

De davit

Het ontwerpproces van een davit

**Gerben Voogt
Sjoerd van der Laan
Frank Verbunt
Nienke Meulemans**

De davit

Het ontwerpproces van een davit

**Gerben Voogt 18098363
Sjoerd van der Laan 17074584
Frank Verbunt 18127185
Nienke Meulemans 18082068**

Delft

13-12-2018

De Haagse Hogeschool

Voorwoord

Dit rapport is opgesteld vanuit onze positie als studenten werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool.

De gegeven opdracht was om een davit te ontwerpen die een last van 100 kg zou kunnen dragen. In twee groepen die ieder vier studenten bevatten wordt er uiteindelijk een enkele davit opgeleverd. Hierbij is de staander ontworpen door groep 2 en is de staander ontworpen door ons, groep 7. Het doel van deze opdracht was om te leren projectmatig te werken in groepen en om een inzicht te krijgen in het ontwerpproces. In het rapport is het ontwerpproces zowel de staander als de gehele davit terug te vinden.

Dit rapport is bestemd voor de tutor die deze uiteindelijk zal beoordelen.

Ten slotte willen we graag de docenten aanwezig bij taakuren, de heer Kluiver en mevrouw Hollegien bedanken voor het leveren van opbouwende kritiek en feedback op ons geleverde werk.

Inhoudsopgave

verklarende woordenlijst.....	5
symbolenlijst.....	6
Samenvatting.....	7
1. Inleiding.....	8
2. Het Programma van eisen.....	9
3. Concept Verslagen.....	12
3.1 Concept ontwerp Gerben.....	13
3.2 Concept ontwerp Frank.....	15
3.3 Concept ontwerp Sjoerd.....	16
3.4 Concept ontwerp Nienke.....	18
4. De kartonnen davit.....	20
5. De keuzematrix.....	22
6. Productievoorbereiding.....	23
6.1 Het Inventor model.....	24
6.2 Het VLS.....	25
6.3 De doorsnede berekening.....	27
6.4 De bouwtekeningen en bewerkingsplannen.....	28
7. De Testdag.....	30
Literatuurlijst.....	31
Bijlage.....	32

Verklarende woordenlijst

Vrijlichaamsschema - Een schematische weergave van een onderdeel met alle externe krachten die hierop werken.

Programma van Eisen en wensen - Een schema dat wordt gebruikt in het ontwerpproces om de eisen en klantwensen van een product te documenteren.

Vakwerk - Een constructie langwerpige elementen die met hun uiteinde aan elkaar zijn verbonden door middel van scharnierverbindingen.

knik - Het kapot gaan van een staaf door middel van een te hoge druklast

Symbolenlijst

<u>Symbool:</u>	<u>Betekenis:</u>	<u>Eenheid:</u>
F	Kracht	N
m	gewicht	kg
M	Moment	Nm
d	afstand	m

Samenvatting

Dit rapport behandelt zowel het ontwerpen van een davit als de productie ervan. Het doel hiervan is een inzicht krijgen in het verloop van een ontwerp proces en projectmatig werken.

In de achtereenvolgende hoofdstukken zullen de volgende onderwerpen worden behandeld :

- Het programma van eisen van de davit waarin wordt vastgelegd aan welke eisen en wensen de davit moet voldoen.
- De concept ontwerpen per groepslid waaruit uiteindelijk het eindontwerp wordt samengesteld
- Een keuzematrix voor het eindontwerp. In de keuzematrix worden alle concepten tegenover elkaar gezet en naar de hand van het PvE worden vergeleken
- Productie voorbereiding waarin een Inventor model wordt opgezet en er bouwtekeningen met een bewerkingsplan worden vastgesteld.

De conclusie is dat de ontwerp en bouw van een davit in een projectmatige context goede voorbereiding vereist. Ook is het van belang dat communicatie goed verloopt tussen de verschillende projectgroepen en de individuele leden van de projectgroep. Voor een goed eindresultaat is het belangrijk dat er gestructureerd en projectmatig wordt gewerkt. Ook is een goed plan van aanpak en een deugdelijke planning deel van een goed eindresultaat.

1. Inleiding

Op schepen worden er regelmatig jetski's en rubberboten in en uit het water gehaald. Dit met de hand doen is arbeidsintensief en kan schadelijke gevolgen hebben voor het personeel op lange termijn. Daarom is er een oplossing nodig die dit werk minder zwaar maakt.

Als oplossing hiervoor wordt een kleine scheepskraan ontworpen. Deze worden ook wel een davit genoemd. Het doel van de davit is om jetski's het water in en uit te tillen zodat het personeel dit niet handmatig hoeft te doen met behulp van bijvoorbeeld een katrol.

Deze davit wordt gerealiseerd door middel van een ontwerpproces. Om dit proces goed te laten verlopen is het opgedeeld in kleine stukken. Deze zijn hoofdzakelijk : Planning, ontwerpen en voorbereiden.

2. Het Programma van Eisen

Voor de productie van de davit wordt er een programma van eisen en wensen opgesteld. Dit PvE is bedoeld om te inventariseren wat de eisen zijn waaraan het eindproduct moet gaan voldoen. Het vormt de basis van het ontwerpproces en wordt gebruikt om concepten met elkaar te vergelijken. Het concept dat het beste aansluit op de gestelde eisen in het PvE is het beste ontwerp.

Het PvE is opgesteld met de volgende probleemstelling in gedachten :
Op een schip is jetski's in en uit het water tillen erg arbeidsintensief. Op lange termijn kan het schadelijke gevolgen hebben voor de gezondheid van de bemanning. Daarom wordt er een davit kraan ontworpen die een last van minimaal 100 kg kan dragen en die binnen de beperkte ruimte van een schip past.

