elkaar geproduceerd worden, het voordeel hiervan is dat de stelling oneindig lang gemaakt kan worden door maar door te blijven koppelen. Daarbij worden de dwarsliggers door de zelfde techniek als concept twee door schoren bij elkaar gehouden. De bandenliggers zijn uitgevoerd in een ronde buis waarbij in het midden en klauw gelast moet worden, dit is een nadeel ten opzichte van de andere concepten omdat er een extra productiestap nodig is.

Het derde concept biedt grote voordelen wat betreft flexibiliteit, echter moet er wel op gelet worden dat de stelling de juiste sterkte krijgt omdat het ook mogelijk moet zijn dat de stelling aan één kant beladen wordt.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

III-IX

- PROOF OF PRINCIPLE -

Om snel een indruk te krijgen of het bedachte systeem wel gaat werken is het handig om van te voren een proof-of-principle te maken. Bij deze methodiek maakt men van verschillende materialen, bijv. karton of hout, een klein schaalmodel waarmee aangetoond wordt dat het product werkt zoals het beoogd was.

Voor de proof-of-principles van de bandenstelling is er gebruik gemaakt van Lego®, dit omdat er makkelijk iets mee in elkaar gezet kan worden met minimale inspanningen. Verder bevat dit staanders, liggers en niet geheel onbelangrijk; ook banden. Het maken van een stelling uit bijvoorbeeld karton kost namelijk meer moeite maar maakt je wel vrij in de vorm. Omdat deze vrijheid in de vorm niet erg belangrijk is voor het testen van de bandenstelling is er toch gekozen voor Lego®

ALLE PRINCIPES WERKEN

Uiteindelijk blijkt na wat knutselwerk dat alle concepten uit te voeren zijn. Vooral concept 1 en 3 zien er leuk uit, concept 2 was wat lastiger uit te voeren omdat hierbij gebogen buizen moesten zitten. Deze zijn uitgevoerd als rechte stangen tussen de liggers.

Waar in het vervolgtraject wel rekening meegehouden moet worden is de schoring van de staanders en voor concept 3 de buiging naar buiten toe van de bandenliggers. Verder blijkt dat concept 2 de stevigste uitvoering heeft.

Bij concept 3 is het inderdaad mogelijk om de banden op twee verschillende manieren in de stelling te plaatsen. Dit biedt zeer veel flexibiliteit. Concept 1 heeft als nadeel dat de afstand tussen de liggers afhankelijk is van de afmetingen van de grootste band en dat je niet eindeloos door kan leggen doordat er staanders tussen de liggers geplaatst moeten worden.

CONCLUSIE VAN DE PROOF OF PRINCIPLES

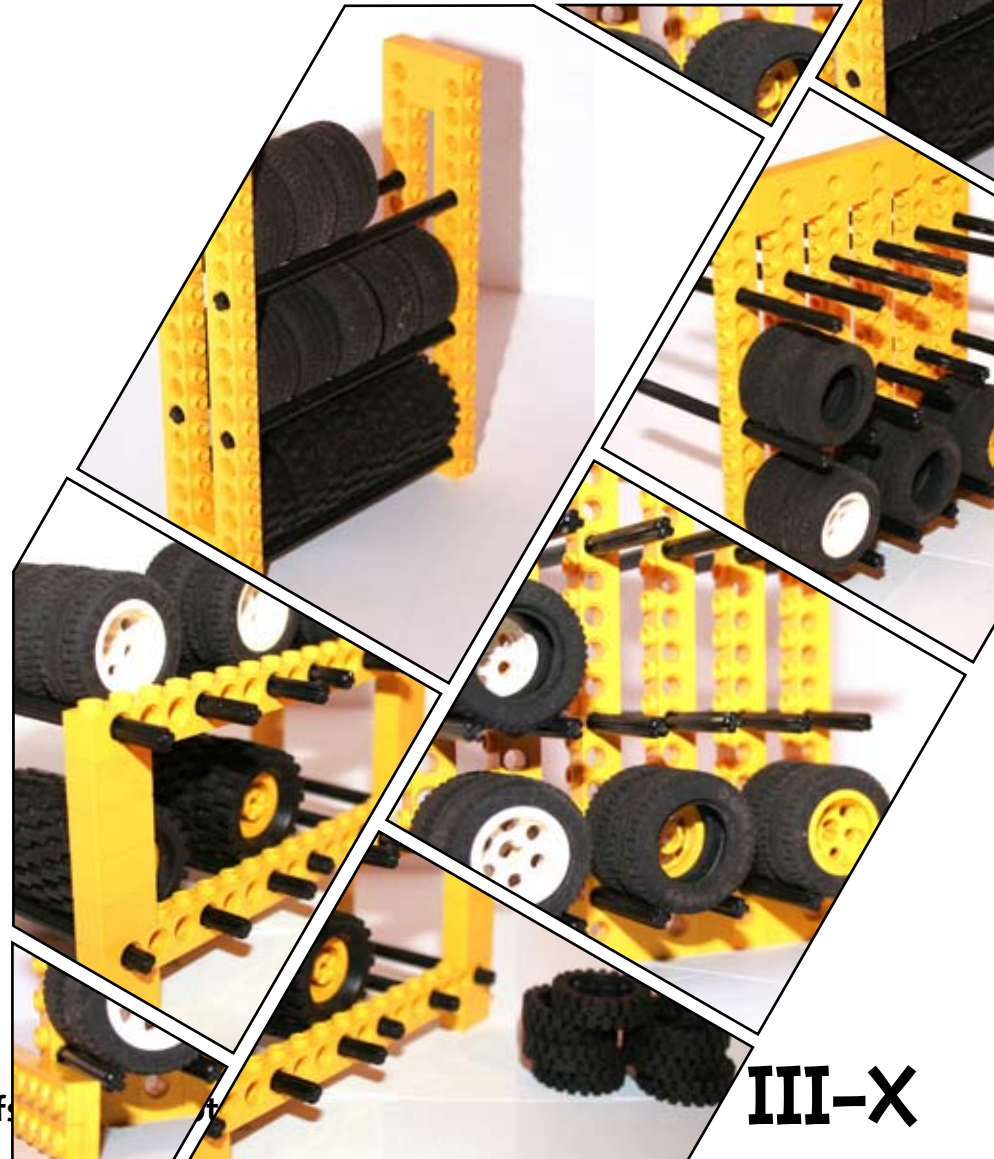
Alle concepten zijn goed uit te voeren, waarvan concept 2 de meeste sterkte bevat. Verder heeft concept 3 de meeste flexibiliteit en heeft concept 1 de simpelste oplossing. Wel moet er in het verdere ontwerptraject rekening gehouden worden met de doorbuiging van de bandenliggers.



bosai
Magazijninrichting



Afs



III-X



- CONCEPTKEUZE A.D.H.V. HARRIS PROFIEL -

Voor de keuze van het concept is er allereerst een Harris-profiel opgesteld waarbij de voor- en nadelen tegen elkaar afgewogen worden. Hierbij moet eerst duidelijk worden op welke punten het product gewogen gaat worden, waarna er een waarde tussen de -2 en +2 aan gegeven kan worden. Het concept met de hoogste score zou de beste oplossing moeten zijn.

DE TOETSCRITERIA:

Aan de hand van de volgende punten zal ieder concept een score toegekend krijgen:

- Hoge opslagcapaciteit
- Simpele constructie
- Modulair op te bouwen
- Flexibel in gebruik
- Snel te monteren
- Stevig en stabiel
- Praktisch
- Veilig
- Productiestappen
- Transportvolume
- Prijs

Allereerst is er een waarde aan het huidige concept gegeven zodat er een goed vergelijkingsmateriaal is ontstaan, zo is bijvoorbeeld de prijs van het product de leidraad geweest voor het beoordelen van de andere concepten. Verder is er bij de hoge opslagcapaciteit en de prijs een uitzondering gemaakt, deze tellen namelijk dubbel omdat deze punten belangrijker zijn dan de andere.

HET RESULTAAT

Na het invullen van het Harris-profiel wordt duidelijk dat concept twee het gaat afleggen ten opzichte van de eerste en de derde. Voornamelijk op de prijs, productiestappen en het transportvolume worden er geen voordelen geboekt ten opzichte van het huidige concept en ook de opslagcapaciteit is minder dan bij de andere twee.

Concept drie en één komen met de score dicht bij elkaar in de buurt en eigenlijk scoren ze allebei goed, echter is het eerste concept wat moeilijk om stevig en stabiel te krijgen door de lastige verbindingen en moet er bij het derde concept rekening gehouden worden met de veiligheid omdat de banden uit de stelling kunnen vallen. Uiteindelijk wint concept drie omdat deze net iets beter scoort op het gebied van modulairiteit en flexibiliteit.

Verder zijn de concepten ook voor gelegd aan de verkopers en de manager engineering. Ook deze waren van mening dat concept drie veel potentie had vanwege zijn flexibiliteit in gebruik en montage en ze waren benieuwd wat het eindresultaat zou zijn.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

III-XI



- CONCEPTKEUZE A.D.H.V. HARRIS PROFIEL -

	Huidige Concept				Concept 1				Concept 2				Concept 3				
	-2	-1	+1	+2	-2	-1	+1	+2	-2	-1	+1	+2	-2	-1	+1	+2	
Hoge opslagcapaciteit			✓	✓			✓	✓		✗					✓	✓	!
Simpele constructie			✓	✓			✓				✓				✓		
Modulair op te bouwen			✓				✓				✓				✓	✓	
Flexibel in gebruik											✓				✓		
Snel te monteren			✓				✓			✗							
Stevig en stabiel			✓			✗					✓	✓			✓		
Praktisch			✓				✓				✓				✓		
Veiligheid														✗			
Productiestappen		✗					✓		✗	✗					✓		
Transportvolume	✗	✗					✓			✗					✓		
Prijs							✓			✗					✓		!
- SCORE -	7				11				-2				13				

Uiteindelijk is er in eerste instantie gekozen voor concept drie omdat deze net iets beter scoort dan concept één. Vooral op het gebied van flexibiliteit en het modulair opbouwen. Dit in combinatie met een hoge opslagcapaciteit en een goede prijs maakt deze tot een goede oplossing. Echter moet er wel gekeken worden hoe het product zo goedkoop mogelijk gemaakt kan worden en hoe de veiligheid en sterkte van het product gewaarborgd kan worden. Dit zijn dus ook gelijk de aandachtspunten voor het verdere ontwerp.



- THE NEW TYRE RACK -

Voor de verdere detailering zal er gewerkt worden aan concept drie. Deze draagarmstelling biedt de voordelen van zowel de mechanische handling en de flexibiliteit van het plaatsen van de band. Voor de verdere detailering zal er oplossingen gevonden moeten worden voor de liggers, de ophanging hiervan en de manier waarop de voet van de draagarmstelling sterk genoeg gemaakt gaat worden.

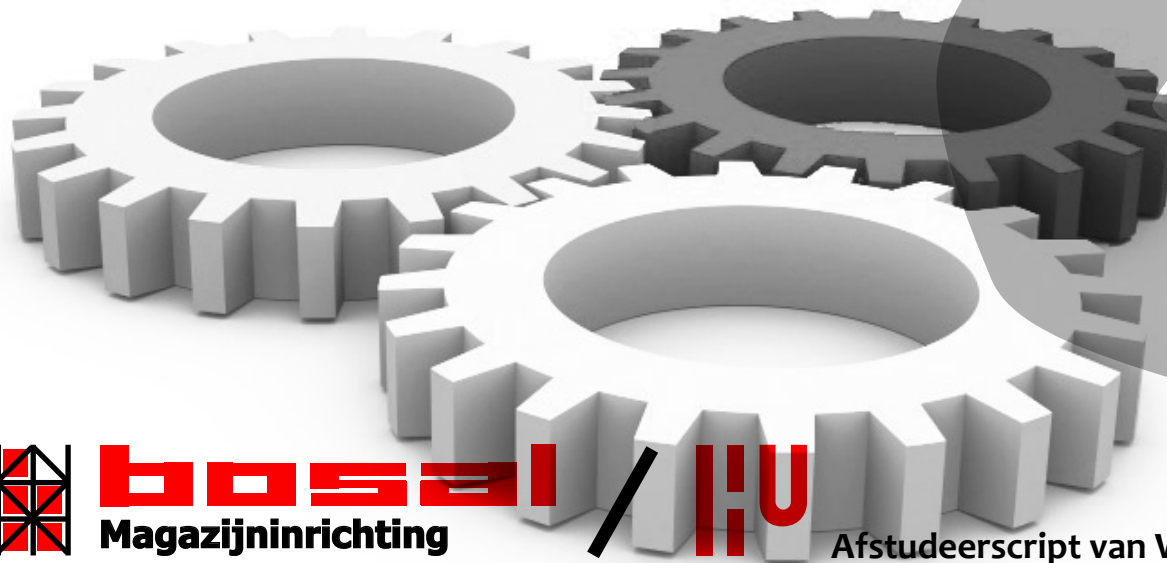




- VERDERE ONTWIKKELINGEN -

Het concept is bekend en dus tijd om deze verder te detailleren Welke onderdelen komen er in het product en hoe worden deze vormgegeven. Hoe zitten deze aan elkaar vast en wat kan er gedaan worden om de bandenliggers sterk genoeg te maken.

Tijdens deze fase zullen op veel technische vragen oplossingen gevonden worden waardoor er uiteindelijk een compleet technisch gedetailleerd product is ontstaan, compleet met onderbouwde materiaal- en productiekeuze.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

IV-I

- TECHNISCHE UITWERKING -

De conceptkeuze is bekend en dus kan er begonnen worden met het verder uitwerken van concept drie. Deze stelling heeft de vorm van een draagarmstelling en zal speciaal gebruikt worden voor de opslag van banden. Voordeel is dus dat de banden mechanisch gepickt kunnen worden.

Om in het begin zo weinig mogelijk belemmerd te worden in het ontwerpen is er nog niet heel diepgaand gekeken naar de technische uitvoering van de stelling. In de volgende fase zal dit veranderen en er uiteindelijk een compleet uitgewerkt product ontstaan compleet met materiaalkeuze en technische tekeningen.

DE VERSCHILLENDE AANDACHTSPUNTEN

Het concept bevat al een aantal aandachtspunten welke verder uitgewerkt dienen te worden tijdens de technische uitwerking. Deze aandachtspunten zijn:

- De ophanging en vorm van de bandenligger
- Borging van de liggers
- De vorm en constructie van de dwarsligger
- De constructie van de onderligger waarop de staander rust.
- De vorm van de voetplaat

De staander is in principe volledig ontwikkeld omdat deze hetzelfde is als bij de huidige bandenstelling, de enige wijziging hierbij is dat er een aantal extra perforaties nodig zijn aan de andere kant van de buis, maar dit is met een simpele aanpassing in de machine uit te voeren. Verder moet de sterkte en materiaaldikte van alle onderdelen berekend worden, dit zal gedaan worden tijdens de sterkteberekeningen nadat de materiaalkeuze is afgerond.





- OPHANGING EN VORM VAN DE LIGGER -

De functie van de bandenligger is om de banden te dragen en deze kracht over te brengen op de staander. Het is dus van belang dat er een solide ophanging ontworpen wordt waarbij de ligger zelf niet te veel doorbuigt.

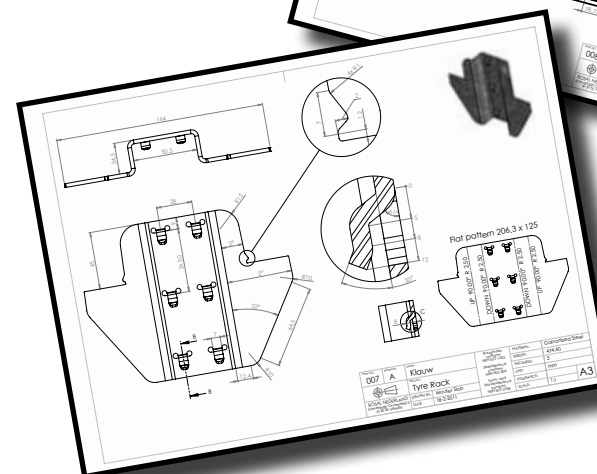
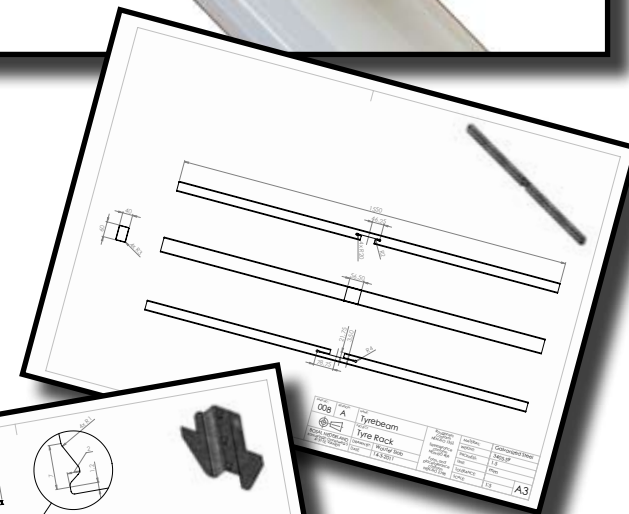
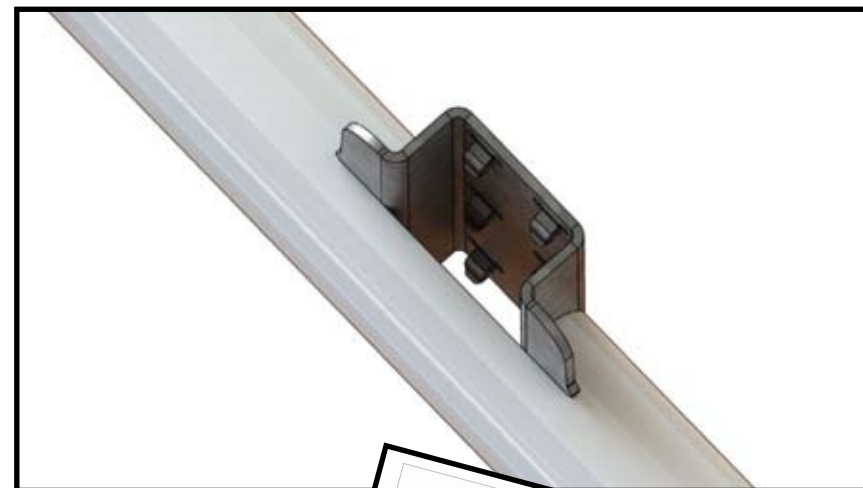
EIS NUMMER 27 VAN PROGRAMMA VAN EISEN

Voor de doorbuiging geldt als maatstaf dat deze niet groter mag zijn dan $1/300$ van de liggerlengte, voor een ligger van 2100 mm (8 x 250 mm voor de banden + 100 mm voor de staander en klauw) die in het midden aangrijpt betekend dit dat de verplaatsing aan het eind van de ligger niet groter mag zijn dan 3,5 mm ($=1050/300$).

Tijdens het ontwerpen van de ligger werd al snel duidelijk dat een simpel plaatdeel niet sterk genoeg zou zijn zonder dat deze afgelast worden, omdat dit een extra productiestap is verhoogd dit de kostprijs. Vandaar dat er uiteindelijk gekozen is voor een (ronde of vierkantaferonde) buis welke in het midden bevestigd zal worden aan de klauw. Nadeel hiervan is nog steeds dat deze aan de klauw gelast moet worden, maar doordat de buis dikker is en dus niet helemaal doorgezaagd hoeft te worden, heeft deze een gunstigere kracht verdeling.

In het begin van het ontwerptraject is al vastgesteld dat in principe de staander niet gewijzigd zou worden indien dit niet nodig zou zijn, vandaar dat de klauw er in principe hetzelfde uitziet als bij de huidige stelling. Echter is er nu de ruimte om de klauw dubbel uit te voeren, waarbij er dus een onderdeel minder is te produceren en er meer aangrijpingspunten zijn.

In eerste instantie zou de klauw gestanst worden en vervolgens aan de bandenligger gelast, maar na het verder uitwerken kwam het idee om de bandenligger over de gestante klauw te schuiven waardoor er niet meer aan de bandenligger gelast hoeft te worden. De klauw werkt hierbij als wig waarop de bandenligger met een special uitgelaserde vorm blijft hangen.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

IV-III



- DE BORGING VAN DE LIGGER -

Doordat de vorm van de bandenligger bekend is kan er ook gekeken worden naar de borging van de liggers. Deze borging zorgt ervoor dat de liggers niet onverwachts uit de stelling kunnen vallen met alle gevolgen van dien. Aan de andere kant moet de borging bij een kracht groter dan 5000 N verbroken worden zodat de stelling in zijn geheel wel blijft staan. In contact met de BMWT is namelijk naar voren gekomen dat de borging krachtafhankelijk moet zijn. Een simpele klikvinger zou dus al voldoende zijn.