Nummer	Eis	Bron	Eenheid	Datum
Groep 1	Prestatie Eisen			
1.1	De davit moet minimaal een gewicht kunnen tillen van 100 kg	Opdrachtgever	kilogram	11-15-2018
1.2	Het gewicht van de davit moet zo licht mogelijk zijn.	Opdrachtgever	n.v.t.	11-15-2018
1.3	De ratio tussen eigen gewicht en last is zo gunstig mogelijk	Opdrachtgever	n.v.t.	11-15-2018
Groep 2	Productie Eisen			
2.1	De davit moet worden geproduceerd met een plaat van staal DC01 en een plaat aluminium 1050A	Opdrachtgever	n.v.t.	11-15-2018
2.2	De last moet worden bevestigd aan de ligger van de davit door middel van een karabijn haak van 10 bij 100 mm.	Opdrachtgever	millimeter	11-15-2018
2.3	De constructie van de davit moet vastgemaakt worden met behulp van bout moer verbindingen met bouten van M4 en M5 formaat.	Opdrachtgever	n.v.t.	11-15-2018

2.4	De onderdelen moeten geproduceerd worden met een accu schroefboor, ponsmachine, zetbank en knipbank.	Opdrachtgever	n.v.t.	11-15-2018
Groep 3	Ruimtelijke Ordening			
3.1	De Staander van de davit heeft een maximale hoogte van 850 mm zonder ligger en 1000 mm met.	Opdrachtgever	millimeter	11-15-2018
3.2	De davit heeft een grondvlak van 150 bij 150 mm	Opdrachtgever	millimeter	11-15-2018
3.3	Materiaal mag aan de achterkant van de staander vanaf het grondvlak naar boven maximaal 100 mm uitsteken.	Opdrachtgever	millimeter	11-16-2018
3.4	Aan de kant van de staander waar zich de last bevindt mag er geen materiaal uitsteken.	Opdrachtgever	n.v.t.	11-16-2018
3.5	De ligger mag maximaal een lengte bedragen van 600 mm.	Opdrachtgever	millimeter	11-15-2018
3.6	De ligger mag een maximale hoogte bedragen van 150 mm.	Opdrachtgever	millimeter	11-16-2018
3.7	De last wordt gemonteerd aan de ligger op een afstand van 450 mm gemeten vanaf de staander van de davit	Opdrachtgever	millimeter	11-16-2018
Groep 4	Duurzaamheid			
4.1	De davit moet een minimale levensduur hebben van 10 jaar	Opdrachtgever	jaren	11-16-2018
4.2	Alle componenten van de davit moeten na demontage volledig recyclebaar zijn.	Opdrachtgever	n.v.t.	11-15-2018

Groep 5	Veiligheid			
5.1	De onderdelen mogen na productie geen scherpe randen meer bevatten	Opdrachtgever	n.v.t.	11-16-2018

Tabel 2.1 Het programma van Eisen van de gehele davit.

3. Concept verslagen

Voor het ontwerpen in de davit heeft ieder lid van de projectgroep een apart concept ontwerp voor de davit gemaakt. Deze concept ontwerpen zijn opgesteld vanuit een algemeen VLS van de davit.

Dit algemene VLS is een abstracte weergave van de davit met zijn afmetingen erin.

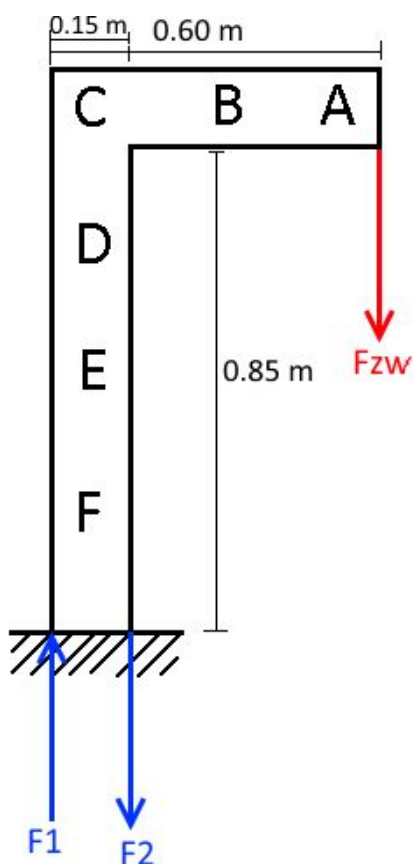
Deze is terug te vinden in figuur 3.1.

In dit algemene VLS gaan we uit van een zwaartekracht van 1500 N. Gezien de davit wordt getest op 100 kg, en dus 981 N is de overige 589 N een veiligheidsfactor.

De staander van de davit moet naar eisen van tabel 2.1 voldoen.

Hierin staat de de staander een hoogte moet hebben van 85 cm, of 0,85m.

De arm van de karabijnhaak naar de eerste staaf van de ligger is 45 cm, of 0,45m. Ook dit is naar de eisen van tabel 2.1.



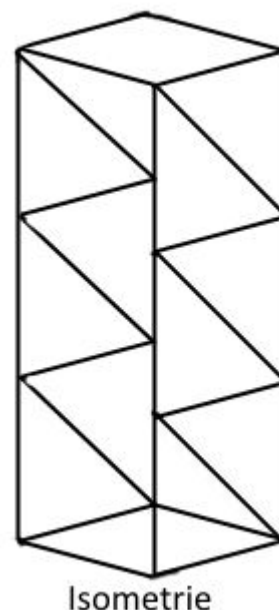
Figuur 3.1 Een algemeen VLS van een davit

3.1 Concept ontwerp van Gerben :

Dit concept maakt gebruik van een vrij simpel ontwerp van de staander. Er wordt zo min mogelijk materiaal gebruikt terwijl er nog steeds een goede hoeveelheid versterking is om knik te voorkomen op de kritieke punten.

Dit concept is grotendeels gemaakt van aluminium. De twee staven aan de voorkant van de davit die worden belast op drukken worden daarom gemaakt van staal. De nulstaven en trekstaven worden gemaakt van aluminium. Op trekbelasting is aluminium de beste keuze gezien het lichter is dan staal en niet stevig hoeft te zijn.