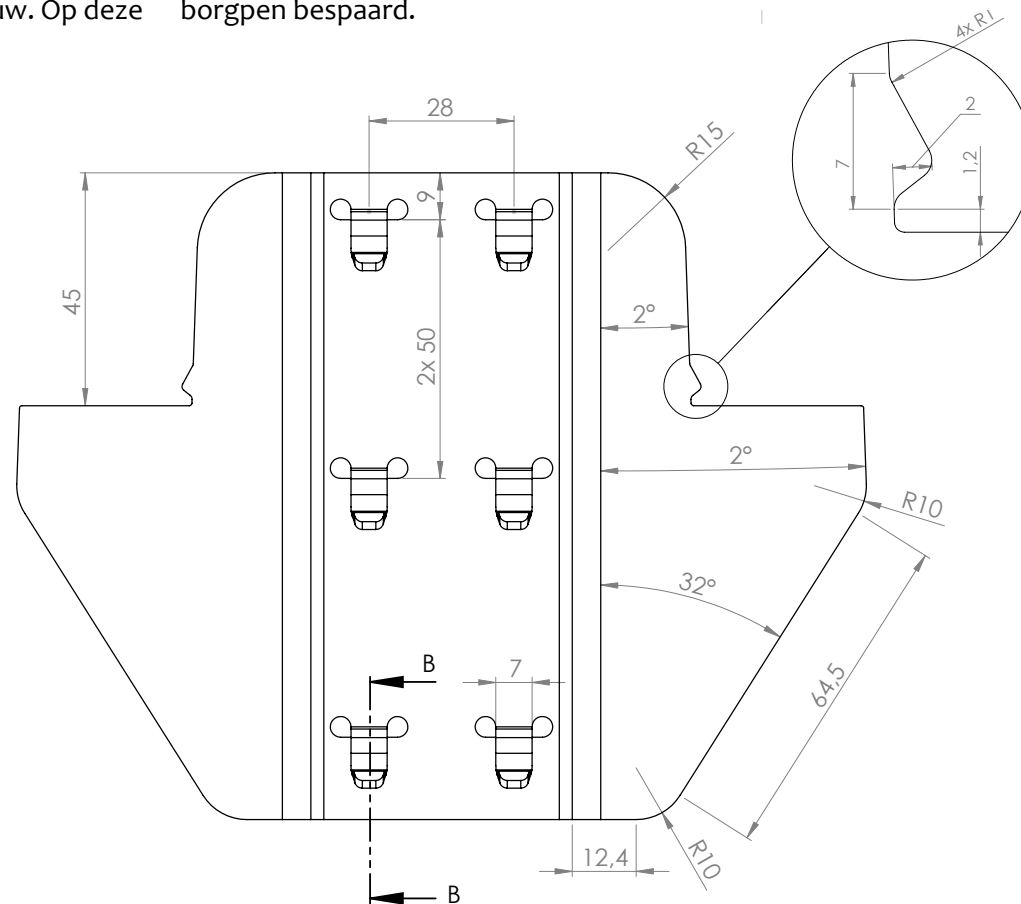
Bij de huidige bandenstelling wordt er gebruik gemaakt van een borgpen welke aangebracht wordt door een gat in de klauw. Op deze manier wordt ervoor gezorgd dat er geen ruimte meer is voor de klauw om uit de staander te schieten. Op zichzelf is een borgpen goedkoop en doeltreffend, maar bij de montage verlangt het wel een extra handeling bij het aanbrengen en controleren. Daarnaast bestaat er een kans dat de borgpen verwijderd wordt of niet aangebracht waardoor de veiligheid dus niet meer gewaarborgd is.

In eerste instantie wordt er bij het stansen van de klauw een pal aangebracht welke in een van de gaten schiet bij het aanbrengen van de klauw op de staander. Op deze manier zal de klauw hierachter blijven hangen. Echter, doordat de ophanging naar verloop van tijd wijzigde veranderde ook de borging.

Doordat de buis in het uiteindelijke ontwerp over de klauw geschoven wordt bestaat er geen mogelijkheid meer dat de klauw uit de staander schiet. De klauw wordt namelijk door de buis tegen de staander

aangedrukt, de klauw kan hierdoor nog wel een aantal mm omhoog of omlaag schuiven maar eruit vallen is er niet meer bij. Het enige gevaar is nog dat de buis van de klauw afschuift, dit kan voorkomen worden door een klikvinger aan te brengen op de klauw waarachter de buis blijft hangen. Enkel met een flinke klap met de hamer zal de buis nog los schieten.

Deze klikvinger is uitgevoerd als een verdikking in het materiaal en kan gelijk met het stansen uitgeslagen worden. Hierdoor kost het dus niets extra's (enkel een klein beetje materiaal) en blijft het geld van de borgpen bespaard.





- DE VORM VAN DE DWARSLIGGER -

In het begin van het ontwerp was het de gedachte dat er één dwarsligger gemaakt zou zijn welke telkens repeterend tussen de stellingen geplaatst zou worden. Op deze manier zou de stelling een onbeperkte lengte kunnen krijgen, zolang er door gebouwd wordt.

Echter werd er tijdens de verdere uitwerking al snel duidelijk dat er een versteviging aangebracht moest worden in de stelling om het moment in de voet op te vangen. Daarom zal er om de drie stellingen een stevig frame gemonteerd worden. Gevolg hiervan is wel dat de tussenligger dus ook sterk genoeg moet zijn om de kracht van de staanders over te brengen op het frame en dus is een klein plaatdeel niet voldoende omdat deze kan doorbuigen.

In eerste instantie was het de gedacht om een buis te nemen met daarin een perforatie van 25 bij 50 mm waarin de staanders geplaatst zouden worden. Echter wat voor perforatie moet dat dan zijn? Door het geheel of maar aan één kant? En hoe krijg je de staanders er dan nog in als die door de buis ingesloten wordt? Allemaal lastige vragen die soms moeilijk op te lossen bleken.

Uiteindelijk viel de keuze op een aantal u-profielen waartussen de staanders geplaatst worden. Op deze u-profielen zijn nokken aangebracht waardoor de staanders op hun plek blijven. De u-profielen kunnen, doordat de staanders de profielen naar buiten duwen, ingehaakt worden in het stevige frame.

Om er voor te zorgen dat de staanders makkelijk tussen de u-profielen geplaatst kunnen worden zijn er een aantal profielen uitgevoerd zonder nokken. Deze kunnen dan voor de staanders geschoven worden op het moment dat de staanders geplaatst zijn.



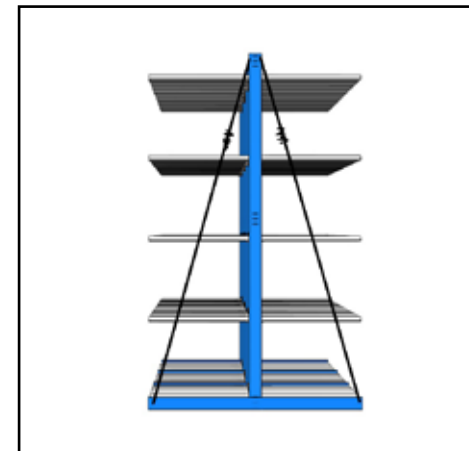


- DE ONDERLIGGER VAN DE STELLING -

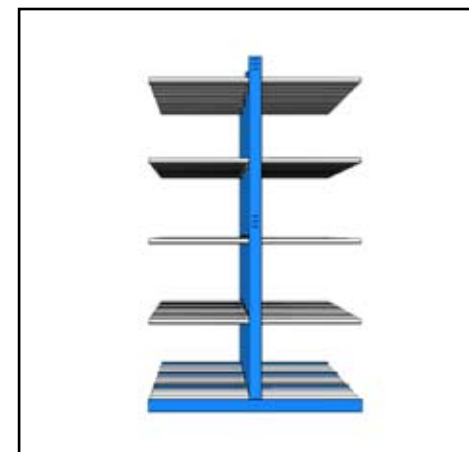
De onderste ligger is bedoeld om de stelling overeind te houden en moet dus de grootste krachten opvangen. Na een snelle constructie in SolidWorks en een berekening met CosmosWorks (zie bijlage) werd duidelijk dat dit heel lastig op te vangen zou zijn.

Daarom is er voor gekozen om een stevig frame toe te voegen aan de stelling die deze krachten goed kan opvangen. Gevolg hiervan is dus dat er eigenlijk geen onderligger meer nodig is en er gewoon een normale bandenligger geplaatst kan worden. Als we verder kijken zien we dat dit ook andere voordelen kan bieden; de klant kan namelijk eventueel deze bandenliggers weglaten en de meest grote banden die niet in de stelling passen (groter dan 800 mm) op een pallet leggen en onder de stelling plaatsen.

Rest wel dat er een goed frame ontworpen moet worden met dezelfde functie als de onderligger. Om de kracht goed over te brengen is ervoor gekozen om de hoofdstaander te schoren met tube 50 staanders zodat de kracht goed overgebracht wordt op de vloer. De hoofdstaander zelf wordt uitgevoerd als een plaatdeel met daarin de benodigde perforaties en daaronder twee plaatdelen die dienen als voet welke aan de hoofdstaander gebout worden.



Hoofdstaander geschoord



Hoofdstaander met extra materiaal voor de sterkte



Hoofdstaander met extra ondersteuning.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

IV-VI

- UITEINDELIJKE ONTWERP ?? -



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

IV-VII



- GO OR NO-GO ? -

Naar mate het ontwerp steeds verder vorm begint te krijgen wordt het ook duidelijk dat het concept op een aantal punten niet kan voldoen aan de verwachtingen die vooraf gesteld werden. Welke gevolgen heeft dit voor het ontwerp en de haalbaarheid van het concept. Is dit kostprijs verhogend of gaat het verder?

FLEXIBILITEIT VAN HET CONCEPT

Al vroeg in het ontwerp werd duidelijk dat de beoogde flexibiliteit in gebruik van de stelling niet gehaald zou kunnen worden. Doordat de banden op het loopvlak in de draagarmen geplaatst zullen worden ontstaat er een horizontale kracht die de draagarmen uit elkaar duwt.

Voor de draagarmen zelf zou dit nog op te lossen zijn, maar de torsie die optreedt in de staanders zal dermate hoog zijn dat deze lastig op te vangen is. Natuurlijk zijn er hiervoor oplossingen te verzinnen, zoals bijvoorbeeld een verbinding tussen de draagarmen zodat deze bij elkaar blijven. Echter ontstaat er zo weer een extra onderdeel welke niet alleen

geproduceerd moet worden, maar ook nog eens gemonteerd en dus de kostprijs van de stelling verhoogd...

Daarom is er in overleg met de verkopers besloten om de flexibiliteit van de stelling te schrappen en er vanuit te gaan dat de banden alleen nog maar gestapeld in de stelling geplaatst kunnen worden. Voordeel hiervan is dat er (1) geen torsie optreedt in de staander en (2) dat de bandenliggers korter worden, waardoor er een kleiner moment optreedt in de voet.

Overigens is het altijd mogelijk om de optie van liggend op het loopvlak opslaan aan te bieden aan de klant. Dit zal dan wel tegen een hogere prijs gebeuren omdat de draagarmen langer moeten worden en er een verbinding tussen de draagarmen aangebracht moet worden.

Dear salesman,

As you know, we are currently redesigning the tyre rack, which should firstly provide cost benefits and whereby it should be possible to pick the tyres both mechanical and manual. During the sales meetings two weeks ago we showed you the final concept.

However, a problem occurred in terms of strength: because the tyres are stored on their thread, the beams are pushed outwards. For the beams themselves this can be solved, but the torque that occurs in the uprights seems to be very high. Of course we can solve this problem by adjusting connections between the beams, but extra costs are involved.

Furthermore a calculation of the cost showed that the cost advantage compared to the current tyre rack reduces because the connections and extra material should be applied. Therefore we had to look at other scenarios and this showed that when we store the tyres in an other way (stacked per set, **see picture**) a cost advantage of one euro per tyre is realized compared to the current concept. This because there are no connections and extra materials required.

Beside the purchase of the tyre rack this concept requires a mobile tyre lift which has its influence on the total operational cost of the concept. A short investigation demonstrates that a semi-electric tyre lift with a reach of 3500 mm will cost approximately 4000,- euro. If you depreciate the lift over 4 years it means that the break-even point at a price benefit of 1 euro per tyre will be at 1000 tyres stored per year.

A disadvantage of the adjustments made to the concept is that the flexibility of the tyre rack reduces, it's only possible to store the tyres in one way. Next to it we should keep in mind that the concept is only suitable for larger companies which store more than 1000 tyre a year. For local tyre dealers it would not make sense to store them in this way. Therefore it is important that the current tyre rack system remains.

We would like to hear your opinions about the changes in the concept. Not only the flexibility of the product changes, but it also starts to look more and more like competitive products (so called "Finnish" type). If you have comments please respond within one week, so we can proceed with the concept.

Thanks and best regards,

Wouter Slob
Gert Wakeren



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

IV-VIII



- OPERATIONELE KOSTEN & CAPACITEIT-

Verder bleek in een te laat stadium dat er meer rekening gehouden had moeten worden met de totale opslagcapaciteit.

Namelijk hoe meer banden er opgeslagen kunnen worden, hoe rendabeler een inrichting is. In plaats van dus blind te kijken naar de kostprijs van een inrichting, is het dus ook van belang dat de operationele kosten in kaart gebracht worden, voor concept drie zal namelijk ook geïnvesteerd moeten worden in bijvoorbeeld een heftruck.

RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN

Van het belang bij het berekenen van de opslagcapaciteit is dat er allereerst een aantal randvoorwaarden geschept worden. Voorbeelden hiervan zijn de hoogte van de stelling en het totale vloeroppervlak dat ingericht moet worden. Ook spelen dingen mee als de afmetingen van de band en de breedte van de gangpaden. Aan de hand van deze waarden zullen we gaan kijken hoe het met de capaciteit van de inrichting gesteld is, zodat we daar duidelijke conclusies uit kunnen trekken. De randvoorwaarde voor de te berekenen magazijninrichting zijn als volgt:

Diameter van de band:

Varieert tussen de 550 en 800 mm, dus gekozen voor 800 mm omdat in dit geval de kleinere banden ook passen.

Breedte van de band:

Varieert tussen 150 en 300 mm, er is gekozen voor 225 mm omdat dit het meest voorkomt. Daarbij is deze maat minder van belang dan de diameter.

Hoogte van de inrichting:

6500 mm, toch wel de maximale hoogte van een magazijn en dus vaak de meest optimale inrichting.

Oppervlakte van het magazijn:

25 x 25 meter. Uiteindelijke oppervlakte wordt dus 625 vierkante meter.

Breedte v/d gangpaden (handm):

1100 tussen de stellingen: er vanuit gaan de dat de resterende afmeting tussen de banden uiteindelijk 750 mm wordt bij een band afmeting van 800 mm.

Breedte v/d gangpaden (mech):

De ruimte tussen de rekken en de bandenstapelaars moet minimaal 200 mm groter zijn dan de draaicirkel (zie afbeelding) en minimaal 600 mm breder zijn dan de breedte van het voertuig. Frenix geeft aan dat voor mechanisch handelen een gangbreedte van 1500 mm nodig is voor de stapelaar die mechanisch is aangedreven en 1300 mm voor de handmatig aangedreven stapelaar.

Tussenruimte tussen de banden:

Om uit het rek te halen. Bij de huidige stelling max. 50 mm, namelijk de verstelbaarheid.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

IV-IX



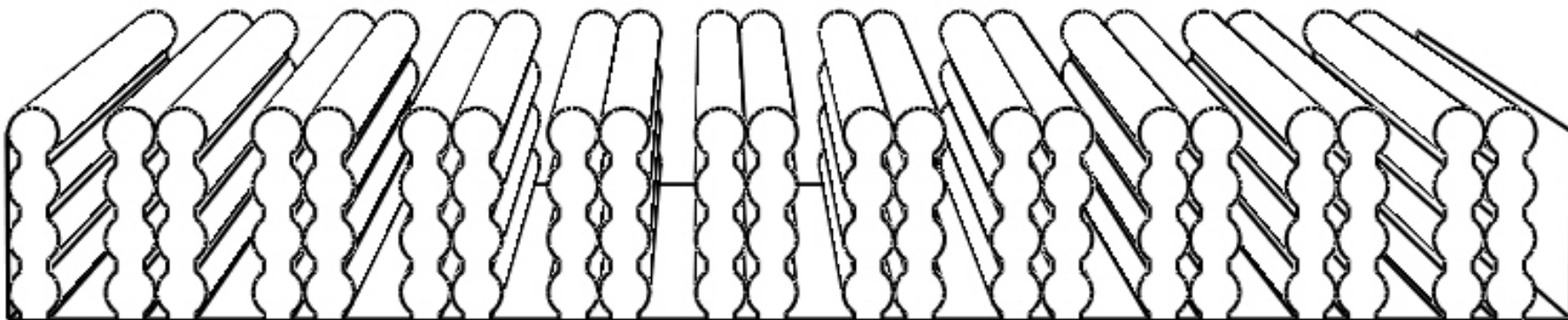
- CAPACITEIT VAN DE HUIDIGE STELLING -

Bij de huidige opstelling van bandenopslag wordt de legbordstelling omgebouwd tot bandenstelling. Hierbij staan normaal twee stellingen naast elkaar met daarna een gangpad (zie afbeelding). Op deze manier kunnen er 21 rijen met banden opgesteld worden met daartussen 11 gangpaden om de banden uit de stellingen te halen.

Per rij zijn er daarnaast vier niveaus met banden mogelijk. Verder worden er over de gehele lengte 17 frames gebruikt welke elk 50 mm (verlies)ruimte innemen per frame. Van de 25000 mm gaat er dus 850 mm verloren. De totale lengte van waarover banden geplaatst kunnen

worden is dus 24150 mm. Aangezien een band 225 mm breed is zullen er dus over deze lengte maximaal 107 banden opgeslagen worden. De totale aantal opslagcapaciteit van deze opstelling is: $(4 \times 107 \times 21 =)$ 8988 banden

Aangezien er 11 gangpaden zijn gaat er in dit geval $(11 \times 0,75 \times 25 =)$ 206,25 vierkante meter verloren. Dit is 33% van de totale opslagruimte die verloren gaat in deze situatie en dus 67% van de ruimte benut wordt.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

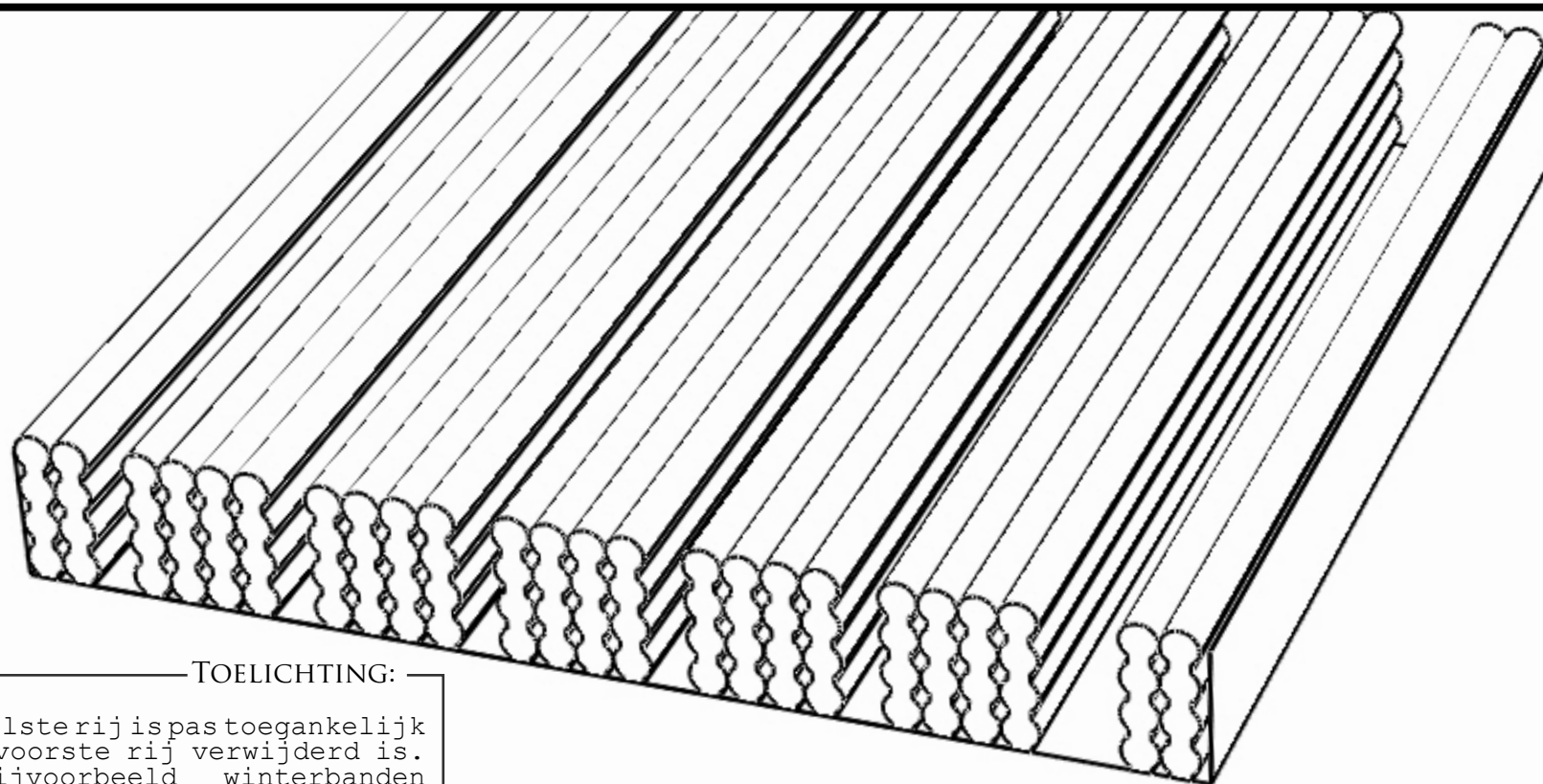
IV-X



- CAPACITEIT VAN DE HUIDIGE STELLING -

Een andere opstelling van de huidige bandenstelling is om deze dubbel uit te voeren. In dit geval worden er vier stellingen tegen elkaar gezet, dit is wel wat lastiger in gebruik, maar het bespaart oppervlakte. Op deze manier kunnen er meer rijen opgesteld worden, waarbij minder gangpaden gebruikt worden (zie afbeelding). Het totaal aantal rijen dat geplaatst kan worden is 24 stellingen, daarbij zijn 6 gangpaden nodig, waarvan de laatste groter is dan gebruikelijk omdat er anders ruimte overblijft.

Het aantal frames dat nodig is blijft verder gelijk als in de vorige situatie dus er kunnen weer maximaal 107 banden per niveau in. Uiteindelijk komt dit uit op $(4 \times 107 \times 24 =) 10272$ banden die opgeslagen kunnen worden. Verder gaat er minder ruimte verloren, namelijk $((6 \times 0,8 + 0,8) \times 25 =) 140$ vierkante meter. Dit betekent dat 77,6% van de ruimte benut wordt, een verhoging van ruim 10% dus.



TOELICHTING:

De middelste rij is pas toegankelijk als de voorste rij verwijderd is. Bij bijvoorbeeld winterbanden opslag wordt er toch maar twee maal per jaar gewisseld.



bosai
Magazijninrichting



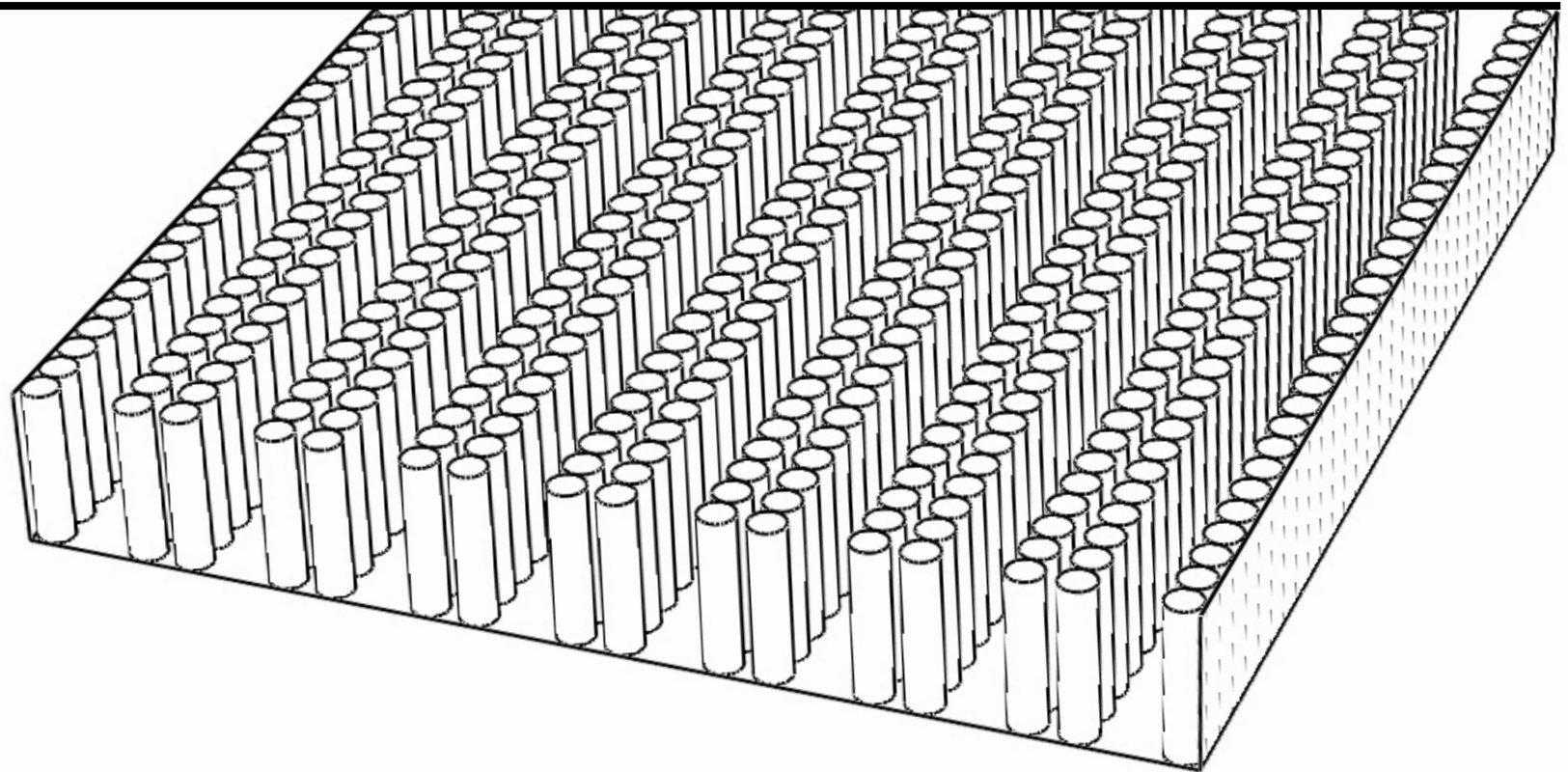
Afstudeerscript van Wouter Slob

IV-XI

- CAPACITEIT VAN DE NIEUWE STELLING -

Bij de nieuwe bandenstelling is de opstelling van de banden gewijzigd, levert dit de beoogde capaciteitsverhoging op? Een voordeel is wel dat de banden mechanisch te picken zijn. Bij deze opstelling kunnen 16 stellingen geplaatst worden, dit zijn er behoorlijk minder doordat er een groter gangpad nodig is voor de heftruck. Verder kunnen er 31 secties per rij geplaatst worden waartussen verder geen ruimte verloren gaat voor bijv. frames.

Per sectie kunnen er op een hoogte van 3500 mm 18 banden geplaatst worden waartussen ruimte verloren gaat omdat de banden mechanische gepickt worden en dus ruimte aanwezig moet zijn voor de lepels van de stapelaar (ong. 100 mm). In totaal kunnen er in dit magazijn ($18 \times 31 \times 16 =$) 8928 banden opgeslagen worden. Dit is iets minder dan de vorige twee opties met resp. 8988 en 10272 banden. Verder gaat er ruimte verloren aan de 8 gangpaden van 1300 mm de verloren ruimte aan gangpaden is in deze situatie is ook hoger, namelijk ($8 \times 1,3 \times 25 =$) 260 vierkante meter en dus 41,6%. Dit is behoorlijk meer ondanks dat er niet zo heel veel minder banden opgeslagen kunnen worden.



- OPERATIONELE KOSTEN -

Naast de capaciteit van de stellingen zelf zijn ook de totale operationele kosten van belang voor het investeren in een bandenhotel of opslag. Voor een bandenstelling betekent dit dat er naast de stellingen ook rekening gehouden moet worden met de grond en eventuele machines als een heftruck.

Verder kan er eventueel rekening gehouden worden met de aanschaf van verrijdbare onderstellen waardoor de capaciteit van het magazijn verhoogd wordt doordat er minder gangpaden nodig zijn.

De operationele kosten per band per jaar zijn als volgt (zie bijlage IV):

HUIDIGE STELLING (2X2)	€ 1,09
HUIDIGE STELLING (4X4)	€ 0,98
NIEUWE STELLING (2X2)	€ 1,08
NIEUWE STELLING (VERRIJDBAAR)	€ 8,39

Bij de bovenstaande berekening is er vanuit gegaan dat de kosten per band voor de stelling ruim 40% gedaald zijn (2,27 euro per band, zie bijlage III).

Uit de berekening wordt in ieder geval duidelijk dat het verrijdbaar maken van de stellingen geen optie is. Ondanks dat de capaciteit verhoogd wordt, blijkt dat de kosten die hieraan verbonden zijn zeer hoog zijn (o.a. door de aandrijving). Verder levert een goedkopere stelling maar een minimale winst op omdat er te weinig banden opgeslagen kunnen worden.

Wel biedt de nieuwe bandenstelling voordelen wat betreft het gebruik omdat de banden mechanisch gepickt kunnen worden. Echter is het de vraag of de klant bereid is om hiervoor 'te betalen'. De banden in een grote bandenopslag worden namelijk maar twee maal per jaar gepakt (na de winter en na de zomer) en dus is dit voordeel maar minimaal.

CONCLUSIE BETREFT DE CAPACITEIT

Het nieuwe concept biedt wel voordelen wat betreft gebruiksvriendelijkheid, maar de oppervlakte benutting is duidelijk lager dan bij de huidige bandenstelling. Als er daarna gekeken wordt naar de operationele kosten van een magazijn blijkt dat de nieuwe variant stelling maar weinig voordelen biedt terwijl de prijs van de stelling met 40% gedaald is.

Dit voordeel wordt namelijk teniet gedaan door het verlies aan extra brede gangpaden. Iets wat bij de huidige stelling behoorlijk smaller is. Daarbij heeft de nieuwe stelling niet de mogelijkheid om deze dubbel te zetten waardoor er minder gangpaden nodig zouden zijn.

Concept drie blijkt dus toch minder aantrekkelijk dan in eerste instantie gedacht werd. Vandaar dat de conceptkeuze heroverwogen moet worden.





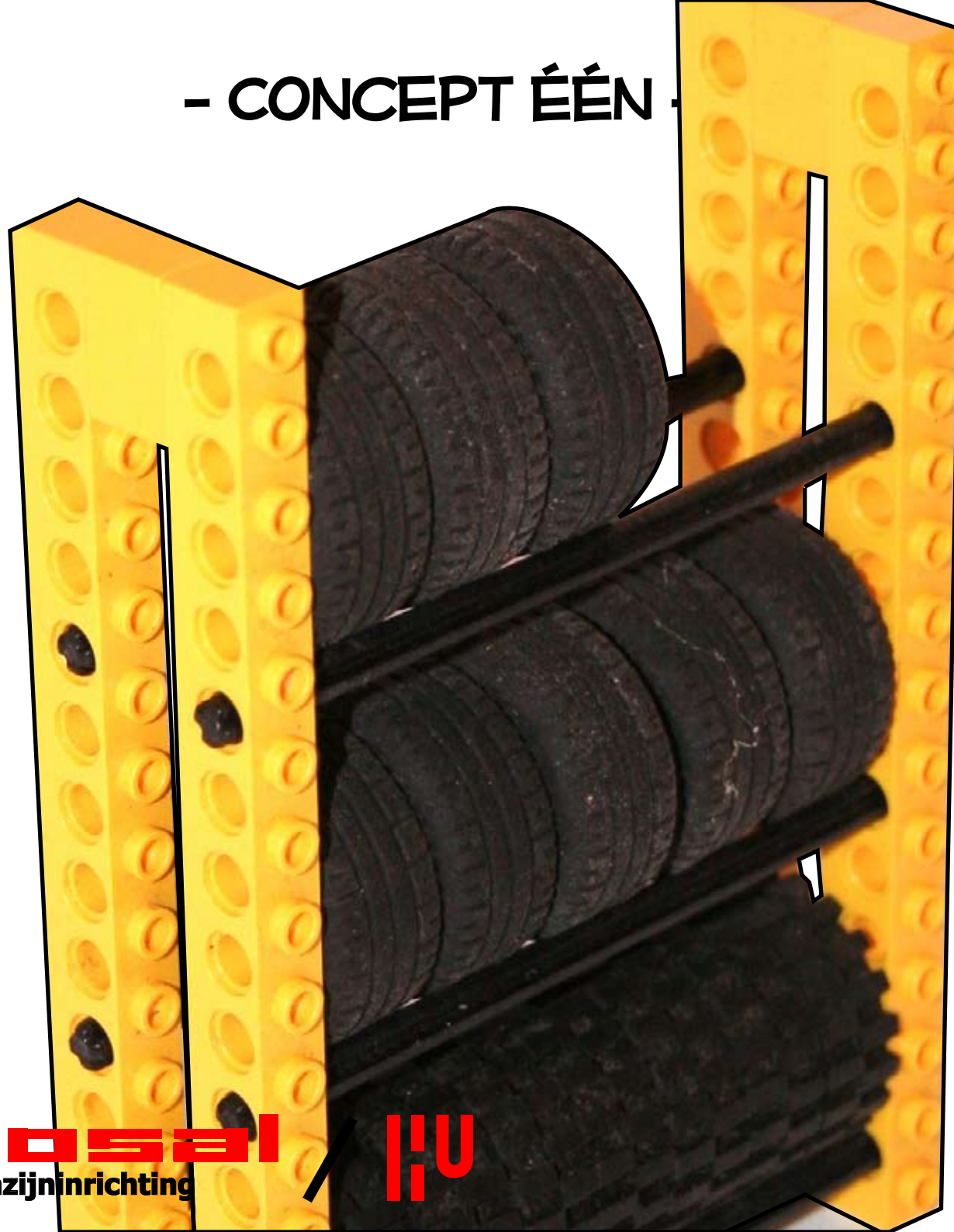
- HERZIENING HARRIS PROFILE -

	Huidige Concept				Concept 1				Concept 2				Concept 3				
	-2	-1	+1	+2	-2	-1	+1	+2	-2	-1	+1	+2	-2	-1	+1	+2	
Hoge opslagcapaciteit			✓	✓			✓	✓		✗				✗	✓	✓	!
Simpele constructie			✓	✓			✓				✓				✓		
Modulair op te bouwen			✓				✓				✓				✓	✓	
Flexibel in gebruik											✓				✓		
Snel te monteren			✓				✓			✗							
Stevig en stabiel			✓			✗					✓	✓			✓		
Praktisch			✓				✓				✓				✓		
Veiligheid														✗			
Productiestappen		✗					✓		✗	✗					✓		
Transportvolume	✗	✗					✓			✗					✓		
Prijs							✓			✗					✓		!
- SCORE -	7				11				-2				6				

Na de laatste bevindingen wat betreft flexibiliteit en de opslagcapaciteit is de conclusie dat concept drie toch minder interessant is als dat het in eerste instantie leek te zijn. De score is aanzienlijk gereduceerd van 13 naar 6, dit omdat de opslagcapaciteit behoorlijk meeteld in de score, een no-go dus voor concept drie... Terug naar de tekentafel om concept één verder uit te werken, een beproefd concept met de nodige goedkopere aanpassingen.



- CONCEPT ÉÉN -



bosai
Magazijninrichting



IV-XV



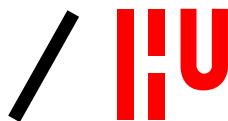
- OPNIEUW TECHNISCH UITWERKEN -

Nu bekend is geworden dat het vorige concept helemaal niet zo goedkoop is als dat het in eerste instantie leek wordt het tijd om verder te werken aan concept 1. Voordeel hiervan is wel dat het concept veel lijkt op de bestaande bandenstelling van Bosal en het dus weinig veranderingen vergt van de klant om zich hieraan aan te passen.

Tijdens dit hoofdstuk zal concept 1 verder uitgewerkt worden tot een uitgewerkt product. Er zal weer begonnen moeten worden met schetsen om de verschillende nieuwe deelproblemen op te lossen zodat het één technische gedetailleerd product wordt. Vervolgens zal er onderzoek gedaan moeten worden naar bijbehorende productietechnieken en materiaalsoorten om het plaatje compleet te maken.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-I

- TECHNISCH DETAILLEREN -



De bedoeling van het eerste concept is dat er geprobeerd wordt om het aantal productiestappen en extra handelingen als bijvoorbeeld het epoxeren te vermijden. Bosal zelf is al bezig geweest met een ontwikkelingstraject om de bandenligger goedkoper te maken door deze uit te voeren als een plaatdeel welke vervaardigd wordt uit verzinkt staal. Misschien is het een mogelijkheid om deze mee te nemen in het herontwerp van de gehele bandenstelling, of misschien moet er wel een hele andere methode toegepast worden.

Waarom niet de haakjes juist aanbrengen in het staanderprofiel? In dit geval zullen de gaten in de ligger aangebracht worden en is het dus mogelijk om de ligger op twee manieren toe te passen (het gat is namelijk wel symmetrisch!). In gesprek met rolvormproducent Overeem werd duidelijk dat het mogelijk is om vóór het rolvormen de haakjes aan te brengen in de vlakke plaat waarna deze in zijn vorm wordt gerold. En de gaten die kunnen doormiddel van stansen in een buisprofiel aangebracht worden.

EVEN HELEMAAL DE ANDERE KANT OP

Al tijdens het uitwerken van concept drie werd duidelijk dat gerolvormde profielen goedkoper zijn dan buizen en dus is er geprobeerd om af te stappen van de traditionele 50 x 25 buis en gebruik te maken van U-profielen. Als hiertussen traversen aangebracht zouden worden die in dezelfde gaten vallen als de bandenligger dan zou er niet meer gelast hoeven te worden aan de staander. Deze enkele productiestap maakt bijvoorbeeld al 15% uit van de totale kostprijs van het frame. Er kan dus nog veel voordeel gehaald worden.

Echter als je de traverse inhaakt in hetzelfde gatenpatroon als de bandenligger dan wordt de klant belemmerd in zijn variatie om de bandenligger in de hoogte te verstellen. Namelijk, de traverse 'bezet' een aantal gaten. Vandaar dat hiervoor een goede oplossing gevonden zal moeten worden.

De mogelijke oplossing hiervoor is te vinden in het profiel zelf. Wat nu als er gebruik gemaakt zou worden van bijvoorbeeld een T-profiel? In dat geval zouden de traverse in de middelste flens gehaakt kunnen worden, maar... in dat geval zouden de haakjes weer buiten het profiel steken... En dan nog een probleem: hoe zou de bandenligger ook nog eens toegepast kunnen worden als legbordligger?



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

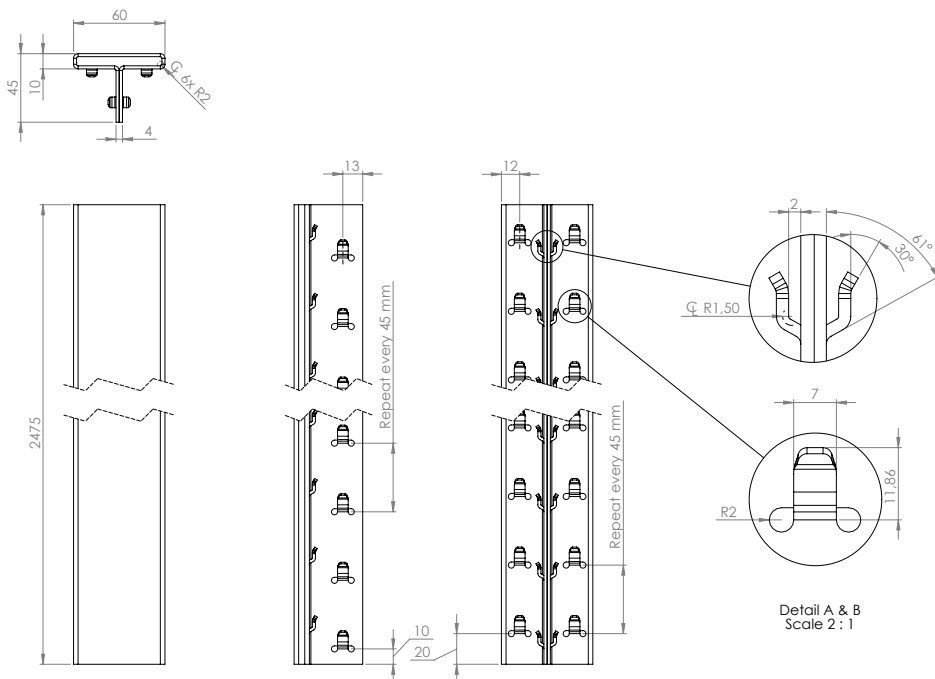
V-II



- HAAKJES IN HET STAANDERPROFIEL -

Na het gesprek met overeen werd er meer duidelijk over het proces rolvormen. Mede hierdoor ontstond het idee om door middel van rolvormen een soort buis te vormen welke een extra flens heeft (zie afbeelding hiernaast voor de vorm). Door daarbij zowel in de wand van de buis als in de wand van de flens haakjes aan te brengen kunnen de traversen en de liggers onafhankelijk van elkaar ingehaakt worden.

Bijkomend voordeel van deze vorm is dat de stelling een mooier aanzicht krijgt doordat er geen perforaties of haakjes meer zichtbaar zijn vanaf de buitenkant en dat deze sterker is doordat er meer materiaal toegevoegd is. Ook kunnen er door Bosal eventueel perforaties aangebracht worden voor verdiepingsbouw, waarbij vloerliggers nodig zijn die hierin ingehaakt worden.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-III

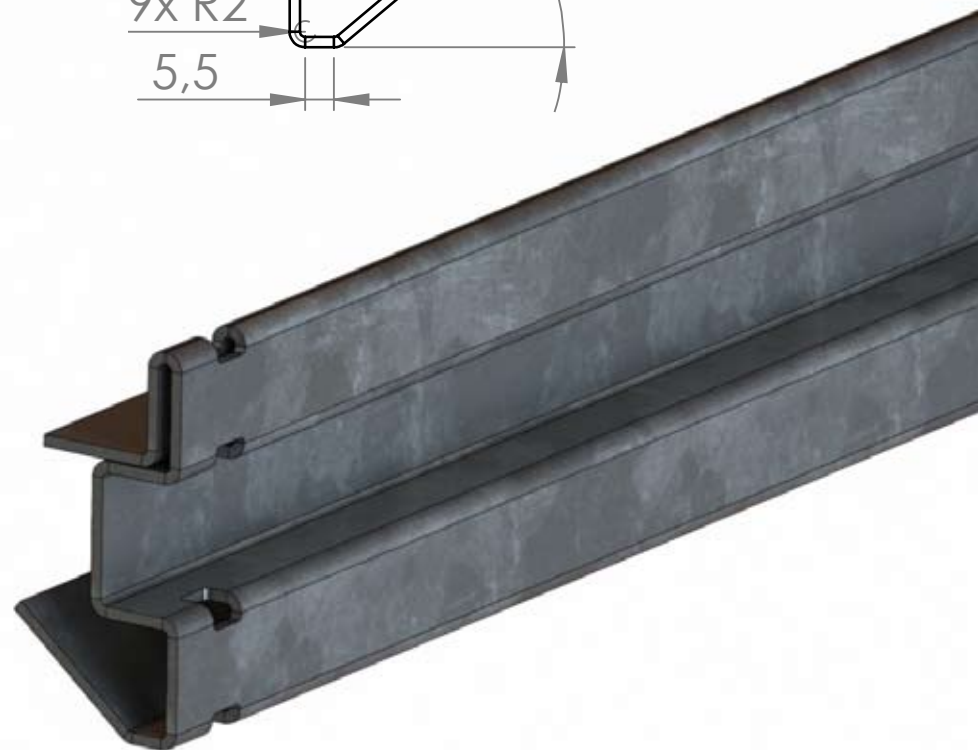
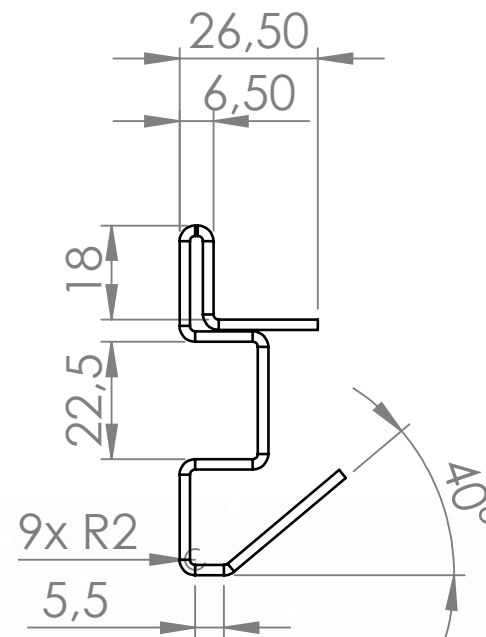


- GEROLVORMDE BANDENLIGGER -

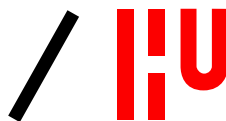
Zoals al eerder gezegd is een profiel goedkoper dan een buis en omdat Bosal zelf al bezig is geweest met het ontwerpen van een nieuwe bandenligger uit één plaatdeel bestaat de mogelijkheid om de bandenligger voor de nieuwe stelling ook op deze manier uit te voeren. Voordeel: het profiel hoeft niet meer geproduceerd te worden op de kantbank, maar kan ook doormiddel van rolvormen gemaakt worden omdat er geen klauw meer gemaakt hoeft te worden. De gaten kunnen in dit geval tijdens hetzelfde productieproces aangebracht worden en er is geen vlakke plaat meer nodig voor de haakjes.