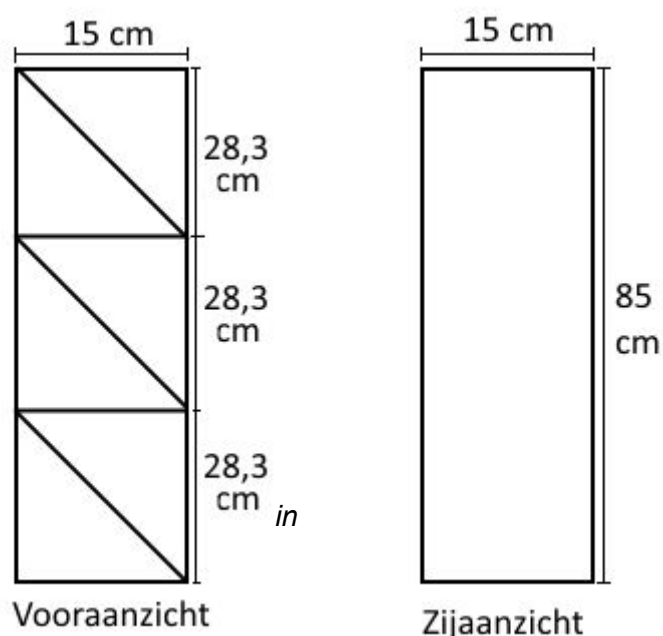
De hoeken van het vakwerk zijn verbonden door middel van 4 mm bouten. De bouten worden niet zwaar belast en dus is het ook niet nodig om 5 mm bouten te gebruiken.



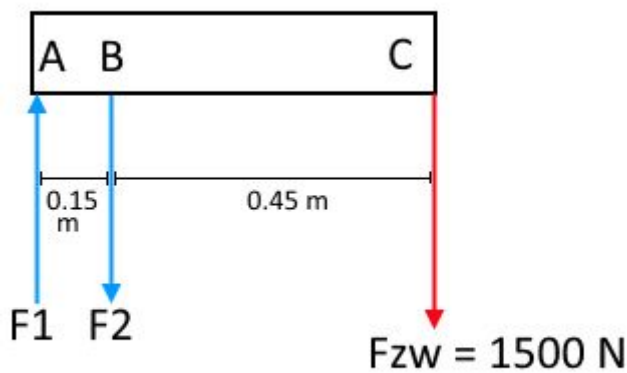
Figuur 3.1.1 een isometrische schets van de staander

De twee staven die worden belast op druk zijn stalen L-profielen. Er is gekozen voor L-profielen omdat deze lichter zijn dan U-profielen die gezien de krachten die op de davit werken overbodig zijn.

De trekstaven en nulstaven zijn allemaal gemaakt van aluminium. Het aluminium zal niet bezwijken onder trekbelasting en nulstaven vereisen ook geen stevig materiaal en dus is er gekozen voor 1 mm dik aluminium gezien dit de meest lichte optie is.



Figuur 3.1.2 (Links) en Figuur 3.1.3 (Rechts) Schetsen van de staander voor- en zijaanzicht.



Figuur 3.1.4 Een VLS van de ligger

Er werkt een kracht van 1500 N op het uiteinde van de ligger. Hieruit kan er berekend worden dat :

$$\Sigma M_a = -(0.15 * F_2) + (1500 * 0.60) = 0$$

$$F_2 = 900 / 0.15 = 6000 \text{ N}$$

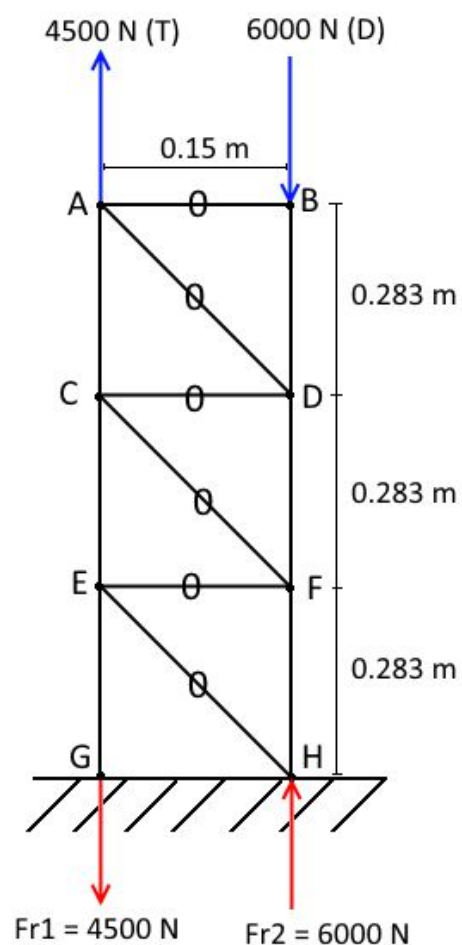
$$\Sigma F_y = 1500 - 6000 + F_1 = 0$$

$$F_1 = 4500 \text{ N}$$

De krachten die op de staander worden uitgeoefend vanuit de ligger zijn berekend op 4500 N trekbelasting en 6000 N druk belasting uitgaande van een kracht van 1500 N aan de ligger.

Gezien er geen horizontale component wordt uitgeoefend op de staander zijn alle staven nulstaven.

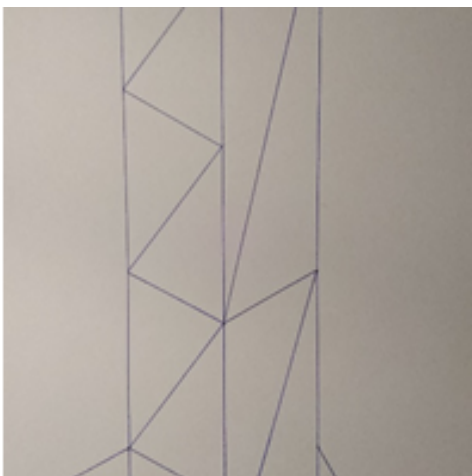
Deze zijn alleen aanwezig om knik te voorkomen in het vakwerk.



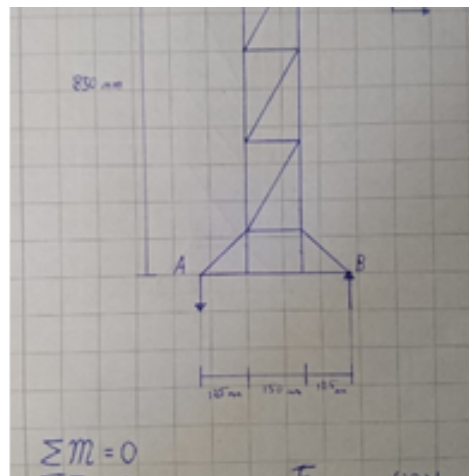
Figuur 3.1.5 Een VLS van alleen de staander.