Hierdoor is het ook mogelijk om de ligger extra stijfheid te geven. Waar de bandenligger, die ontworpen is door Bosal, een vlakke plaat nodig heeft voor de haakjes is het nu namelijk mogelijk om extra zettingen aan te brengen voor de sterkte, zolang er maar twee vlakke stukken aanwezig blijven voor de gaten. Voor de sterkte was Bosal genooddaakt om een draadstang tussen de twee liggers aan te brengen om de horizontale kracht op de liggers op te vangen. Door extra zettingen aan te brengen is de draadstang niet meer nodig.

Door de standaard verstelbaarheid van 50 mm is er een vaste maat gegeven voor de afstand tussen de gaten. Tel daarbij de afmetingen van het gat en de nodige ruimte voor de haakjes op en er wordt al snel duidelijk dat het profiel minstens $(50 + 14,5 + (8 \times 2) =)$ 80,5 mm hoog moet worden. Extra ruimte voor de ligger betekend ruimteverlies en dus zal dit verlies zoveel mogelijk beperkt moeten worden. Door de gaten op een andere manier uit te voeren (Zie afbeelding) is het mogelijk om de hoogte van de ligger te verkleinen tot 67 mm terwijl het mogelijk blijft om het profiel op twee manieren in te haken (legbord en bandenligger).



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-IV

- INHAAKTRAYERSE -

Om ervoor te zorgen dat de staanders genoeg sterkte kunnen geven aan het geheel is het belangrijk dat er traversen tussen de staanders aangebracht worden welke de afstand tussen de staanders behouden. Daarbij moet er wel rekening gehouden worden dat ze genoeg stijfheid bieden aan het geheel en ervoor moeten zorgen dat de stelling niet omvalt.

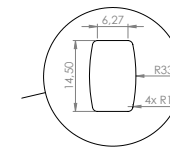
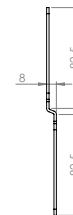
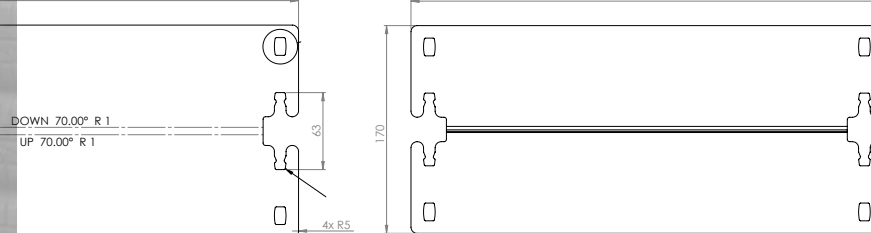
Vandaar dat er in eerste instantie aan gedacht werd om buizen te nemen welke tussen de staanders geschroefd zouden worden. Op deze manier krijgt de stelling genoeg stijfheid, blijft het uiterlijk van de stelling hetzelfde als bij de originele bandenstelling en kunnen er op dezelfde manier schoren aangebracht worden. Nadeel is wel dat er veel bouten en moeren gemonteerd moeten worden, wat dus extra veel montagetijd kost.

De oplossing hiervoor zijn de extra haakjes in de staanders (zie voorgaande alinea's). Hierin kan een plaatdeel gehaakt worden welke fungeert als traverse, goedkoop (namelijk geen haakjes, enkel gaten) en makkelijk te produceren. Wel moet er een oplossing gevonden worden om deze goed te borgen.

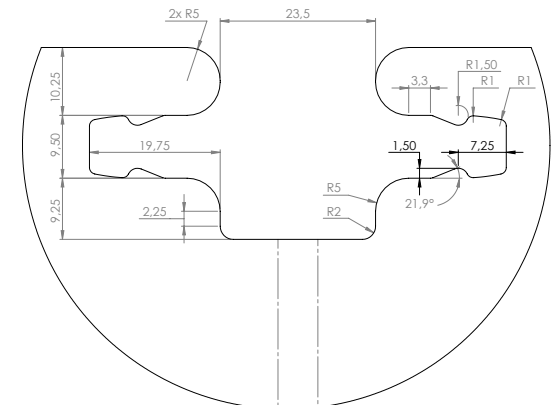
Ook hiervoor zijn verschillende mogelijkheden, bijvoorbeeld een borgpen, een pal welke ergens in valt of een klikvinger. Uiteindelijk is ervoor gekozen om in het gat een versmalling aan te brengen waarachter het haakje blijft klemmen, hierdoor kan deze dus niet meer terug (een soort klikvinger dus, zie vorm) en is deze geborgd.



Flat Pattern 173,5 x 386 mm



DETAIL A
SCALE 2 : 1



DETAIL B
SCALE 5 : 2



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-Y



- DE AANGEPASTE VOETPLAAT -

Omdat de bandenstelling vaak zware banden opbergt worden al deze krachten via de staanders overgedragen op de ondergrond. Om te voorkomen dat deze ondergrond bezwijkt is het belangrijk dat de piekbelasting verlaagd wordt (er wordt namelijk een grote kracht overgedragen op een klein oppervlak). De oplossing hiervoor is de voetplaat welke dezelfde kracht uitspreid over een groter oppervlak.

De huidige bandenstelling heeft ook zo'n voetplaat, maar in het gebruikersonderzoek kwam duidelijk naar voren dat deze prettig werkt. Zodra de bandenstelling namelijk verplaatst moet worden naar de goede positie is de kans groot dat de voetplaten onder de staanders vandaan komen.

Het gekozen staanderprofiel biedt veel mogelijkheden voor de voetplaat, maar een echte oplossing door deze vast te zetten blijkt lastig. De beste oplossing is uiteindelijk het aanbrengen van een clip.

Deze clip zit boven op de voetplaat en wordt uit hetzelfde plaatdeel vervaardigd. Door de zettingen die erin zitten is het mogelijk om de voetplaat 'vast te zetten' in de staander. Door de wrijving die optreedt onder invloed van de clip blijft de voetplaat op zijn plaats.

Het plaatsen van de voetplaat zal wel iets meer moeite kosten, maar door een simpele klap op de grond zal de voetplaat snel op de goede plaats komen.



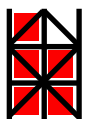
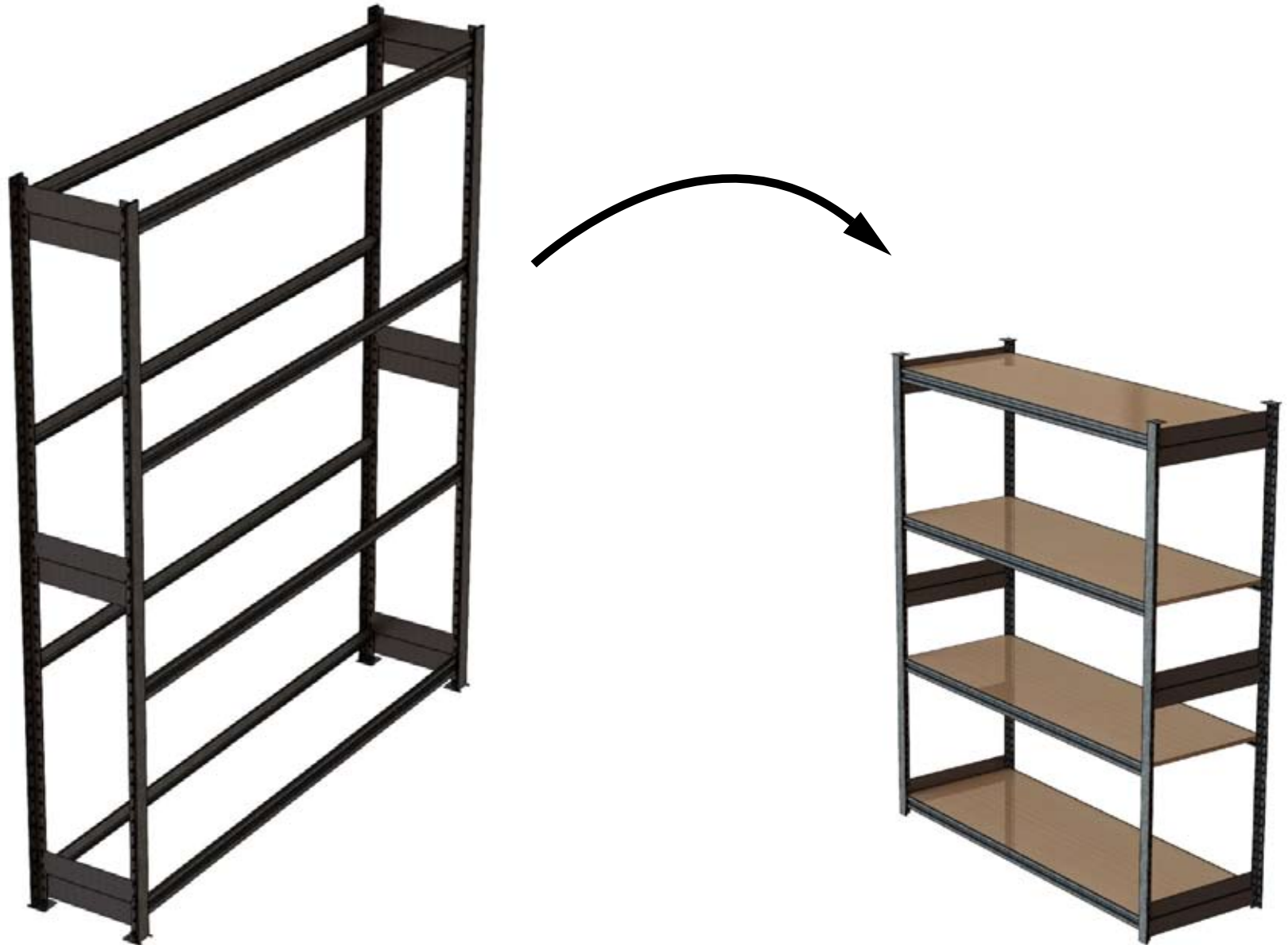
bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-VI

- HET EINDCONCEPT -



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-VII

- MATERIAAL EN PRODUCTIE -



Al tijdens het technisch uitwerken van de bandenstelling is er gekeken naar eventuele bijpassende productietechnieken. Natuurlijk moet daar nog niet teveel rekening meegehouden worden tijdens de ontwerpfase, maar het kan wel heel nuttig zijn omdat bepaalde productietechnieken duurder zijn dan andere.

DE MATERIAALKEUZE

In het materiaalonderzoek (zie bijlage V) is er onderzoek gedaan naar mogelijke materiaalsoorten voor de bandenstelling. Omdat de stelling veel kracht moet opvangen is er uiteindelijk voor gekozen om de stelling te vervaardigen uit staal.

Een belangrijkere reden voor deze keuze is dat Bosal een metaalbewerkingsbedrijf is en dus veel apparatuur heeft staan om metaal te bewerken. Er hoeven dus niet geïnvesteerd te worden in machines.

Zoals algemeen bekend heeft staal alleen wel de lastige eigenschap dat het corrodeert, vandaar dat er een beschermende laag toegevoegd zal moeten worden. Momenteel kiest Bosal voor epoxeren, omdat veel onderdeel in de fabriek in Vianen aan elkaar gelast worden tot eindproduct. Omdat de nieuwe bandenstelling geen lasbewerkingen meer kent kan er gekozen worden voor verzinken.

De reden waarom dat er voor verzinken gekozen is, is omdat er veel staalsoorten al vooraf verzinkt kunnen worden. Door de kathodische werking van het zink blijft het ook na de bewerking nog beschermd en zijn er geen nabewerkingen meer nodig.

DE PRODUCTIETECHNIEKEN

In het volgende onderzoek naar de productietechnieken (zie bijlage VI) is er gekeken op welke manier de verschillende onderdelen geproduceerd kunnen worden. Daarin kwam vooral naar voren dat de twee grootste onderdelen (bandenligger en staander) op een eenvoudige manier geproduceerd konden worden, namelijk door het rolvormen.

Doordat deze onderdelen een constante doorsnee hebben is het heel goed mogelijk om deze door middel van een aantal rollen in de gewenste vorm te zetten en vervolgens op de gewenste lengte af te korten. De aan te brengen gaten en haakjes kunnen door middel van stansen steeds willekeurig in het platte materiaal aangebracht worden alvorens deze gevormd wordt.

Voor deze productietechniek is wel een grote oplage nodig om ervoor te zorgen dat de techniek rendabel wordt. Omdat er veel staanders en liggers gebruikt worden in de stelling is dat geen enkel probleem.

De traversen en voetplaten zullen doormiddel van ponsen met een stempel direct uit het plaatmateriaal in de gewenste vorm geslagen worden. Voordeel hiervan is dat het snel en goedkoop kan, er moet alleen geïnvesteerd worden in stempels.

OVERZICHT MATERIAAL EN PRODUCTIE

Naar aanleiding van de materiaal- en productieonderzoeken komen de volgende materiaalsoorten en productiemethodes naar voren:

- | | |
|-----------------|--------------------------------------|
| • Staander: | Verzinkt staal, rolvormen en stansen |
| • Bandenligger: | Verzinkt staal, rolvormen en stansen |
| • Traverse: | Verzinkt staal, ponsen |
| • Voetplaat: | Verzinkt staal, ponsen |

Voor alle verzinkt staal soorten geldt de materiaalcode DX51D + Z275-MA-C of wel G51 volgens de codering van Bosal (BNL-ES-002).



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-VIII

- STERKTE EN VEILIGHEID -

Omdat een magazijnstelling onderdeel is van een werkomgeving is het zeer belangrijk dat deze voldoet aan de geldende veiligheidseisen gesteld door de TÜV en Arbo (zie hoofdstuk wet- en regelgeving).

Eén van de eerste dingen waar de ontwerper rekening mee kan houden is de sterkte van de stelling. Door vorm en materialen kan de ontwerper ervoor zorgen dat de sterkte voldoet aan de eisen. Verder kunnen er enkele toevoegingen gedaan worden om de veiligheid in gebruik te verhogen.

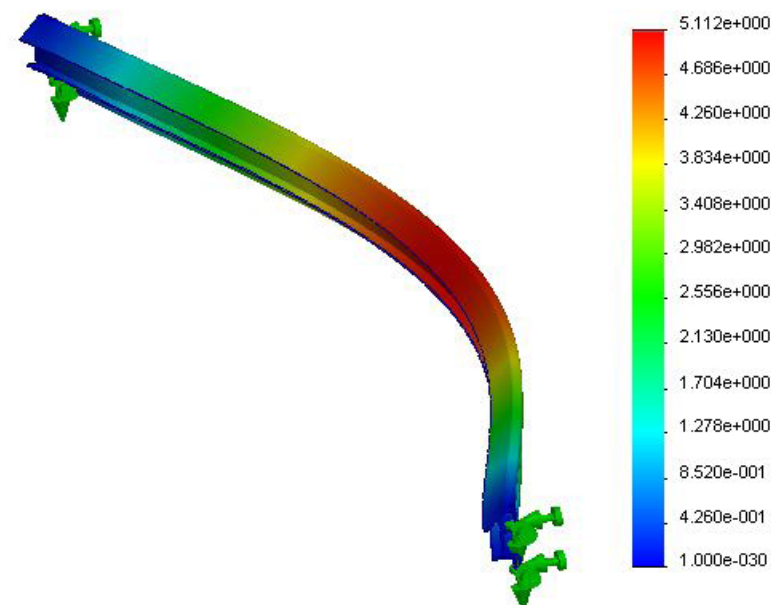
STERKTEBEREKENINGEN

Voor de veiligheid van het magazijn is het heel erg belangrijk dat de stelling sterk genoeg is om de last van 100 kg per meter per laag op te vangen. Het zal namelijk niet de eerste keer zijn dat een stelling in stort omdat deze bezwaken is onder de last. Vandaar dat de sterkte doorgerekend moet worden.

Bosal laat de sterkteberekeningen meestal uitvoeren bij Hartinger Cosult GmbH, een Duits adviesbureau gespecialiseerd in het berekenen van de sterkte van onderdelen, maar voor het ontwerptraject biedt SolidWorks een snellere optie namelijk CosmosWorks. Met deze tool kan er snel een aantal bevestigingspunten en krachten aangebracht worden op een onderdeel om zo de sterkte van het onderdeel te testen. Op deze manier wordt snel duidelijk of de sterkte in de buurt komt van de gewenste waarde.

Volgens de berekeningen van CosmosWorks (zie bijlage VIII) is de vorm en wanddikte van de verschillende onderdelen (bandenligger, staander, traverse) voldoende om de benodigde sterkte op te vangen.

De doorbuiging in de bandenligger is ruim 5 mm, maar nog steeds meer dan 1 mm onder de maximale waarde van 6,6 mm. Kunnen er minimaal 3 etages bovenop de stelling geplaatst worden zolang de belasting maar niet groter is dan 63000 N (incl. belasting in de stelling op de begane grond). En is er minimaal 1 traverse nodig per 1,75 niveaus banden.



De vormgeving van de bandenstelling hoeft dus niet meer aangepast te worden. Wel is het voor een eventuele TÜV keuring verstandig om een gespecialiseerd bedrijf de berekeningen over te laten controleren.

VEILIGHEID

Bij het ontwerp van de stelling zijn er enkele aanpassingen gedaan om de veiligheid van de stelling te verhogen. Zo moeten de inhaakverbindingen, volgens het schrijven van de heer C. Willemse van BMW op 16 februari 2011, geborgd zijn met een krachtsafhankelijke borging. Elke individuele borging moet een kracht van 5000 N kunnen verdragen alvorens deze breekt. In de bandenstelling hebben de traversen en de bandenliggers een krachtsafhankelijke borging gekregen.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-IX

- STERKTE EN VEILIGHEID -

Bij de bandenligger is er tegenover de inhaakgaten een extra gat aangebracht waarin de punt van het haakje valt. Op deze manier is er een kracht nodig om de ligger weer los te maken. Bij de traverse is er in het gat een versmalling gemaakt waar het haakje tussendoor geslagen moet worden. De traverse zal namelijk veel minder vaak verhangen worden dan de bandenligger en dus treedt er ook minder slijtage op.

Maar naast de borging zijn ook andere onderdelen van het ontwerp van belang. Zo zijn de haakjes in de staanders uitgevoerd aan de binnenkant van het profiel zodat er niemand met zijn kleding achter kan blijven haken.

Om de veiligheid nog meer te verhogen zal het nodig zijn om, in het geval van bijvoorbeeld heftrucks, aanrijdbeveiligingen toe te passen. Dit zijn speciale profielen op de vloer welke de staanders beschermen tegen botsingen met heftrucks en ander gemotoriseerd vervoer. Ook is bij een hoogte-breedteverhouding van 4:1 of hoger een vloerverankering verplicht vanaf een hoogte van 2 meter. Deze onderdelen zullen nog wel ontworpen moeten worden.

CONCLUSIE VOOR VEILIGHEID

Uiteindelijk blijkt dat de vorm en materialen aansluiten bij de veiligheid van het product, het is sterk en stijf genoeg en brand bestendig. Verder zijn de inhaakverbindingen geborgd zodat deze niet onbewust verwijderd kunnen worden.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-X



- KOSTPRIJS VAN DE BANDENSTELLING -

Omdat de kostprijs van de bandenstelling een heel belangrijk item is voor het herontwerp van de bandenstelling, is er een kostprijs berekening uitgevoerd voor het uiteindelijke product.

Voor de kostprijs van de staander en de bandenligger zijn de prijzen opgevraagd bij Overeem B.V.. Dit bedrijf is gespecialiseerd in het rolvormen van producten tot een wanddikte van 3,5 mm. Omdat deze onderdelen een wanddikte hebben van 2,0 mm is dit goed mogelijk.

De kostprijs voor de traversen en voetplaten is er een beroep gedaan op de heer H. Kats van Bosal zelf.

KOSTPRIJSREDUCTIE VAN 47 %

De huidige bandenstelling heeft een kostprijs van € 3,94 per band, maar dit bedrag is inclusief 15% extra voor indirecte kosten. De nieuwe bandenstelling komt uit op € 1,82 tel hierbij 15 % op en het resultaat is een bedrag van € 2,09 ofwel een kostprijs besparing van 47 %

Kortom de nieuwe bandenstelling is een zeer goed alternatief voor de huidige bandenopslag.

Aantal	Nummer	Onderdeel	Materiaal	Prijs / st	Totaal
2	0011001	Staanderprofiel 2475 mm	Verzinkt staal [G51]	€ 6,37	€ 12,74
6	0011002	Bandenligger 2000 mm	Verzinkt staal [G51]	€ 4,59	€ 27,54
3	0011003	Traverse 370 mm	Verzinkt staal [G51]	€ 0,89	€ 2,67
2	0011008	Voetplaat	Verzinkt staal [G51]	€ 0,30	€ 0,60
1	0013000	Bandenstelling	-	-	€ 43,55
Prijs per band (3 x 8 banden)					€ 1,82
Prijs per band inclusief 15% indirecte kosten (opslag, intern transport e.d.)					€ 2,09



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

V-XI

- HET VERVOLGTRAJECT -

Uiteindelijk is er een mooi eindresultaat ontstaan wat feitelijk gezien zo geproduceerd kan worden. De technische tekeningen zijn gemaakt en de materialen en productietechnieken onderzocht.