3.2 Concept ontwerp van Frank :

In dit concept wordt uitgegaan van een last van 1500N op het uiteinde van de ligger. Om dit te ondersteunen is er een simpele staander ontworpen.



Figuur 3.2.1 een isometrische schets van de staander.



Figuur 3.2.2 Het VLS van de staander

Omdat het doel is de gehele davit zo licht mogelijk te maken, bestaat dit concept volledig uit aluminium. Om de grootste druklast te kunnen dragen, bestaan de twee voorste staven uit U-profielen. Er zitten maar liefst drie nul-staven tussen om knik te voorkomen. De onderste nul-staaf wordt ondersteund door diagonale staven aan weerszijden van de ligger. De overige nul-staven zijn even ver uit elkaar gezet.

Aangezien er vrijwel geen zijwaartse kracht wordt uitgeoefend, is vanwege gewichtsbesparing gekozen voor minimale ondersteuning: één nul-staaf in het midden van de staander, zowel voor als achter.

$$\sum M_A = 0 ; (0,32 * FB) - (0,235 * 3000) + (0,085 * 2250) = 0$$

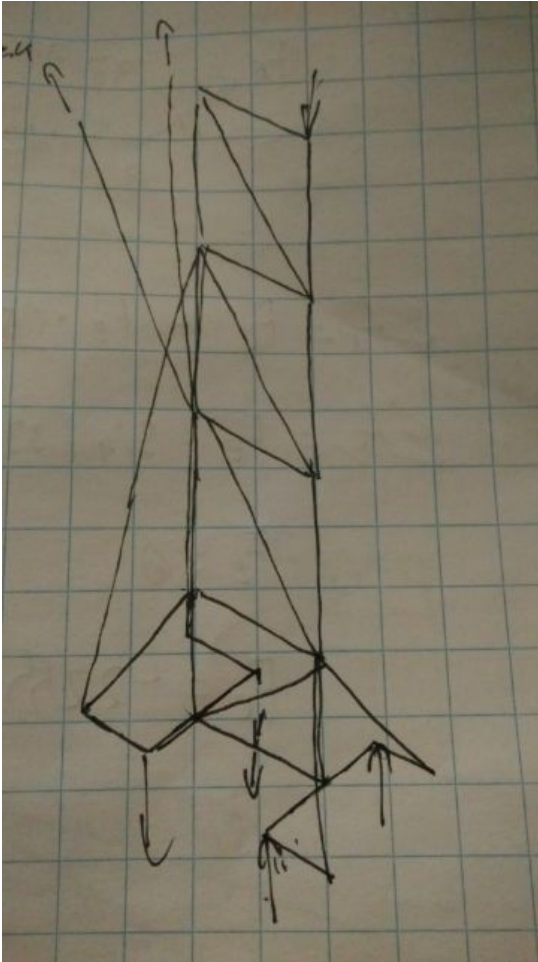
$$0,32 * FB = 513,75$$

$$FB = 1605 \text{ N}$$

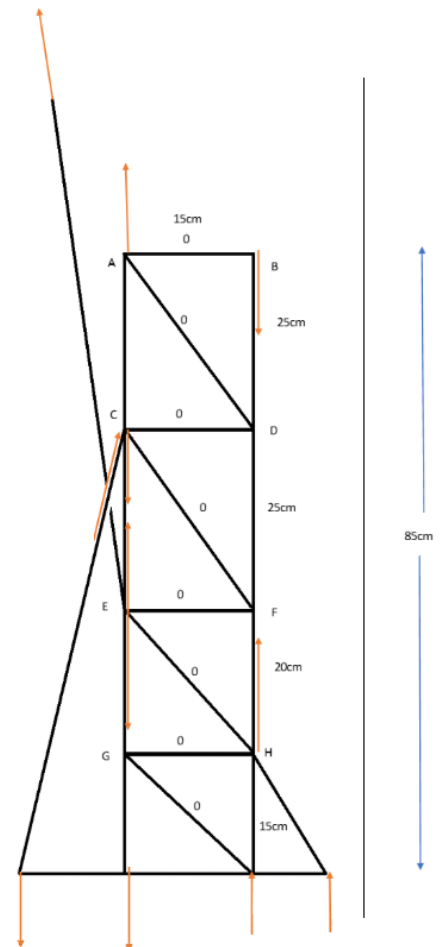
$$\sum F_y = 0 ; -FA + 1605 + 2250 - 3000 = 0$$

$$FA = 855 \text{ N}$$

3.3 Concept verslag van Sjoerd :



Figuur 3.3.1 Een isometrie schets van de staander.



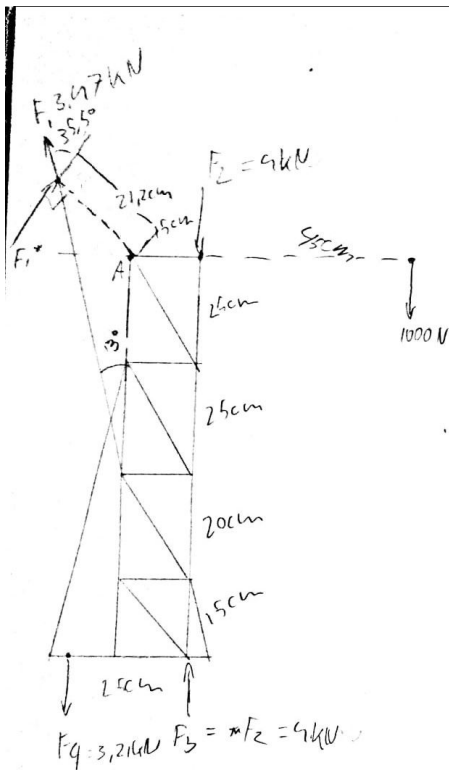
Figuur 3.3.2 Een VLS van de staander

Dit ontwerp is dat de staander een laag dik is met een grote opbouw aan de achterkant, dit zou samen gaan met een ligger die ontworpen is om het gewicht om te zetten in een grote trekkracht.

De opbouw zou deze trekkracht opvangen terwijl de dunne staander alleen de drukkracht hoeft op te vangen.

Het idee hierachter is dan deze staander heel licht kan blijven zonder al te veel op te geven in tilvermogen.

De staander kan voor het grootste deel een laag dik zijn omdat er in een belastings situatie (in theorie) geen horizontale krachten componenten zijn. Hiermee kan dus veel gewicht bespaard worden. In het ontwerp wordt het vakwerk van de staander kleiner naar de bodem van de staander toe, dit is om te toenemende drukkracht op de staander op te vangen.



$$F_1^* = F_1 \cdot \cos(35.5^\circ)$$

$$\sum M_A = -1000 \cdot 60 \text{ cm} + F_1^* \cdot 21.2$$

$$F_1^* = 2.83 \text{ kN}$$

$$F_1 = F_1^* / \cos(35.5^\circ) = 3.97 \text{ kN}$$

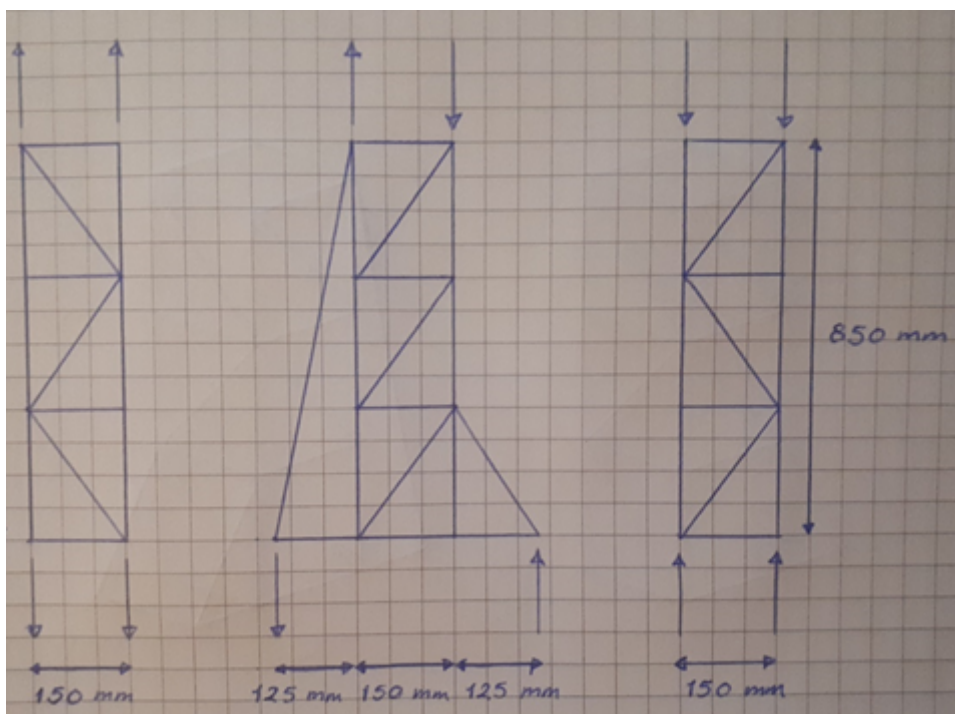
$$\sum M_H = -1000 \cdot 60 \text{ cm} + (F_2) \cdot 15 \text{ cm}$$

$$F_2 = 4000 \text{ N}$$

$$F_3 = 4000 \text{ N}$$

$$F_4 = F_1 \cdot \cos(22.5^\circ) = 3.21 \text{ kN}$$

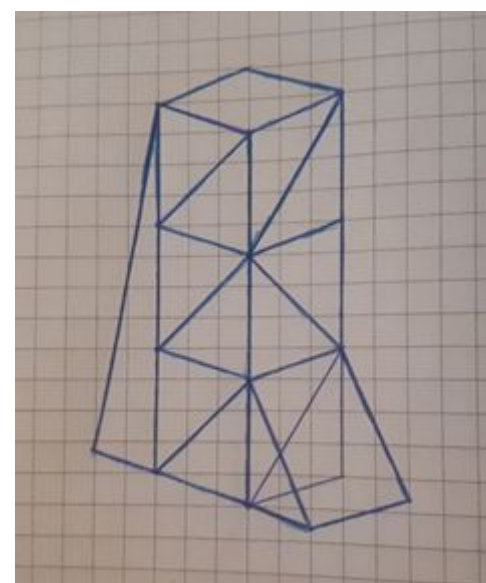
3.4 Concept verslag Nienke



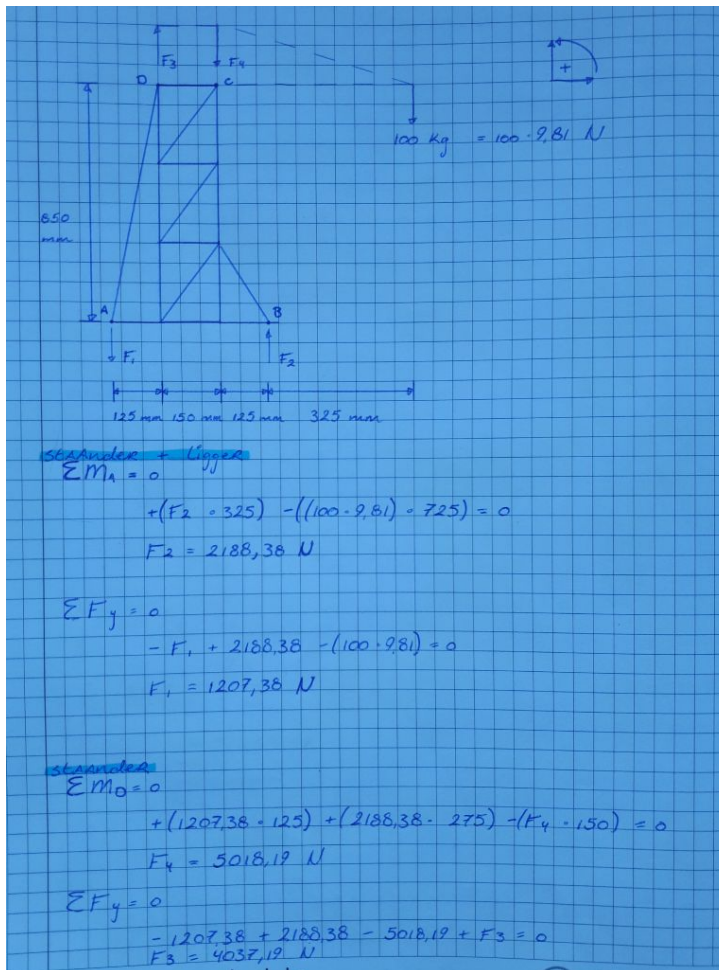
Figuur 3.4.1 achter-, zij- en vooraanzicht van de staander