Maar is het nu gelijk klaar? Nee, er zijn bijvoorbeeld nog een aantal extra onderdelen die ontworpen moeten worden als een aanrijdbeveiliging en vloerverankering. Door de tijd is daar nog geen mogelijkheid toe gevonden.

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd wat het vervolgtraject wordt voor dit product. Het product wordt getoetst aan de hand van het programma van eisen en daarna worden er aanbevelingen gegeven voor de verdere uitvoering.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

VI-I



- TOETSING A.D.H.V. PROGRAMMA VAN EISEN -

Om te controleren of het product wel aan het programma van eisen voldoet is het allereerst van belang dat deze hieraan getoetst wordt. Aan de hand van deze resultaten kan er dan vervolgens een aanbeveling gedaan worden voor het vervolgtraject.

EVALUATIE VAN DE BANDENSTELLING

naar aanleiding van de toetsing aan de hand van het programma van eisen (zie bijlage IX) kwamen de volgende verbeterpunten en nadelen naar voren:

- + Kostprijs gereduceerd met 47%
- + Transportvolume gereduceerd met 33%
- + Onderdelen zijn zeer goed te stapelen
- + Alle materialen zijn te recyclen en geschikt voor C2C
- + Stelling is geschikt voor de legbordstelling
- Niet machinaal te picken
- De productie door Bosal is 50% i.p.v. beoogde 80%
- Perforatiegaten zijn groter

Daarnaast zijn er nog een aantal verbeterpunten aan het product die niet in de toetsing aan de hand van het programma van eisen naar voren komen. Deze zijn als volgt:

- + Geen nabewerkingen nodig
- + Geen borgpennen nodig, krachtafhankelijke borging
- + Vorm van de ligger sluit beter aan bij de vorm van de band
- + Voetplaat klemt beter vast
- + Strakkere uitstraling door afwezigheid van perforaties
- + Etagebouw mogelijk en modulair op te bouwen
- + Geen extra gereedschap nodig (alleen een hamer)
- Meer montagetijd door extra traverse
- Meer onderdelen te picken door extra traverse
- Maar twee haken grijpen in de ligger ipv drie.

Vooraf de daling in kostprijs en transportvolume is zeer positief te noemen en geeft Bosal de mogelijkheid om hun marktpositie te verbeteren. Het nadeel dat de banden niet machinaal te picken zijn en dat de perforatiegaten groter zijn dan beoogd is geen verslechtering ten opzichte van de huidige bandenstelling.

Verder heeft de nieuwe bandenstelling een strakkere uitstraling dan de huidige variant, dit doordat er een glad oppervlak is zonder perforaties. Ook zit de voetplaat klemt beter vast, dit in tegenstelling tot de huidige voetplaat.

Verder is er wel één belangrijke achteruitgang en het is de vraag of dit mogelijk is, een eventueel prototype zou dit uit kunnen wijzen. Doordat de ligger namelijk maar met twee haakjes verbonden wordt aan de staander is deze mogelijk minder stevig, echter omdat dit alleen van belang is voor de sterkte in de lengte van de stelling zal het geheel zichzelf naar verwachting in verband houden.

Over het algemeen is de nieuwe bandenstelling een zeer goed alternatief voor de huidige variant, alleen zal de inhaking van de ligger en de traverse getest moeten worden.

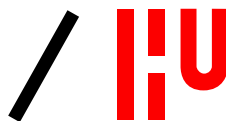
AANBEVELINGEN VOOR EEN VERVOLGTRAJECT

Natuurlijk heeft de nieuwe bandenstelling veel voordelen, bijvoorbeeld op het gebied van transport en prijs, maar er blijven altijd verbeterpunten. Voor een eventueel vervolgtraject is het volgende te overwegen:

1. Evt. gatenpatroon aanbrengen in de staander
2. Prototype ontwikkelen voor testen
3. Sterkteberekeningen gedetailleerd uitvoeren (evt. keuring TÜV).
4. Accessoires ontwerpen zoals koppelstukken, vloerverankering en aanrijdbeveiliging, legbordondersteuning en vloerliggers voor etagebouw
5. Verder mogelijkheden van het staanderprofiel onderzoeken, bijv. voor de balie of multistelling.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

VI-II

- PROCES EN PLANNING -

Nu het project afgerond is wordt het tijd om een inschatting te maken van de gemaakte kosten en de uren die in het project gestoken zijn. Op deze manier wordt duidelijk waar de meeste tijd in gestoken is en op welke punten er vertraging werd opgelopen. Ook wordt de strokenplanning weer gegeven om de volgorde van de onderdelen te kunnen volgen.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

VII-I



- PROJECTAANPAK EN PLANNING -

In dit hoofdstuk wordt de projectaanpak besproken en de daarbij behorende planning.

Bij aanvang van dit project is er allereerst begonnen met het inlezen van verschillende bestanden over de bandenstelling om zo een goed beeld te krijgen van wat het product nou echt inhoudt. Daarbij ben ik als ontwerper ook twee dagen mee geweest met de montageploeg naar verschillende locaties om stellingen op te bouwen. Op deze manier ontstond er een goed beeld van het product en waar de montageploeg tegenaan liep met het opbouwen van de stelling.

Vervolgens zijn er verschillende onderzoeken gedaan wat betreft wet- en regelgeving, gebruikers en concurrenten om uiteindelijk een programma van eisen op te stellen waaraan het eindproduct moet voldoen. Op deze manier is duidelijk wat de eisen en wensen zijn zodat een kader ontstaat.

De vervolgstap is het ontwerpen, via verschillende schetsen begint het product vorm te krijgen en kan het uiteindelijk technisch uitgewerkt worden. Nadeel was alleen dat concept drie al heel veruitgewerkt was voordat duidelijk werd dat het concept toch niet zo gunstig was als dat het leek. De operationele kosten bleken hoger te zijn, terug naar de tekentafel dus.

Concept één bleek uiteindelijk een zeer mooi concept met veel mogelijkheden. Na een aantal schetsen ontstonden interessante ideeën die uiteindelijk het eindresultaat opleverde. Na de technische detaillering is er onderzoek gedaan naar materialen en productietechnieken waarna het een productierijp product geworden is.

DE PROJECTPLANNING

Tijdens de eerste maand liep het project zeer goed en werd er al een voorsprong van twee weken gerealiseerd. Echter tijdens het technisch uitwerken van concept drie is veel tijd verloren gegaan terwijl dat achteraf allemaal voor niets geweest is. De uitwerking van concept

één verliep stukken beter en uiteindelijk is de deadline van 23 mei toch nog gehaald. Wel is er nog geen prototype gemaakt, maar zeer waarschijnlijk lukt dit voor de eindpresentatie.

TOTAAL OVERZICHT GEWERKTE UREN:

december 2010:	2 t/m 24 december	128 uur
januari 2011:	3 t/m 28 januari	156 uur
februari 2011:	31 jan. t/m 25 febr.	151 uur
maart 2011:	28 febr. t/m 1 april	172 uur
april 2011:	4 t/m 29 april	0 uur
mei 2011:	2 t/m 27 mei	167 uur
juni 2011*:	30 mei t/m 16 juni	> 40 uur

Totaal gewerkte uren: 814 uur

Hierbij verklaart Wouter Slob deze urenverantwoording naar waarheid te hebben ingevuld

* juni is een prognose

DE PROJECTEVALUATIE

Uiteindelijk is er toch een mooi eindresultaat ontstaan welke zeker levensvatbaar is, maar tussendoor zijn er een aantal hobbels genomen. Onder andere de informatievoorziening vanuit de sales verliep wat matig en een aantal verkopers kwam pas laat met zeer essentiële informatie over bijvoorbeeld de operationele kosten. Hierdoor was concept drie al ver uitgewerkt voordat bleek dat de operationele kosten te hoog werden.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

VII-II



- PROJECTAANPAK EN PLANNING -

De uitwerking van concept één verliep in ieder geval stukken beter. Mede doordat er ondertussen veel inzichten verworven waren met betrekking tot bandenopslag konden er snel resultaten neergezet worden.

Echter voordat de overstap gemaakt werd van concept drie naar één werd er nog te lang vast gehouden aan concept drie omdat het nog veel voordelen zou bieden. Overigens biedt het concept nog steeds de voordelen van het mechanisch picken, dus als de klant bereid is om daarvoor concessies te doen, dan bied het mogelijkheden om te verkopen.

Voor de volgende keer is het in ieder geval een les om duidelijkere eisen op te stellen en langer bezig te zijn met het vooronderzoek. Natuurlijk lekker dat de voorfase snel doorlopen werd, maar waarschijnlijk zijn er toen een aantal punten gemist...



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

VII-III

- REFLECTIE: TERUGKIJKEN -

Het laatste deel van dit verslag heeft betrekking op mijn persoonlijke leertraject, wat heb ik geleerd en waar kan ik verbeteren. Van terugkijken leert men want als je de fouten niet signaleerd zal je er nooit van leren.

Ten slotte wordt er gereflecteerd aan de hand van technische en professionele competenties en maak ik persoonlijk een profielschets van wie ik ben, wat mijn inbreng is en welke ambities ik heb.



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

VIII-I



- REFLECTIE -

Zo aan het einde van mijn opleiding is het de bedoeling dat ik ben opgeleid tot een volwaardig productontwerper. Vandaar dat er tijdens de afstudeerperiode gekeken wordt naar het functioneren van een student binnen een professionele werksfeer, zoals bij BOSAL. Maar hoe kijk ik zelf terug op deze periode, wat ging er goed en waar kan ik nog van leren? Om jezelf te verbeteren is het belangrijk om je eigen handelingen te reflecteren, want... van je fouten moet je leren.

Allereerst heb ik het heel erg naar mijn zin gehad tijdens mijn afstuderen. Ik kon lekker mijn eigen gang gaan en iedereen was tevreden. Daarbij verbaasde het mij hoe veel verschillende oplossingen ik verzonnen heb voor uiteenlopende problemen. Er werden oplossingen verzonnen waar ik zelfs verbaasd over was. Bijvoorbeeld de klauw van de draagarmstelling of de nieuwe bandenligger. Stuk voor stuk anders dan voorheen, misschien niet uniek, maar het geeft wel aan dat er veel mogelijk is. Wel moet ik meer proberen om te zoeken naar oplossingen die ook voor de productie van Bosal zelf interessant zijn. Uiteindelijk moet de fabriek namelijk ook werk hebben.

Wat ikzelf ook erg verbeterd heb is mijn professionele houding richting andere bedrijven en mensen. Als ik informatie nodig had ging ik die gewoon vragen bij andere of even een belletje naar een bedrijf die daarin gespecialiseerd is als ikzelf er niet uit komt. Dit in tegenstelling tot mijn vorige stage bij Merford waar ik hier heel lang mee wachtte en vervolgens veel tijd verloor. Dit vind ik persoonlijk ook een van de belangrijkste punten voor een PDE'er, namelijk het gebruiken van expertise van anderen en dit bruikbaar maken voor de consument.

Een van de belangrijkste punten die ik geleerd heb is om eerst goed te kijken wat er in de markt speelt. Tijdens het ontwerpen van de bandenstelling kwamen we er namelijk veel te laat achter dat er meer meespeelt bij het inrichten van een magazijn dan alleen de kostprijs. Ook andere kosten zoals bijvoorbeeld de investering van het gebouw zijn namelijk van belang. Gevolg hiervan was wel een harde les, namelijk terug naar de tekentafel voor een ander concept. Maar eigenlijk was dit al langer bekend maar we hebben ons er te lang in vastgebeten dat het verrijdbaar maken van de stellingen de oplossing was... niet dus...!!

Sta dus als ontwerper altijd open voor kritiek van buiten af, maar blijf geloven in jezelf en je creatie.

Een ander punt wat ikzelf merkte is dat ik erg snel afgeleid ben, iets wat het ontwerptraject niet ten goede komt. Zeker op het moment dat ik ergens vastloop is het lastig om door te gaan. Door juist weer te gaan tekenen en schetsen ontstaan er soms creatieve oplossingen. Vandaar dat ik dus sneller moet doorgaan.

Ook moet ik nog meer technisch inzicht krijgen, iets wat in de loop der jaren zeker zal verbeteren. Tijdens mijn afgelopen afstudeerperiode heb ik veel geleerd over stansen/ponsen en rolvormen, maar er is natuurlijk meer. Welke eisen worden er gesteld aan de vorm, het materiaal? Wel weet ik dat er veel mogelijk is, maar hoe? Iets wat zeker nog zal komen.

DE TOP

- Breed beginnen met ontwerpen.
- Expertise inschakelen
- Niet te veel vasthouden aan een concept, verder denken!
- Veel kennis over SolidWorks/Adobe

DE TIP

- Sneller schakelen bij kritiek
- Daadkrachtiger blijven tekenen/ontwerpen
- Niet te snel compleet uitwerken in SolidWorks
- Meer kennis over materialen leren
- Engels verbeteren



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

VIII-II

- PROFIELSCHETS -

Tenslotte is het belangrijk voor mijzelf om te weten wie ik ben, wat mijn competenties zijn en welke rol ik in de toekomst ambieer. Allereerst wil ik daarbij melden dat ik het liefst bezig ben met het ontwerpen van een product, tekenen en schetsen. Zodra er meer technische zaken bij komt kijken zal ik wel eerst zelf een oplossing verzinnen, maar als mogelijk is het soms verstandiger om eens te praten met een expert. Dat is ook gelijk hoe ik een PDE'er zie, namelijk het samenbrengen van verschillende disciplines in één product.

Persoonlijk ambieer ik verder geen leidinggevende functie, ik vind het altijd wel prettig om onder iemand te werken die het een beetje coördineert. Hetzelfde geldt binnen een projectgroep, waarbij ik liever geen voorzitter ben. Dit betekent overigens niet dat ik niet assertief ben, in tegendeel, maar ik hou me liever bezig met ontwerpen en uitwerken dan met het aansturen van mensen. Mijn inbreng binnen een projectgroep zal daarbij positief zijn, ik probeer altijd goede en leuke oplossingen te verzinnen en ben altijd bereid om inzet te tonen.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

VIII-III

- BRONVERMELDING -

- Lefteri, Chris (2007). Making It, Manufacturing techniques for product design. London: Laurence King Publishing.
- Dirken, H. (2004). Productergonomie. VSSD.
- Kals, H.J.J. (2007). Industriële productie. SDU Uitgevers.
- Continental Banden Nederland (2011). Opslag van uw zomer/winterbanden (16 december 2010). www.conti-online.com/generator/www/nl/nl/continental/banden/algemeen/bandentips/opslag_nl.html
- Bosal Nederland (2011). Bosal Informatie (18 mei 2011). www.bosal.nl/default.aspx
- SSI Schaefer (2010). SSI Schaeffer (14 december 2010). www.ssi-schaefer.nl
- Jungheinrich (2011). Jungheinrich heftruck, palletwagen & magazijninrichting (14 december 2010). www.jungheinrich.nl/nl/nl/home/?gclid=CLvu5vj_agCFchH3godOxpWxw.
- Dexion (2008). Dexion: pallet racking and shelving storage systems to suit your needs (14 december 2010). www.dexion.com
- TÜV (2011) TÜV Nederland - TÜV Nord Groep (20 december 2010). www.tuv.nl/nl/536_NLD_HTML.htm
- BMWt (2011) BMTW, bouwmaschinen, magazijninrichting, wegenbouwmaschinen en transportmaterieel (20 december 2010). www.bmw.nl/templates/mercury.asp?page_id=root.



- BIJLAGEN -



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

- BIJLAGE I: PROCESBOOM -

Deze procesboom bevat alle handelingen die betrekking hebben op de bandenstelling vanaf het ontstaan tot het verwijderen/recyclen van de stelling. Aan de hand van dit overzicht wordt duidelijk waarmee tijdens het ontwerp rekening gehouden moet worden zodat er een veilig en goed te gebruiken product ontstaat.

Hoofdfases	Deelfases	Omschrijving
Ontstaan	Ontwerp	Probleem signaleren Opdracht omschrijving Programma van eisen opstellen Ideën genereren Concept keuze Technisch uitwerken 3D model maken Technische tekeningen maken Sterkte berekenen Materialen bepalen Productietechniek bepalen Gebruikershandleiding maken
	Productie voorbereiding	Product verkopen Productie plannen Materialen inkopen Onderdelen inkopen Inkoopcontrole
Verspreid worden	Productie	Productie Transport tussen productiestappen Lasonderdelen assembleren Spuiten Verbindingen monteren
	Verpakken	Onderdelen samenvoegen Onderdelen in de verpakking doen Verpakking afsluiten
Verspreid worden	Transporteren	Oppakken met een heftruck Rijden naar de opslag Neerzetten
	Opslaan	Onderdelen opstapelen Spullen in een stelling leggen Magazijntelling
	Distribueren	Onderdelen in de vrachtwagen leggen Transport naar de klant

Hoofdfases	Deelfases	Omschrijving
Gebruikt worden	Gebruiksklaar maken	Onderdelen vervoeren Uitpakken Onderdelen klaar leggen en controleren Stelling in elkaar zetten Schoren monteren Stelling op de juiste plaats zetten Borging aanbrengen Controle
	Gebruiken	Sticker op de stelling plaatsen Banden in de stelling leggen Banden zoeken in de stelling Banden uit de stelling halen Tegen de stelling leunen Stelling verrijden Liggers verschuiven Tegen de stelling aan rijden Trap tegen de stelling zetten Stelling leeg halen
	Schoonmaken	Opruimen van de stelling Afspuiten van de stelling Vloer vegen
	Onderhoud	Stelling met een doek afnemen Controleren op beschadigingen Reparaties Schuren van de stelling Verven Keuren van de stelling
Verwijderen	Ontmantelen	Stelling demonteren Onderdelen verzamelen
	Transporteren	Onderdelen in de vrachtwagen leggen Vervoeren
	Afval verwerken	Uitladen Recyclen Verbranden Storten



- BIJLAGE II: BENCHMARKING (1) -





- BIJLAGE III: KOSTPRIJS STELLING [1] -

Om een goede inschatting te hebben van de kostprijs van concept drie is er een overzicht gemaakt van de onderdelen en de daarbij behorende kosten. Uiteindelijk levert dit dus een kostprijs op voor het gehele concept, deel dit door het aantal op te slagen banden en het resultaat is de kostprijs per band.

In de tabel hiernaast wordt dit overzicht gegeven en het resultaat is een kostprijs van € 2,27 per band. Wel moet daarbij vermeld worden dat de hoofdstaander, voetligger en onderligger een geschatte prijs hebben.

De prijs voor de bandenligger is opgevraagd bij Bosal België, onderdeel van Bosal welke gespecialiseerd is in het produceren van buizen. De U-profielen zijn opgevraagd bij Overeem B.V. en de staanders en klauw zijn berekend door de heer Henk Kats van Bosal Nederland zelf.

De totale kostprijs komt uit op € 327,07, deel dit door het totaal aantal banden ($36 \times 4 = 144$) en de totale kostprijs per band is € 2,27.

Aantal	Nummer	Omschrijving	Prijs / st	Totaal
1	0001001	Hoofdstaander	€ 25,00	€ 25,00
2	0001002	Voetligger	€ 7,00	€ 14,00
6	0001003	Staanders	€ 6,00	€ 36,00
4	0001004	U-profiel incl. nokken	€ 3,64	€ 14,56
2	0001005	U-profiel excl. nokken	€ 3,27	€ 6,54
1	0001006	C-profiel onderligger	€ 15,00	€ 15,00
36	0001007	Ophangklauw	€ 1,00	€ 1,00
36	0001008	Bandenligger	€ 4,93	€ 177,57
1		Bevestigingsmateriaal	€ 2,40	€ 2,40
Totaal nieuwe bandenstelling				€ 327,07
Prijs per band			144 stuks	€ 2,27



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

B-III



- BIJLAGE IV: OPERATIONELE KOSTEN -

1

	Totale investeringen	Kosten per jaar	
	€ 55.160,-	€ 5.516,-	Stelling
	€ 312.500,-	€ 7.812,50	Gebouw
	€ 10.000,-	€ 2.000	Machine
Totale kosten	€ 377.660,-	€ 15.328,50	
Kosten per band		€ 1,09	

3

	Totale investeringen	Kosten per jaar	
	€ 26.496,-	€ 2.649,-	Stelling
	€ 312.500,-	€ 7.812,50	Gebouw
	€ 10.000,-	€ 2.000	Machine
Totale kosten	€ 348.996	€ 12.462,10	
Kosten per band		€ 1,08	

2

	Totale investeringen	Kosten per jaar	
	€ 66.192,-	€ 6.619,20	Stelling
	€ 312.500,-	€ 7.812,50	Gebouw
	€ 10.000,-	€ 2.000	Machine
Totale kosten	€ 388.692,-	€ 16.431,70	
Kosten per band		€ 0,98	

4

	Totale investeringen	Kosten per jaar	
	€ 46.368,-	€ 4.636,80	Stelling
	€ 312.500,-	€ 7.812,50	Gebouw
	€ 1.547.650,-	€ 154.7665,00	Modules
	€ 10.000,-	€ 2.000	Machine
Totale kosten	€ 1.916.518,-	€ 169.214,30	
Kosten per band		€ 8,39	





- BIJLAGE V: MATERIAALONDERZOEK -

Ondertussen begint het ontwerp steeds meer vorm te krijgen en wordt het tijd om een materiaal aan het product toe te kennen. Op deze manier krijgt het product zijn uiteindelijke structuur en kan er met het verdere ontwerp rekening gehouden worden met de eigenschappen van het materiaal.

Voor een goede materiaalkeuze is het van belang dat er duidelijk omschreven wordt aan welke eisen het materiaal moet voldoen voordat er een keuze gemaakt kan worden. De belangrijkste eisen:

1. Het materiaal moet een elasticiteitsmodule (E) hebben van min. 200 kN/mm².
2. Het materiaal moet een vloeigrens (Rp 0,2) van minimaal 220 N/mm².
3. Het materiaal moet een treksterkte (Rm) van minimaal 300 N/mm².
4. Het materiaal moet bestand zijn tegen een temperatuur van -40 en +50 graden.
5. Het materiaal moet zichtbaar vervormen alvorens in te storten en dus een kerfslagwaarde hebben die hoge is dan 27 J bij -20 graden
6. Het materiaal moet bestand zijn tegen natuurlijk verweer, waaronder corrosie
7. Het materiaal moet bestand zijn tegen brand volgens NEN-EN 1993-1-2
8. Bij de keuze van het materiaal moet met de prijs rekening gehouden worden

Aan de hand van deze eigenschappen kan er een materiaalkeuze gemaakt worden zodat deze aansluit bij het gebruik van het product.