Dit ontwerp van de staander is gebaseerd op de eisen waar een staander aan moet voldoen. Door de verschillende krachten die op het vakwerk werken, heb ik nulstaven in het concept verwerkt. Bij figuur 1 de middelste tekening is te zien dat op de rechter staaf drukkrachten werken, om er voor de zorgen dat er geen knip optreedt in de staaf. Zitten er drie nulstaven tussen die verbonden zijn aan de linker staaf en de rechter staaf. Door de kniklengte kleiner te maken treedt er minder snel knip op en kan er daardoor een grote kracht op de staf werken. Door de schuine nulstaven in het midden kunnen de rechthoeken in het midden niet plat worden. Oftewel de hoeken kunnen niet naar elkaar toe en daardoor behoudt de staander zijn vorm.

De rechter verlenging aan de onderkant zorgt voor meer steun voor de hele staander en de drukstaven. De linker verlenging aan de onderkant zorgt ervoor dat de trekkracht op de linker staven kleiner wordt, hierdoor is de kans op breuk in de staaf kleiner. Ook geeft de verlenging meer steun aan het geheel. Waardoor de staander stabiel wordt. Om ervoor te zorgen dat de staander de verschillende trek- en drukkrachten die op de staven werken kan houden terwijl het de gewenste vorm behoudt, heb ik gekozen voor een L-profiel. Door een staaf een profiel te geven kan het een grotere kracht houden zonder dat de staaf buigt. De nulstaven heb ik geen profiel gegeven omdat daar geen krachten op werken maar er alleen voor zorgen dat de staander zijn vorm houdt en dat de drukstaaf niet knikt. Ook kost het meer productie stappen om de nulstaven wel een profiel te geven.



Figuur 3.4.2 Isometrie



Figuur 3.4.3 De staander met de bijbehorende berekeningen

Met behulp van de berekeningen is er bepaald hoeveel nulstaven nodig zijn. Ook is aan de hand van deze berekeningen bepaald wat het meest geschikte materiaal is en of de staaf een profiel moet hebben voor extra stijfheid of niet. De uitgevoerde berekeningen zijn:

De krachten die op de staven werken. Dit is gedaan door eerst een VLS van de gehele davit op te stellen. Daarna is aan de hand van dit VLS een VLS van alleen de staander opgesteld. Deze zijn terug te vinden in figuur 3.1 en figuur 3.4.3. Voor de berekening moet gelden $\sum F = 0$. Aan de hand hiervan kan er via de knoop punt methode bepaald worden wat trek- en wat drukstaven zijn, en hoeveel kracht hierop werkt. Met die informatie kan het beste materiaal en het geschikte profiel gekozen worden.

Ook is de som van alle momenten berekend. De som van de momenten moet ook nul zijn, dus $\sum M = 0$. Met het moment bereken je de neiging die de staander heeft om rondom een punt te draaien. Als een staaf gaat draaien worden de krachten anders verdeeld dan waarvoor je de staander hebt ontworpen en kunnen de staven de krachten niet meer houden waardoor die plastisch vervormd.

Ten slotte is de knik-berekening uitgevoerd aan de hand van het rekenblad dat hiervoor werd gegeven.

4. De kartonnen davit

Om te bepalen welk concept ontwerp voor de staander van de davit de beste is, is er een kartonnen model gemaakt van een davit. Het doel hiervan was hoofdzakelijk vergelijken van verschillende profielen en constructies. Het maken van een kartonnen mock-up model geeft gelijk een beeld van het ontwerp en is de eerste test om te kijken of het ontwerp geschikt is. Voor de constructie is er gebruik gemaakt van twee soorten dik teken papier en van splitpennen.

Er is gekozen voor twee soorten dik teken papier omdat dit gelijk helpt met het simuleren van aluminium en staal. Het dikkere papier representeert staal en het dunne papier representeert aluminium.



Figuur 4.1 Een foto van de kartonnen davit.



Figuur 4.2 Een foto van de kartonnen davit.

Het bouwen van de kartonnen davit geeft een werkelijke presentatie van hoe de krachten erop werken. Wanneer je aan de ligger van de davit trekt op het punt waar uiteindelijk de karabijnhaak aan komt te hangen zie je gelijk hoe dit effect heeft op de rest van de davit. Er wordt dan waargenomen dat de davit begint te trekken aan de staven aan de achterkant van de constructie. Ook wordt er waargenomen dat er een druk last komt op de voorste staven van de staander. Als er hard genoeg wordt getrokken aan de ligger gaan deze dan ook knikken.

Alle verbindingen zijn gemaakt met splitpennen. Dit is omdat deze het meest vergelijkbaar zijn met een bout-moer verbinding.

Het maken van de kartonnen davit was leerzaam en heeft geleid tot het herzien van een aantal concept ontwerpen van de ligger. Het gebruik van profielen was in de eerste concepten erg minimaal. Maar uit het kartonnen concept bleek dat je in sommige gevallen staal kunt vervangen voor aluminium als je er een U- of L-profiel van maakt gezien deze veel steviger zijn.

Ook was de davit van karton niet precies even lang aan beide kanten. Dit kan verholpen worden door in het uiteindelijke bouw proces zo precies mogelijk te zijn met de maten. Met een kartonnen model is het niet erg als de davit niet exact even hoog is aan beide kanten, maar als dit gebeurt met de echte davit komt er een kracht bij op de horizontale as, en hier is de davit niet op ontworpen.

Hoewel het bouwen van de davit met een groep van acht wel gezellig is zorgt dit ervoor dat het verdelen van de taken lastig kan zijn. Gezien er maar een of twee tegelijk aan de constructie van de davit zelf kan werken zorgt dit ervoor dat er zes mensen overblijven voor het maken van profielen van stroken papier. Gezien het maken van profielen aanzienlijk minder tijd kost dan het maken van de constructie van de davit zorgt dit dat er drie tot vier mensen overblijven zonder taak.

Hieruit is meegenomen dat voor de constructie van de echte davit de taakverdeling goed van tevoren gepland moet worden. Er moeten zoveel mogelijk dingen tegelijk gebeuren zodat een zo groot mogelijk aantal mensen tegelijk productief is.



Figuur 4.3 Een foto van de kartonnen davit

5. De keuze matrix

Om het beste ontwerp te kiezen van de staander is er een keuzematrix opgesteld. In deze keuzematrix worden de ontwerpen terug gekoppeld aan het PvE en worden ze met elkaar vergeleken. zie tabel 5.1

Eisen	Weging	Concept Gerben	Concept Frank	Concept Sjoerd	Concept Nienke
Het concept ontwerp is zo licht mogelijk.	2	2	4	3	2
Maximaal berekende belasting is minimaal 100 kg	2	Ja	Ja	Ja	Ja
Voldoet aan de afmetingen van 850 mm hoog en 150 mm breed.	1	ja	ja	ja	nee
Te produceren met ponsmachine, zetbank, knipbank en accuschroefboormachine	1	ja	ja	ja	ja

Tabel 5.1 De keuzematrix voor het eindontwerp van de staander

Het uiteindelijk gekozen ontwerp is het concept van Frank. In overleg met de groep van de ligger zijn hier enkele aanpassingen aan gemaakt. Dit is vooral om te zorgen dat er een correcte passing is met de ligger van de davit. Daarna is het concept verder uitgewerkt in de vorm van een Inventor model.

6. Productievoorbereiding

Voor de productie van de davit is het belangrijk dat de er goed voorbereid wordt. Dit wordt gedaan met behulp van een Inventor model. Dit Inventor model is een visualisatie van de gehele constructie. Ook is er een Inventor model van alleen de staander van de davit voor overzicht.

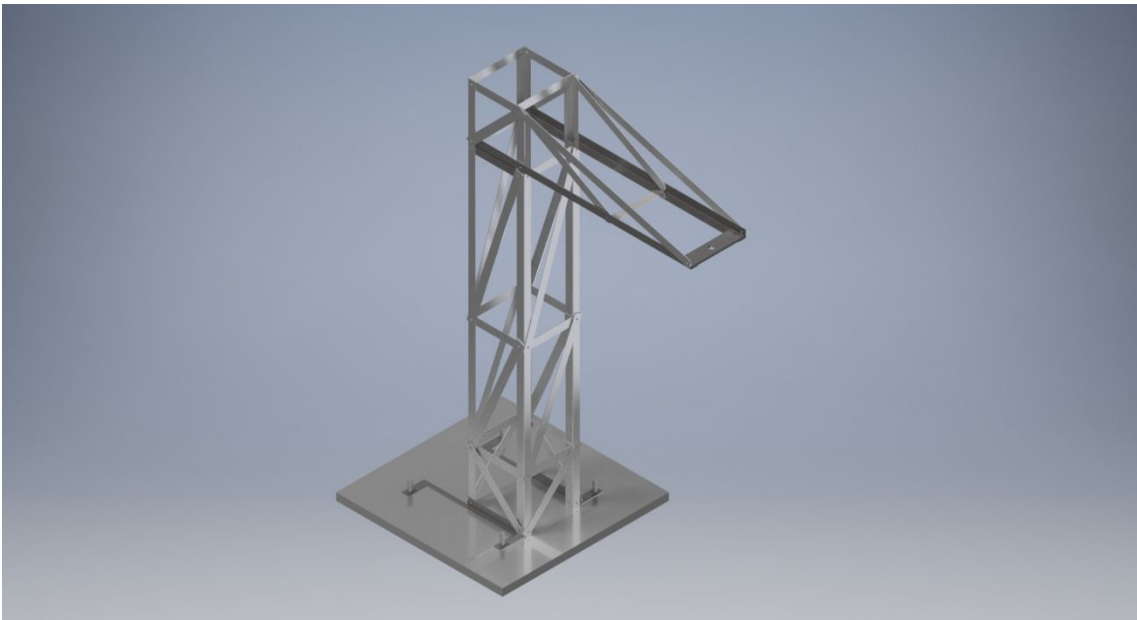
Naast het Inventor model is er ook een VLS gemaakt van de hele davit. Op basis hiervan wordt geconcludeerd of de davit de te verwerken krachten kan houden. Met behulp van dit VLS kunnen ook de knooppunten van het vakwerk doorgerekend worden. Deze geven een visualisatie van de interne krachten die op de davit werken. Deze zijn belangrijk voor het berekenen van de kniklast voor de drukstaven ook is het van belang voor het berekenen van de boutgaten, en of deze uitscheuren.

Ook zijn er bouwtekeningen gemaakt van alle onderdelen van de davit in Inventor. Deze bouwtekeningen zijn de tekeningen die uiteindelijk in de werkplaats gebruikt worden voor het maken van de onderdelen. Aan de hand van deze bouwtekeningen worden ook plaat plannings opgesteld. Dit is een werktekening die aangeeft hoe de grote platen aluminium en staal van 1000 bij 500mm uiteindelijk opgedeeld worden in kleinere onderdelen.

Ten slotte wordt er ook een bewerkingsplan opgesteld. Dit bewerkingsplan geeft aan hoe de onderdelen gemaakt gaan worden. hierin zijn de productie stappen terug te vinden voor het maken van alle aparte onderdelen. Het begint met de grote plaat die opgedeeld wordt in kleine staafjes. Daarna wordt aan de hand van nummering van de staven een apart bewerkingsplannen gemaakt voor de productie van de individuele onderdelen.