KEUZE VAN DE MATERIAALGROEP:

Er bestaan verschillende soorten materialen met elk hun eigen materiaaleigenschappen. De belangrijkste materiaalsoorten zijn:

1. Metalen en legeringen
2. Keramiek
3. Polymeren
4. Composieten
5. Halfgeleiders
6. Biomaterialen
7. Zachte materialen
8. Smart materials

Sommige materialen zijn bij voorbaat al niet geschikt om te gebruiken in een stelling, zoals bijvoorbeeld keramische materialen. Deze zijn doorgaans bros en zullen dus snel breken als ze belast worden. Dit zou fatale gevolgen kunnen hebben, omdat in dit geval de stelling in eens zou instorten zonder dat er maar enige vervorming zichtbaar zou zijn.

Ook de halfgeleiders, biomaterialen, zachte materialen en smart materials zijn niet toepasbaar omdat deze materiaaleigenschappen bevatten die niet aansluiten bij de eigenschappen van een stelling. Zo veranderen de smart materials door externe invloeden (denk bijv. aan een temperatuursensor), voor een stelling is dit totaal niet relevant en duur.

Uiteindelijk is er gekozen voor de materiaalgroep metalen. Dit niet alleen omdat Bosal een metaalbewerkingsbedrijf is, maar ook omdat de metalen sterke materialen zijn welke goed te bewerken zijn en op deze manier uitermate geschikt zijn voor constructies als stellingen.

boron 1 H 1.0079										beryllium 4 Be 9.0122										boron 5 B 10.811										carbon 6 C 12.011										nitrogen 7 N 14.007										oxygen 8 O 15.999										fluorine 9 F 18.998										neon 10 Ne 20.180																																																																																																																							
lithium 3 Li 6.941										beryllium 4 Be 9.0122										boron 5 B 10.811										carbon 6 C 12.011										nitrogen 7 N 14.007										oxygen 8 O 15.999										fluorine 9 F 18.998										neon 10 Ne 20.180																																																																																																																							
sodium 11 Na 22.990										magnesium 12 Mg 24.305										aluminum 13 Al 26.982										silicon 14 Si 28.086										phosphorus 15 P 30.974										sulfur 16 S 32.065										chlorine 17 Cl 35.453										argon 18 Ar 39.948																																																																																																																							
potassium 19 K 39.098										calcium 20 Ca 40.078										scandium 21 Sc 44.956										titanium 22 Ti 47.88										vanadium 23 V 50.942										chromium 24 Cr 51.996										manganese 25 Mn 54.938										iron 26 Fe 55.845										cobalt 27 Co 58.933										nickel 28 Ni 58.693										copper 29 Cu 63.546										zinc 30 Zn 65.38										gallium 31 Ga 69.723										germanium 32 Ge 72.64										arsenic 33 As 74.922										selenium 34 Se 78.96										bromine 35 Br 79.904										krypton 36 Kr 83.80																			
rubidium 37 Rb 85.468										strontium 38 Sr 87.62										yttrium 39 Y 88.906										zirconium 40 Zr 91.224										niobium 41 Nb 92.906										molybdenum 42 Mo 95.94										technetium 43 Tc 98.906										ruthenium 44 Ru 101.07										rhodium 45 Rh 101.07										palladium 46 Pd 106.90										silver 47 Ag 107.87										cadmium 48 Cd 112.41										indium 49 In 114.82										tin 50 Sn 118.71										antimony 51 Sb 121.76										tellurium 52 Te 127.60										iodine 53 I 126.90										xenon 54 Xe 131.29																			
cesium 55 Cs 132.91										barium 56 Ba 137.33										lanthanum 57-70 * La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu										hafnium 71 Hf 178.49										tantalum 72 Ta 180.95										tungsten 73 W 183.84										rhenium 74 Re 186.21										osmium 75 Os 190.23										iridium 76 Ir 192.22										platinum 77 Pt 195.08										gold 78 Au 196.97										mercury 79 Hg 200.59										thallium 80 Tl 204.38										lead 81 Pb 207.2										bismuth 82 Bi 208.98										polonium 83 Po										astatine 84 At										radon 85 Rn																			
francium 87 Fr										radium 88 Ra										actinides 89-102 * Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No										lawrencium 103 Lr										rutherfordium 104 Rf										dubnium 105 Db										seaborgium 106 Sg										bohrium 107 Bh										hassium 108 Hs										meitnerium 109 Mt										unnilium 110 Uun										unnilium 111 Uuu										ununium 112 Uub										ununium 113 Uuq										ununium 114 Uup										ununium 115 Uud										ununium 116 Uus										ununium 117 Uus										ununium 118 Uus									

*Lanthanide series

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
138.91	140.12	140.91	144.24	144.91	150.36	151.96	157.25	158.93	162.50	167.26	173.05	178.49	173.05
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No
227.03	232.04	231.04	238.03	237.05	244.06	243.06	247.07	247.07	251.08	252.08	257.10	258.10	259.10

* Actinide series



- BIJLAGE V: MATERIAALONDERZOEK -

De materiaalgroep metalen bevat een grote hoeveelheid materialen die varieert van metalen zelf zoals ijzer, koper, aluminium en tin tot legeringen zoals staal, brons en messing met allemaal sterk uiteenlopende materiaaleigenschappen. Verder hebben metalen een aantal kenmerkende fysische eigenschappen:

1. Ze hebben meestal een glimmend uiterlijk
2. Ze hebben een hoge taaiheid en zijn pletbaar.
3. Ze hebben meestal een hoog smeltpunt (met uitzondering van kwik (Hg) zijn alle metalen vaste stoffen bij kamertemperatuur)
4. Alle metalen zijn goede geleiders van warmte en elektriciteit.

Er zijn een groot aantal verschillende metalen. Dit maakt de materiaalkeuze in eerst instantie heel lastig, maar omdat er vooral ook gekeken moet worden naar de prijs vallen de meest exclusieve metalen als goud, platinum en titanium bijvoorbeeld al af. Ook metalen als natrium en kalium vallen af vanwege het feit dat zij snel reageren met bijvoorbeeld water of vuur.

Uiteindelijk zal gekozen worden voor algemeen constructie staal. Dit omdat het materiaal goed te behandelen is en goedkoper is dan andere soorten als brons, koper en messing. Er had ook gekozen kunnen worden voor aluminium omdat dit lichter is, maar omdat er dan veel meer materiaal nodig is om dezelfde sterkte te halen, wordt dit verschil verwaarloosbaar.

Verder voldoet staal (bijv. S235) aan de eisen die gesteld zijn wat betreft de sterkte, gebruikstemperatuur en brandveiligheid. Staal zal namelijk pas smelten bij een zeer hoge temperatuur. Enige nadeel is dat staal zelf niet bestand is tegen natuurlijk verweer (namelijk corrosie), bij corrosie treedt namelijk een reactie op met de zuurstof in de lucht. Er zal dus een beschermende maatregel getroffen moeten worden.

Voor de plaatdelen die gezet worden bestaat er overigens een speciale normering: namelijk DX51D volgens NEN-EN 10346.

CORROSIEPREVENTIE

Voor het beschermen van het staal tegen corrosie zijn er verschillende methodes. Zo zijn onder andere de materiaalkeuze en constructieve details van belang. In gaten en hoeken gaat bijvoorbeeld snel water zitten waardoor op die plaatsen de corrosie bevordert wordt en op scherpe randen wordt de eventueel beschermende laag dunner.

Daarnaast zal er een beschermende laag aangebracht moeten worden om het staal te beschermen. Dit kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld door het lakken of het aanbrengen van een ander corrosiebestendig materiaal waardoor het ijzer niet in contact komt met de buitenlucht.

Beide opties hebben zo hun voor- en nadelen. Het lakken bijvoorbeeld is dan wel duurder

maar geeft wel een mooier uiterlijk dan het aanbrengen van een ander materiaal. De stelling zou in dit geval gecoat kunnen worden in de betreffende bedrijfskleuren. Nadeel is wel dat de onderdelen na het vervaardigen naar een spuieterij vervoerd moeten worden, terwijl bijvoorbeeld het verzinken vaak al tijdens de productie van het staal gebeurt.

Het aanbrengen van een corrosiebestendig materiaal kan op verschillende manieren. Allereerst moet er een keuze gemaakt worden voor het materiaal. Veel voorkomende zijn nikkel, zink en chroom. Zink heeft hierbij onder andere het voordeel dat het kleine beschadigingen uit zichzelf herstelt en dus een beter bescherming biedt. Het verzinken kan op twee manieren: namelijk het thermisch verzinken of het elektrolytisch verzinken (galvaniseren).

Verzinken heeft overigens meer voordelen ten opzichte van poedercoaten. Zo heeft een verzinkt materiaal een bescherming van meer dan 50 jaar en is de aanhechting van zink op het staal bijna 10 maal beter dan die van verf omdat de hechting van zink op het staal van chemische aard is. Ook de krasbestendigheid van de verzinkte laag is hierdoor beter dan die van verf. Verder biedt verzinken het voordeel dat ook moeilijk bereikbare plaatsen beschermd zijn.



- BIJLAGE V: MATERIAALONDERZOEK -

Het nadeel dat verzinken minder mooi is dan het poedercoaten, weeg niet heel zwaar. Zeker omdat verzinken goedkopere en makkelijker is. Daarbij is het uiterlijk alleen van belang als een stelling leeg is, anders ziet men het toch niet.

SPECIFICATIE VERZINKEN

De specificatie van verzinkt staal hangt allereerst samen met de hoeveelheid zink dat er gebruikt is voor de coating per vierkante meter. Zo betekend Z275 dat op het staal 275 gram zink per vierkante meter aangebracht is, verdeeld over twee zijden. Er is dus $(275 / 2 =) 137.5$ gram per kant per vierkante meter zink aangebracht. Verder zijn er een aantal toevoegingen voor de afwerking:

NA	Normale zinkbloemen
MA	Kleine zinkbloem met normaal oppervlak
MB	Nagewalst met verbeterd oppervlak
MC	Nagewalst met optimaal oppervlak

Verder nog een toevoeging daarna voor de verpakking

C	Chemisch gepassiveerd
O	Geolied
CO	Chemisch gepassiveerd en geolied
P	Gefosfateerd
PO	Gefosfateerd en geolied
S	Sealed

Voor het verzinken zal er gebruik gemaakt worden van MA en C afwerking. Dit omdat MA toch net iets mooier is dan NA. Een geoliede of gefosfateerde afwerking is sowieso niet nodig net als geseald, dit is allemaal onnodig en heeft een nadelige indruk op het milieu.

CONCLUSIE

Voor de plaatdelen die allemaal verzinkt gaan worden wordt gebruik gemaakt van het materiaal DX51D + Z275-MA-C (deze is bij Bosal zelf bekend onder G51 volgens BNL-ES-002). Voor de buizen zal er gebruik gemaakt gaan worden van S235GD + Z275-MA-C.

Op deze manier hebben de onderdelen geen nabewerkingen meer nodig. Mocht het toch nodig zijn dat onderdelen gelast gaan worden, dan kan ervoor gekozen worden om die onderdelen te laten naverzinken.

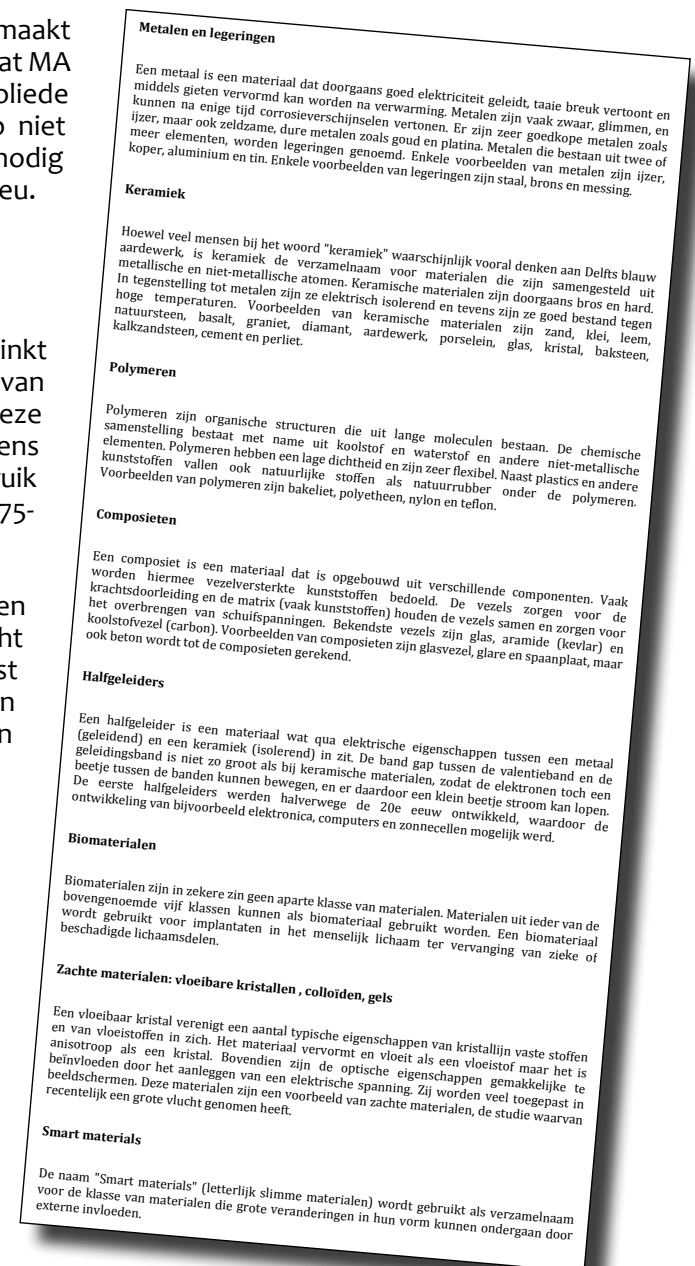


bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

B-V





- BIJLAGE VI: PRODUCTIETECHNIKEN -

Voor het productierijp maken van de bandenstelling zal er naast het materiaalonderzoek ook onderzocht moeten worden welke productietechnieken er gekozen gaan worden voor het produceren van de verschillende onderdelen.

Omdat het product uit verschillende onderdelen bestaat met elk hun unieke vorm zullen ze allemaal op een andere manier geproduceerd gaan worden. Mogelijk moeten de onderdeel nog aangepast worden om aan te sluiten bij de productietechniek.

De volgende onderdelen moeten geproduceerd worden:

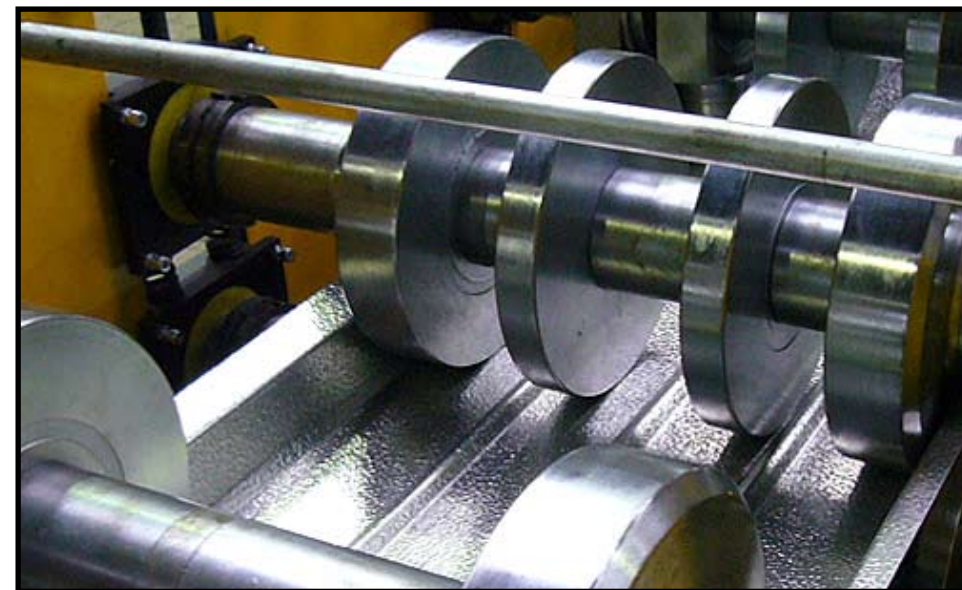
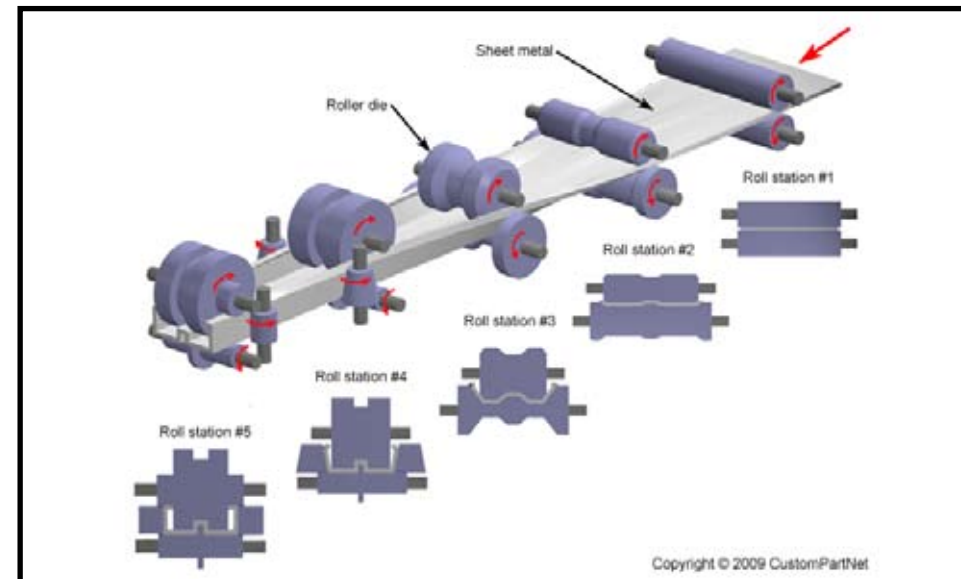
1. Staander
2. Bandenligger
3. Traverse
4. Voetplaat
5. Eventuele afdichtdoppen

ROLVORMEN VAN GROTE LENGTES

De staander en de bandenligger zijn vervaardigd uit plaatmaterialen en zullen doormiddel van zettingen hun uiteindelijke vorm krijgen. Omdat de onderdelen een hoge oplage hebben een constante vorm is het zeer goed mogelijk om de onderdelen met rolvormen te produceren. Voordeel hiervan is dat er zeer goedkoop grote oplages en lengtes geproduceerd kunnen worden (reëel bij oplages vanaf 3000 m).

Bij het rolvormen wordt plat bandstaal via verschillende rollen in de juiste vorm geduwd. Omdat het constante profielen zijn is dit relatief makkelijk te doen, zeker bij langere lengtes.

Doordat rolvormen pas interessant is bij grote oplages is ervoor gekozen om in de bandenligger een extra zetting aan te laten brengen voor de legbordligger.



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

B-VI

- BIJLAGE VI: PRODUCTIETECHNIKEN -

Het enige wat nu nog rest zijn de haakjes in de staanders en de perforaties in de liggers. Deze zullen d.m.v. stansen in de profielen aangebracht worden voordat deze in de vorm gerold worden.

STANSEN EN PONSSEN

De productietechnieken stansen en ponsen lijken heel erg op elkaar. Bij beide wordt er gebruik gemaakt van een stempel/matrijs en wordt er onder invloed van een kracht materiaal verwijderd. Het enige verschil is dat het doel bij stansen is om materiaal te verwijderen uit het eindproduct (bijvoorbeeld perforaties) terwijl bij ponsen het eindproduct wordt verwijderd uit het basismateriaal (bijvoorbeeld de uitslag van een plaatdeel).

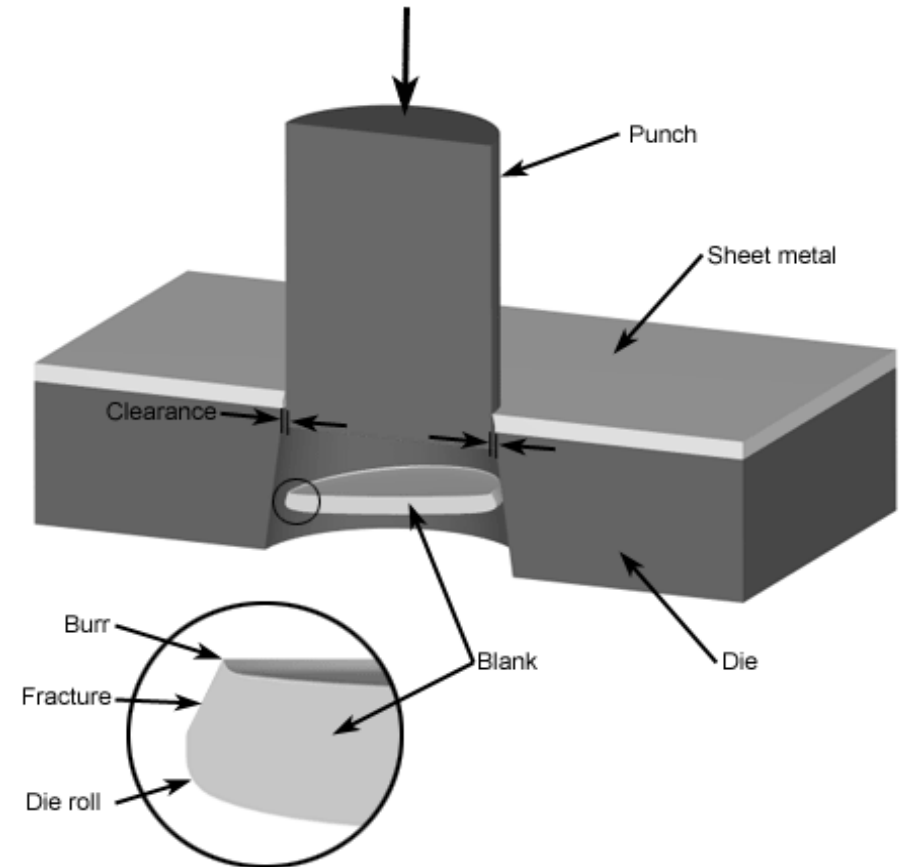
In het geval van de staanders zullen de haakjes om de 45 mm gestanst worden in de vlakke plaat alvorens deze in zijn vorm gerold wordt. De perforaties in de bandenligger zullen ook voor het rollen aangebracht worden.

De twee andere onderdelen die deel uit maken van de bandenstelling (de traverse en de voetplaat) worden vervaardigd door middel van ponsen. In dit geval zal er een matrijs gemaakt worden waarbij eerst uit een vlakke plaat de uitslag geponst zal worden en vervolgens meteen in de gewenste vorm geperst. Voordeel van deze techniek is dat het zeer snel gemaakt kan worden, zolang er maar een hoge oplage gewenst is.

CONCLUSIE

Overzicht van de productietechnieken voor de nieuwe stelling:

- Bandenligger: Rolvormen, perforaties worden gestanst
- Staanderprofiel: Rolvormen, haakjes worden gestanst
- Traverse: Ponsen
- Voetplaat: Ponsen



bosai
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

B-VI



- BIJLAGE VII: STERKTEBEREKENING -

Voor de veiligheid van het magazijn is het heel erg belangrijk dat de stelling sterk genoeg is om de last van 100 kg per meter per laag op te vangen. Het zal namelijk niet de eerste keer zijn dat een stelling in stort omdat deze bezwiken is onder de last. Vandaar dat de sterkte doorgerekend moet worden.

Bosal laat de sterkteberekeningen meestal uitvoeren bij Hartinger Cosult GmbH, een Duits adviesbureau gespecialiseerd in het berekenen van de sterkte van onderdelen, maar voor het ontwerptraject biedt SolidWorks een snellere optie namelijk CosmosWorks. Met deze tool kan er snel een aantal bevestigingspunten en krachten aangebracht worden op een onderdeel om zo de sterkte van het onderdeel te testen. Op deze manier wordt snel duidelijk of de sterkte in de buurt komt van de gewenste waarde.

DE STERKTE VAN DE BANDENLIGGER

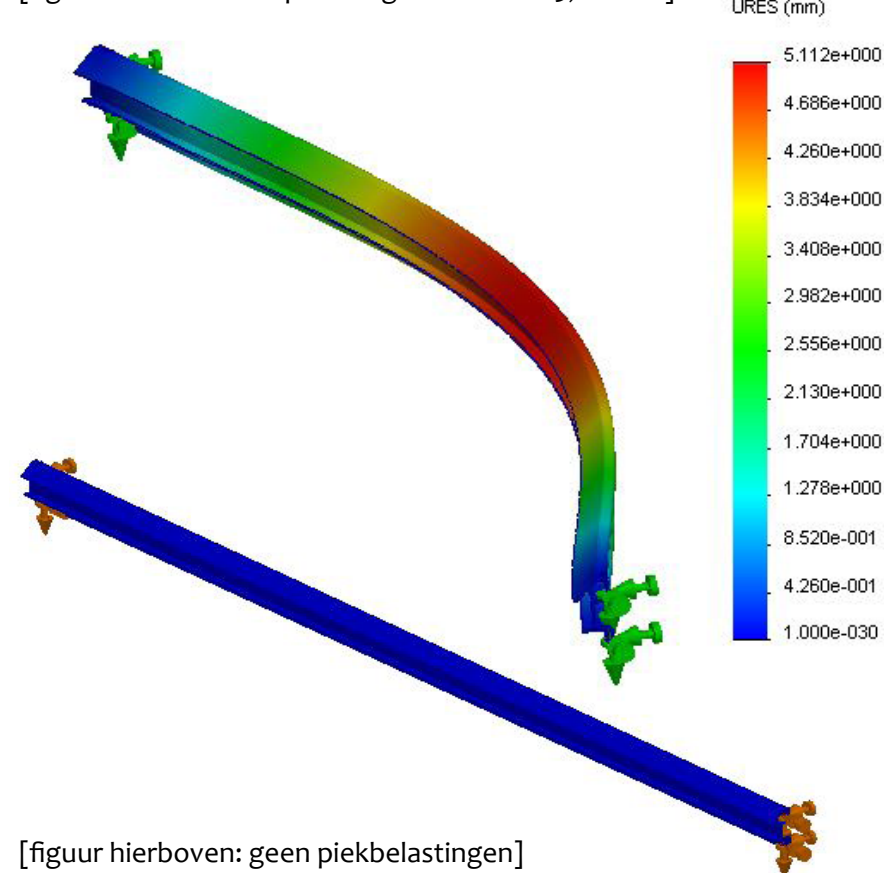
De bandenligger is waarschijnlijk wel één van de meest belangrijke onderdelen tijdens het berekenen van de bandenstelling. De krachten op de staanders en traverse werken namelijk in de lengterichting van het onderdeel en zullen enkel een druk- of trekkracht uitoefenen. De krachten op de bandenligger daarentegen werken haaks op de lengte en zorgen zo voor een buiging in het onderdeel. Hoe ver is deze buiging? Volgens de eis in het programma van eisen (nummer 27) mag de doorbuiging niet meer zijn dan $1/300$ van de lengte, voor een buis van 2000 mm betekend dit dat de buis maximaal $(2000/300=)$ 6,6 mm mag uitwijken.

Om de sterkte van de bandenligger uit te rekenen zijn er vier vaste punten aangebracht op de bandenligger, namelijk de punten waar de vier haakjes van de staanders op de ligger aangrijpen. Vervolgens wordt er een kracht van 1000 N (100 kilo per meter x 2 meter / 2 ligger) aangebracht op de schuine flens.

Het resultaat is een uitwijking van iets meer dan 5 mm en dus voldoende volgens eis nummer 27. Overigens moet daar wel een kanttekening bij

geplaatst worden; de kleine banden (550 – 650 mm) wegen namelijk minder maar liggen dieper tussen de liggers dan de grotere (700 – 800 mm) banden. Bij de berekening is uitgegaan van kleine banden zodat er een grotere horizontale uitwijking ontstaat, de zwaardere banden liggen meer op de ligger en zorgen dus voor meer verticale doorbuiging. Deze verticale kracht is beter op te vangen door de vorm van de ligger.

[figuur hieronder: verplaatsing is maximaal 5,112 mm]



[figuur hierboven: geen piekbelastingen]

- BIJLAGE VII: STERKTEBEREKENING -



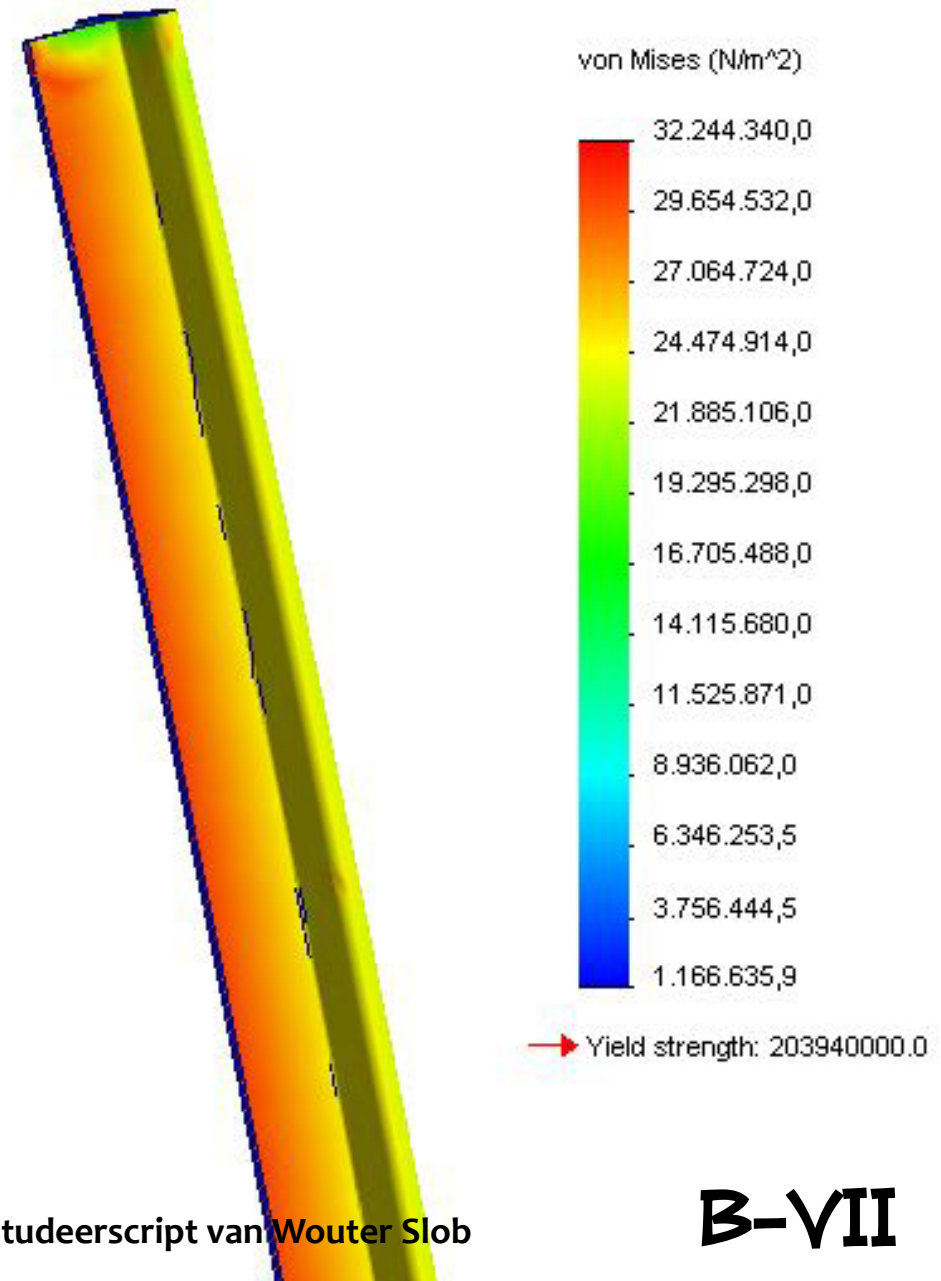
DE STERKTE VAN DE STAANDER

De staander is beter in staat om de krachten op te vangen. De traverse zorgen er namelijk voor dat de staander recht blijft staan en daardoor is de staander zeer goed in staat om verticale krachten op te vangen. Wel moet er uit gezocht worden hoeveel deze staander werkelijk kan verduren zodat er een aanname gedaan kan worden voor het aantal etages wat op de stelling geplaatst kan worden.

Voor etagebouw is er vanuit gegaan dat er per etage maximaal 5 niveaus aan banden opgeslagen liggen en dat er onder de vloer net zoveel staanders zitten als er boven.

Ieder niveau banden betekend een last van 200 kilo, terwijl de stelling zelf ook ongeveer 75 kilo weegt per etage. Dit betekend dat er per etage $[(5 \times 200 + 75) \times 10 \text{ N} =] 10750 \text{ N}$ op de staanders rust, verdeeld over twee staanders.

Na de berekening van CosmosWorks waarbij er van 10000 N per staander (één verdieping) uitgegaan is blijkt dat de factor of safety uitkomt op ruim 6,3. Dit betekend dat er theoretisch gezien bovenop de onderste stelling nog 11 andere verdiepingen geplaatst zouden kunnen worden. Overigens is er daarbij nog geen aandacht besteed aan eventuele belasting door personen of spullen die niet in de stellingen staan. Eén ding is wel zeker, drie verdiepingen moet zeker kunnen, natuurlijk wel afhankelijk van het gewicht, maar dit is klantspecifiek (maximale kracht per staander: 63000 N).



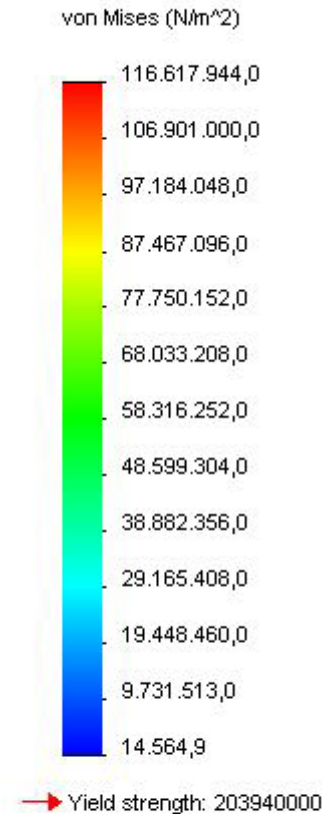
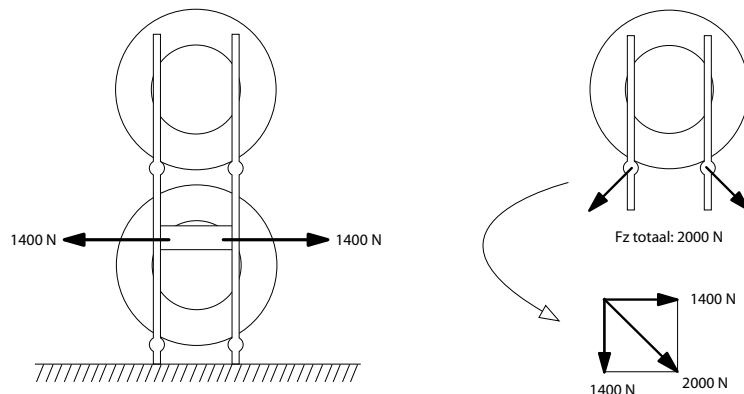
- BIJLAGE VII: STERKTEBEREKENING -

DE TREKKRACHT IN DE TRAVERSE

De traverse is sowieso sterk genoeg. Deze hoeft namelijk alleen de horizontale krachten op te vangen die ervoor zorgen dat de staander uit elkaar geduwd zouden worden. In de traverse treed dus alleen maar een trekkracht op, onder invloed van deze kracht zal er geen knik optreden. Wel bestaat er een kans dat de gaten uitscheuren en vandaar dat er gekeken zal moeten worden naar hoeveel traversen er nodig zijn per niveau banden.

De zwaartekracht van de banden resulteert in een trekkracht van 1400 N in de traverse per niveau banden. In het programma CosmosWorks is aan één kant de traverse vastgezet in de gaten terwijl aan de andere kant de kracht van 1400 N uitgeoefend wordt, verdeeld over vier gaten. Het resultaat is een factor of safety van 1,75 (zie afbeelding)

Deze factor of safety betekend dat er nog 1,75 keer meer kracht uitgeoefend kan worden voordat de traverse ergens een te grote piekbelasting krijgt. Oftewel er moet per 1,75 bandenniveaus een traverse aangebracht worden.



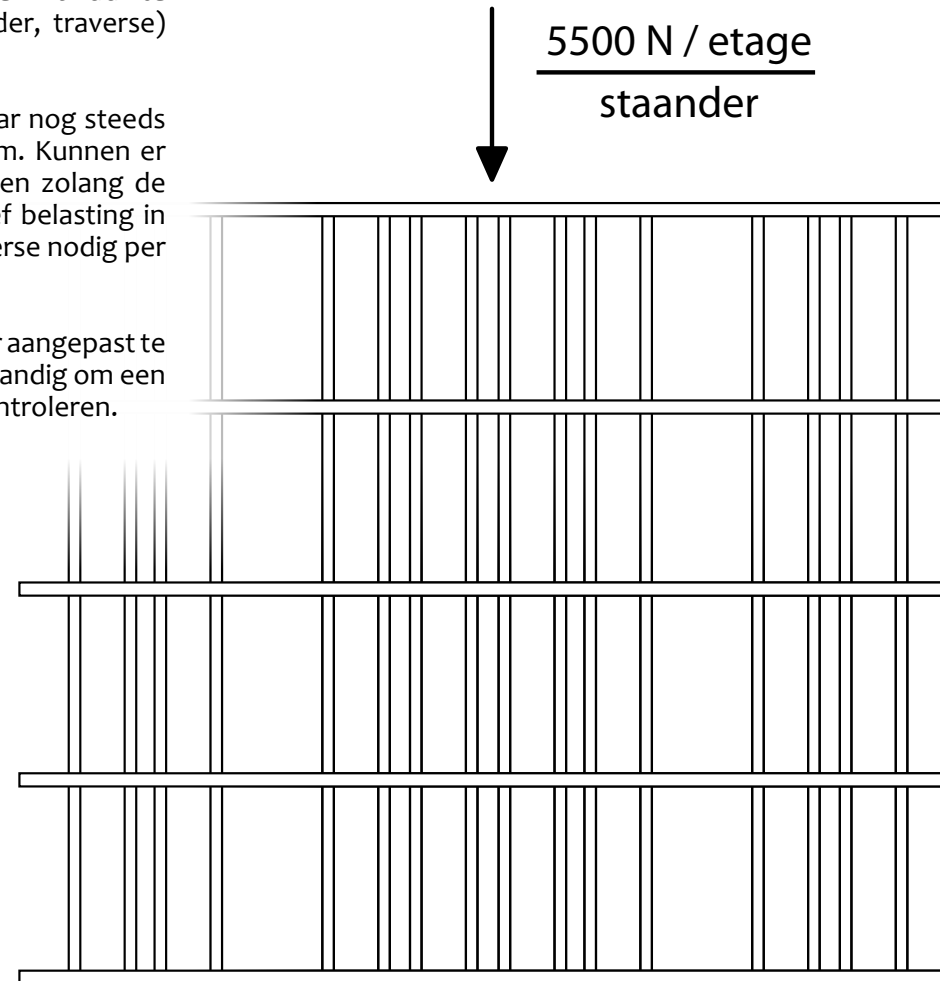
- BIJLAGE VII: STERKTEBEREKENING -

CONCLUSIE VAN DE BEREKENINGEN

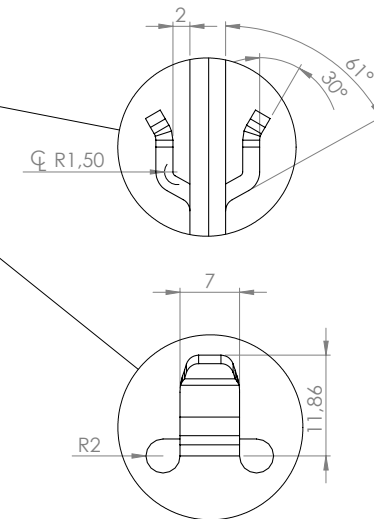
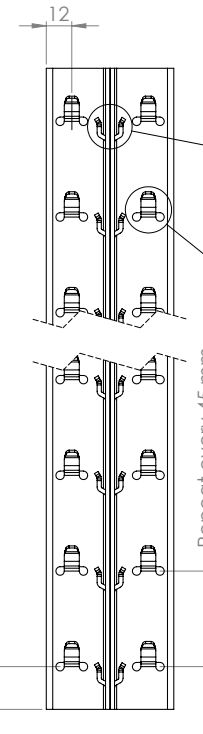
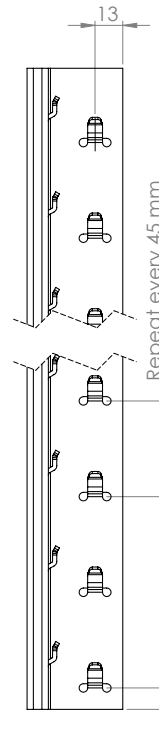
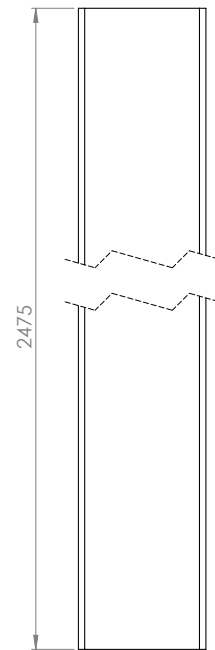
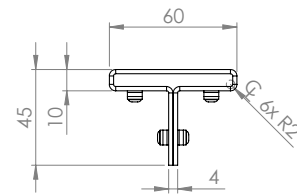
Volgens de berekeningen van CosmosWorks is de vorm en wanddikte van de verschillende onderdelen (bandenligger, staander, traverse) voldoende om de benodigde sterkte op te vangen.

Zo is de doorbuiging in de bandenligger ruim 5 mm, maar nog steeds meer dan 1 mm onder de maximale waarde van 6,6 mm. Kunnen er minimaal 3 etages bovenop de stelling geplaatst worden zolang de belasting maar niet groter wordt dan 63000 N (inclusief belasting in de stelling op de begane grond). En is er minimaal 1 traverse nodig per 1,75 niveaus banden.

De vormgeving van de bandenstelling hoeft dus niet meer aangepast te worden. Wel is het voor een eventuele TÜV keuring verstandig om een gespecialiseerd bedrijf de berekeningen over te laten controleren.



- BIJLAGE VIII: TECHNISCHE TEKENINGEN -



Detail A & B
Scale 2 : 1

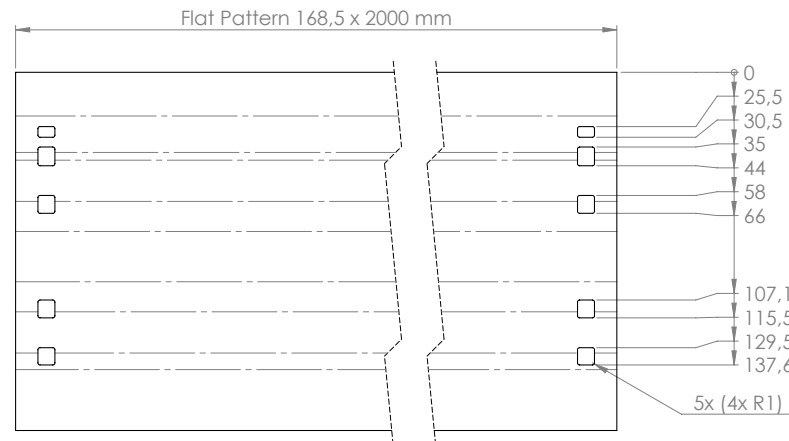
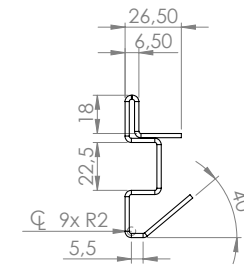
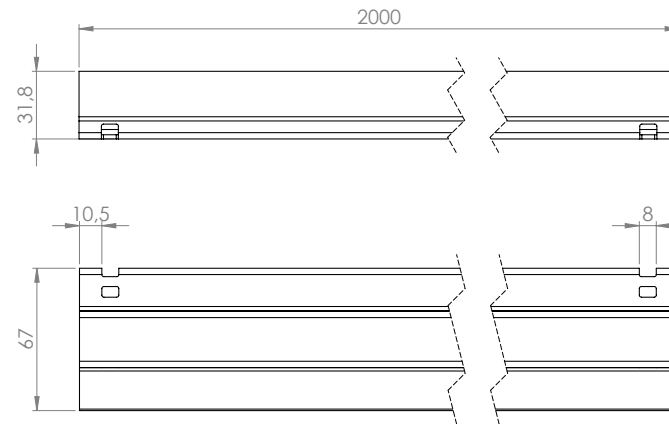


PART NO.: 001	REVISION: A	NAME: Upright	Roughness conform NEN-ISO 1302	MATERIAL: DX51D+Z275-MA-C
		PROJECT: Tyre Rack	Size tolerance conform NEN-ISO 406	WEIGHT: 7608,87
			Form- and placement tolerance conform NEN-ISO 2768	THICKNESS: 2
				UNIT: mm
				TOLERANCE: 1:2
				SCALE: 1:2

A3



- BIJLAGE VIII: TECHNISCHE TEKENINGEN -



PART NO.: 002	REVISION: A	NAME: Tyrebeam	Roughness conform NEN-ISO 1302	MATERIAL: DX51D+Z275-MA-C
		PROJECT: Tyre Rack	Size tolerance conform NEN-ISO 406	WEIGHT: 5293.56
BOSAL NEDERLAND Kamerlingh Onnesweg 5 4130 EE VIANEN	DRAWN BY: Wouter Slob	DATE: 18-5-2011	Form- and placement conform NEN-ISO 2768	THICKNESS: 2
				UNIT: mm
				TOLERANCE: 1:2
				SCALE: A3



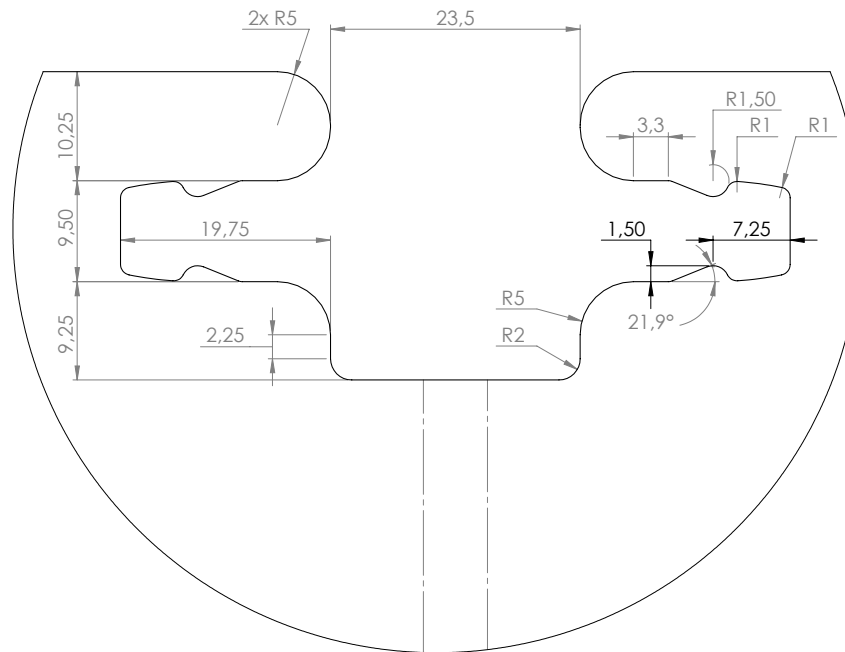
bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

B-VIII

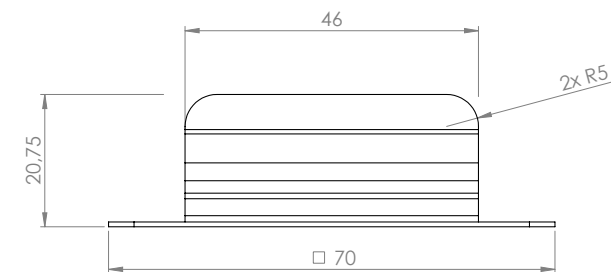
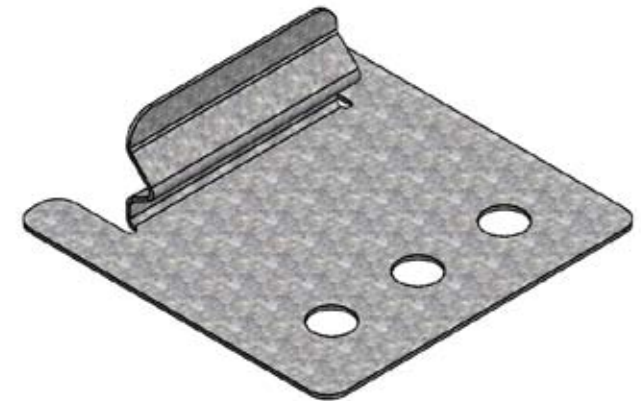
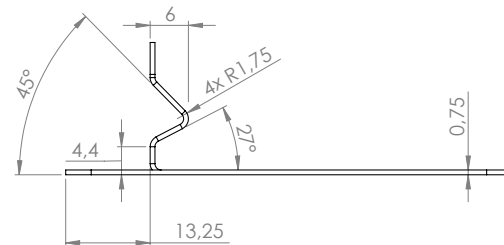
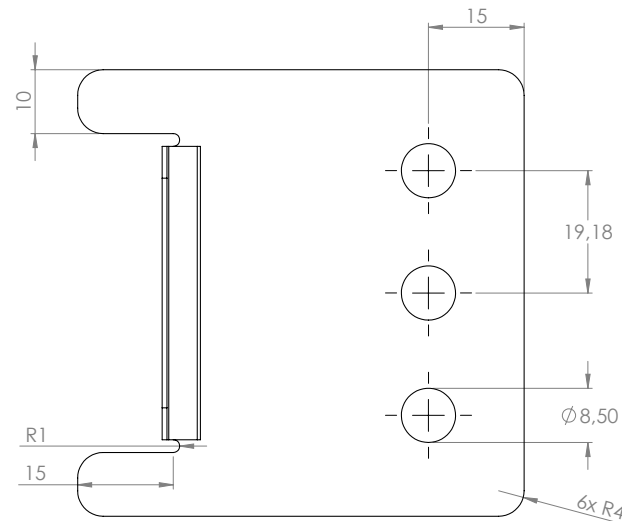
- BIJLAGE VIII: TECHNISCHE TEKENINGEN -



DETAIL B
SCALE 5 : 2

PART NO.: 003	REVISION: A	NAME: Traverse	Roughness conform NEN-ISO 1302	MATERIAL: DX51D+Z275-MA-C
		PROJECT: Tyre Rack	Size tolerance conform NEN-ISO 406	WEIGHT: 1012,24
			Form- and placement tolerance conform NEN-ISO 2768	THICKNESS: 2
				UNIT: mm
				TOLERANCE: 1:5
				A3

- BIJLAGE VIII: TECHNISCHE TEKENINGEN -



PART NO.: 008	REVISION: A	NAME: Base	Roughness conform NEN-ISO 1302	MATERIAL: DX51D+Z275-MA-C
		PROJECT: Tyre Rack	Size tolerance conform NEN-ISO 406	WEIGHT: 30,36
			Form- and placement tolerance conform NEN-ISO 2768	THICKNESS: 0,75
BOSAL NEDERLAND Kamerlingh Onnesweg 5 4130 EE VIANEN	DRAWN BY: Wouter Slob	DATE: 19-5-2011	TOLERANCE: 3:2	UNIT: mm
				A3



bosal
Magazijninrichting

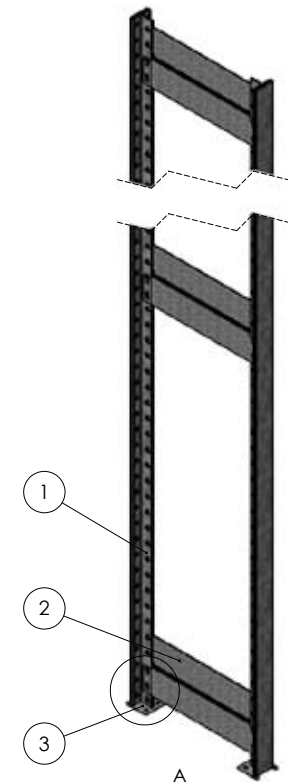
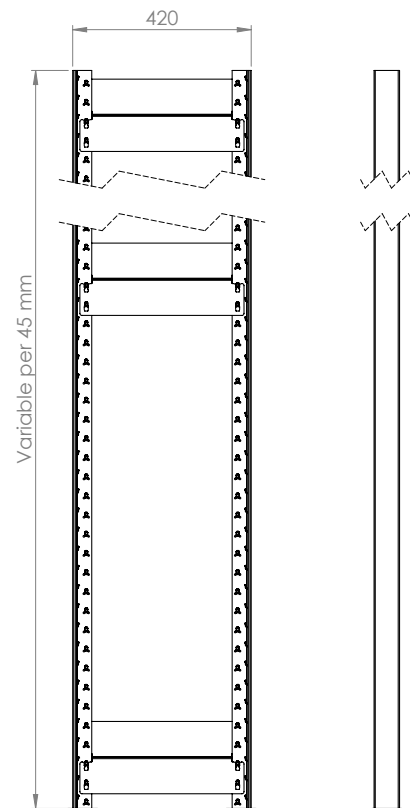


Afstudeerscript van Wouter Slob

B-VIII



- BIJLAGE VIII: TECHNISCHE TEKENINGEN -



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	MATERIAL	WEIGHT	QTY.
1	0011001	Upright	DX51D+Z275-MA-C	7608.87	2
2	0011003	Traverse	DX51D+Z275-MA-C	1012.24	3
3	0011008	Base	DX51D+Z275-MA-C	30.36	2

PART NO.: 3001	REVISION: A	NAME: Frame	Roughness conform NEN-ISO 1302	MATERIAL:	Material <not specified>
PROJECT: Tyre Rack			Size tolerance conform NEN-ISO 406	WEIGHT:	18315.18
			Form- and place tolerance conform NEN-ISO 2768	THICKNESS:	7
BOSAL NEDERLAND Kamerlingh Onnesweg 5 4130 EE VIANEN			DRAWN BY: Wouter Slob	UNIT:	mm
			DATE: 19-5-2011	TOLERANCE:	
			SCALE:	1:10	A3



bosal
Magazijninrichting

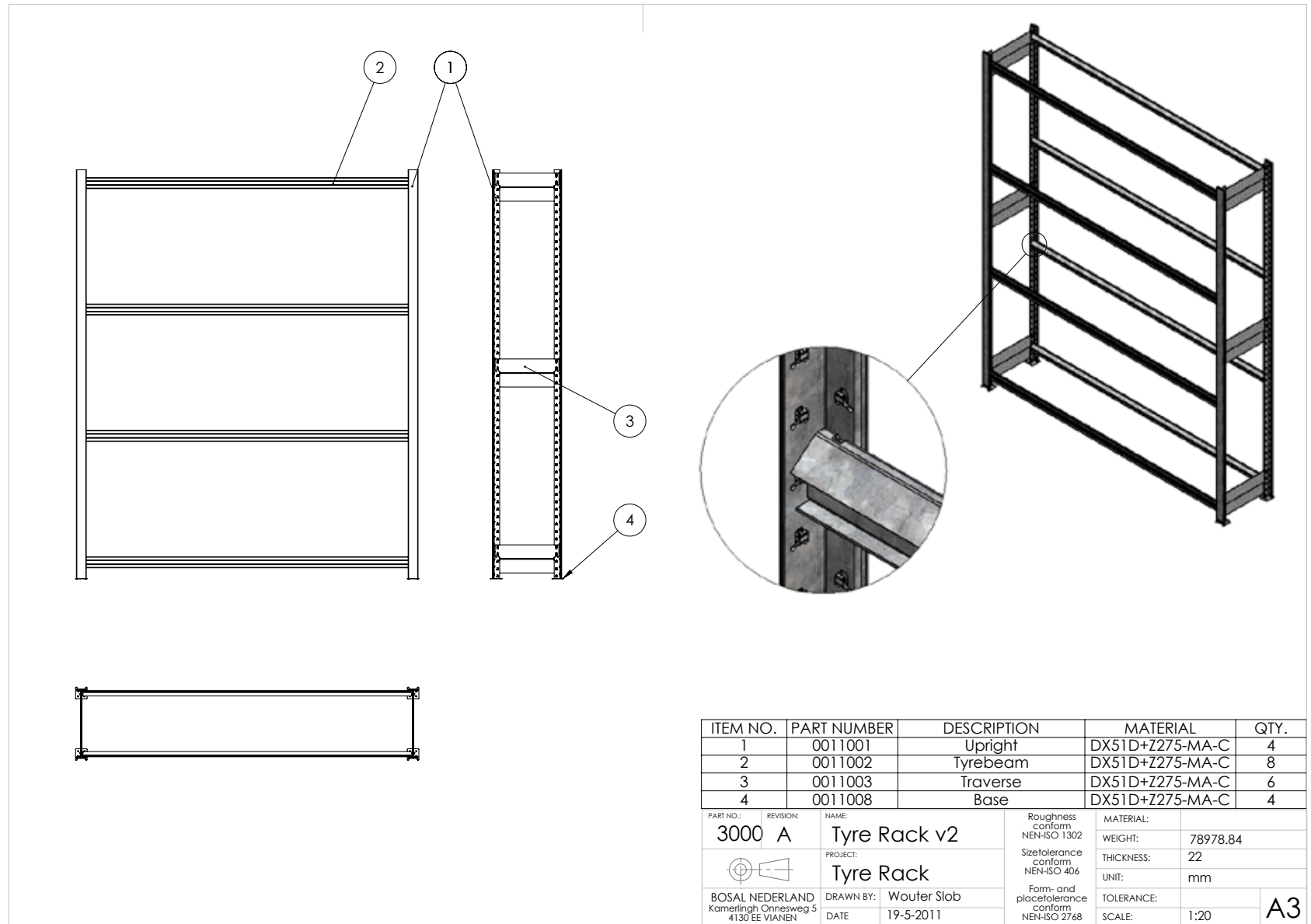


Afstudeerscript van Wouter Slob

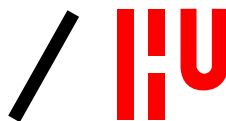
B-VIII



- BIJLAGE VIII: TECHNISCHE TEKENINGEN -



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

B-VIII



- BIJLAGE IX: TOETSING A.D.H.V. PYE -

		Omschrijving	Meetwaarde	Toetsmethode	Resultaat	
Kostprijs						
1	E	De kostprijs van een enkele stelling bestaande uit twee staanders (L=2300mm) en drie lagen (L=1512mm) mag niet hoger zijn dan € 3,94	€ 3,94	Kostprijsberekening	€ 2,09	✓
Algemeen functioneren						
2	E	De bandenstelling moet plaats bieden aan minimaal 6 banden per laag met een breedte van 250 mm en een diameter tussen de 550 en 800 mm met een gewicht van 100 kilogram per meter.	6 x 250 mm, 550-800 mm, 100 kg/meter	3D model, sterkte berekening	8 x 250, 550 – 800 mm, 100 kg/m	✓
3	E	De banden moeten door één persoon uit de stelling te halen zijn.	1 persoon	Prototype	1 persoon	✓
4	E	De liggers moeten op verschillende hoogtes te bevestigen zijn, met een maximale verstelbaarheid van 50 mm.	< 50 mm	3D model	45 mm	✓
5	E	Het moet mogelijk zijn om minimaal 3 etages bovenop de stelling te plaatsen, bestaande uit een entresolvloer en een stelling per etage.	3 entresolvloeren + 3 stellingen	VLS, sterkteberekening	Belasting tot 63000 N per staander	✓
6	W	De banden moeten d.m.v. een vorkheftruck uit de stelling te halen zijn.		Prototype	Nee	✗
7	W	Een eventuele entresolvloer moet per maximaal 5 mm uit te lijnen zijn ten opzichte van een lift en vaste vloeren.	5 mm	3D model	45 mm	✗
8	B	De liggers moeten ook te gebruiken zijn in de legbordstelling.		3D model	Ja	✓
Ergonomie						
9	E	De afstand tussen twee spijlen moet kleiner dan 106 of minimaal 186 mm zijn (hoofdbreedte, gemengd, 20 – 60 jaar, P99.9 + veiligheidsmarge van 10 mm).	< 106 mm of > 186 mm	3D model	> 350 mm	✓
10	E	Een eventuele uit te oefen kracht op de stelling door de gebruiker mag niet hoger zijn dan 150 N (duwkracht, twee handen, 20 – 30 jaar, P3)	< 150 N	VLS	n.v.t.	
11	E	Het middelpunt van eventuele besturingen moet liggen tussen 987 en 1080 mm van de grond.	Tussen 987 - 1080 mm	3D model	n.v.t.	



- BIJLAGE IX: TOETSING A.D.H.V. PVE -



Vormgeving						
12	E	De bandenstelling moet, zowel in de hoogte als in de lengte, modulair op te bouwen zijn.		3D model	Ja	✓
13	E	Het moet mogelijk zijn om twee stellingen tegen elkaar te plaatsen en dus moeten de banden van twee kanten uit te pakken zijn.		3D model	Ja	✓
14	E	De lengte- en hoogtematen van de bandenstelling moeten met stappen van 5 mm in te korten zijn tot minimaal één meter.	5 - >1000 mm	3D model	Hoogtematen per 45 mm, lengte per mm.	✗
15	W	De bandenstelling moet standaard uitgevoerd worden in de huiskleuren van Bosal Nederland welke zijn: grijs (Ral 7035) en blauw (Ral 5009).		3D model	Gegalvaniseerd	✓
Maatschappelijke context						
16	E	De gebruikte materialen mogen niet voorkomen in de lijst milieunormen (EEG 76/464, bijlage A, hoofdstuk 5).	EEG 76/464	Materiaalkeuze	DX51D + Z275	✓
Normen en veiligheid						
17	E	De bandenstelling moet voldoen aan de Europese eisen volgens NEN-EN 15620, NEN-EN 15629 en NEN-EN 15635.		Sterkteberekening	Toetsing TÜV	?
18	E	De stelling moet voldoen aan de eisen gesteld door de TÜV met betrekking tot de sterkte van magazijnstellingen.	NEN 5052	Sterkteberekening	Toetsing TÜV	?
19	E	Bewegende delen mogen geen vingers afknellen.		3D model	Ja	✓
20	E	Afrondingen moeten een minimale radius hebben van 0,5 mm volgens NEN-EN 61335.	< 0,5 mm	3D model	Ja	✓
21	E	Perforatiegaten moeten groter zijn dan 27 mm of kleiner dan 7 mm.	7 mm 27 mm	3D model	14,5 mm, maar weggewerkt	✗✓
22	E	Eventuele elektrische componenten moeten veilig aangesloten worden volgens NEN 1010 en NEN 3140.	NEN 1010 NEN 3140		n.v.t.	
23	E	Bij een hoogte diepte verhouding van 4:1 (Duitsland 5:1) is een vloerverankering verplicht bij stellingen hoger dan 2 meter.		3D model	Verplicht als hoogte > 2 m	✗✓



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

B-IX

- BIJLAGE IX: TOETSING A.D.H.V. PVE -



Constructie						
24	E	Iedere set liggers moet bestand zijn tegen een horizontale belasting van minimaal 1000 N/m (4 banden per meter van 25 kg/st).	1000 N/m	Sterkteberekening	Toetsing TÜV	?
25	E	De constructie moet bestand zijn tegen een horizontale belasting van minimaal 10000 N.	10000 N	Sterkteberekening	Toetsing TÜV	?
26	E	De constructie moet bestand zijn tegen een verticale belasting van 5000 N (5 personen van 100 kilogram).	5000 N	Sterkteberekening	Toetsing TÜV	?
27	E	De doorbuiging van de ligger mag niet hoger zijn 1/300 van de totale liggerlengte (Duitsland 1/200 voor staal en 1/150 voor hout).	1/300 van de liggerlengte	Sterkteberekening	6 mm op 2 m	✓
Produceerbaarheid						
28	W	De onderdelen moeten voor minimaal 80 % door Bosal Nederland te produceren zijn.	80%	3D model	50 %	✗
29	W	Verschillende materiaalsoorten moeten binnen 15 seconden te disassembleren zijn.	15 seconden	Prototype	0 sec	✓
Materiaalgebruik						
30	E	De onderdelen moeten bestand zijn tegen natuurlijk verweer, waaronder corrosie.		Materiaalkeuze	Verzinkt staal	✓
31	E	De gebruikte materialen moeten bestand zijn tegen brand volgens NEN-EN 1993-1-2	NEN-EN 1993-1-2	Materiaalkeuze	Ja	✓
Assemblage en afwerking						
32	E	De bandenstelling, bestaande uit twee staanders en drie etages, moet door één persoon binnen 2 minuten op te bouwen zijn.	2 minuten	Prototype	1-2 minuten	✓
33	E	De bandenstelling moet met een personen op te bouwen zijn.		Prototype	Ja	✓
34	E	Onderdelen moeten door één persoon te tillen zijn en dus niet zwaarder wegen dan 23 kg (maximale tilgewicht volgens Arbo).	230 N	3D model	Max. 76,1 N	✓
Logistiek						
35	E	Het transportvolume van een enkele stelling bestaande uit twee staanders en 3 lagen mag niet meer zijn dan 240 dm ³ .	240 dm ³	3D model	42 dm ³	✓
36	W	Dezelfde onderdelen moeten stapelbaar zijn.		3D model	Ja	✓



bosal
Magazijninrichting



Afstudeerscript van Wouter Slob

B-IX