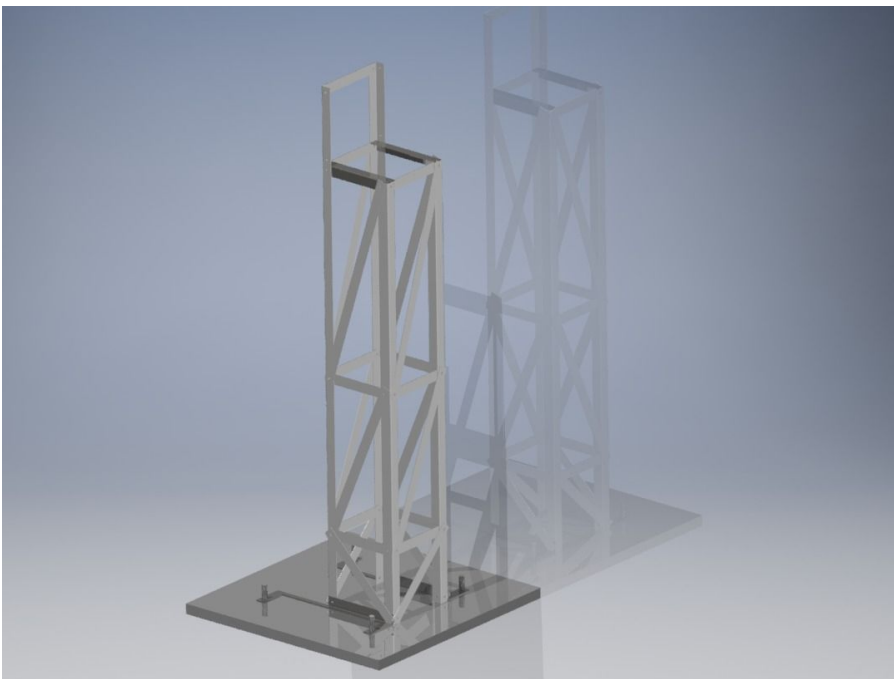
6.1 Het Inventor model

Voor de productie van de davit is een inventor assembly opgesteld van de gehele davit om een beter beeld te krijgen van de uiteindelijk geproduceerde vorm. Dit inventor model is terug te vinden in figuur 6.1.1. Ook is het Inventor model een uitgangspunt voor het maken van de werktekeningen van alle aparte onderdelen en de werktekeningen hiervan. Aan de hand van de onderdelen van de assembly kan Inventor automatisch werktekeningen opstellen die daarna met de hand bemaat worden.



Figuur 6.1.1 Een render van het ontwerp van de davit is Inventor

Ook is er een model gemaakt van alleen de staander in Inventor. Dit is de uiteindelijke vorm van de gekozen staander aan de hand van de keuzematrix.



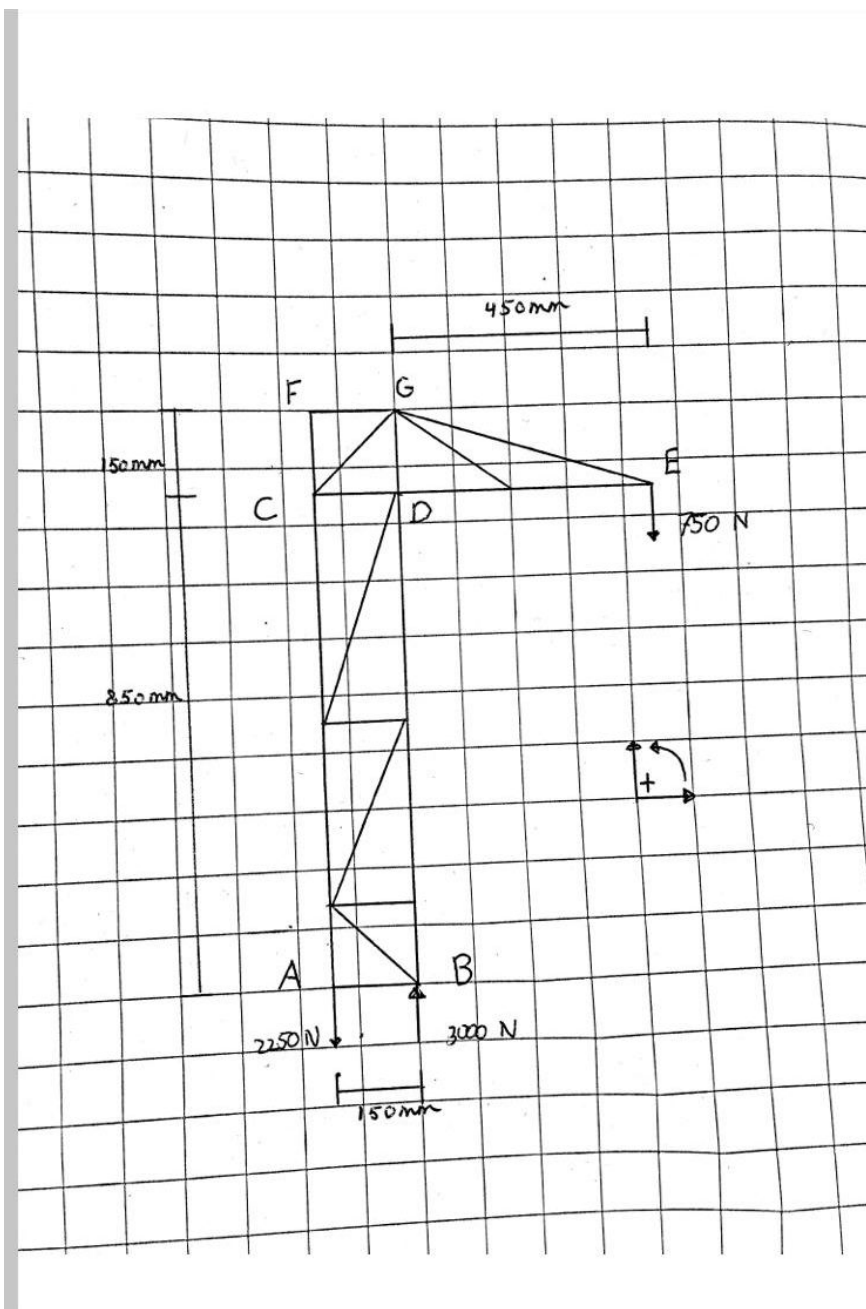
Figuur 6.1.2 Een render van alleen de staander van het Inventor model

6.2 Het VLS

Voor het doorrekenen van de gehele davit is gebruik gemaakt van een VLS. Dit VLS is weergegeven in figuur 6.2.1. In dit VLS zijn staan alle afmetingen weergegeven samen met de externe kracht van het gewicht, en de reactiekracht die de bodem van de staander zal ondervinden.

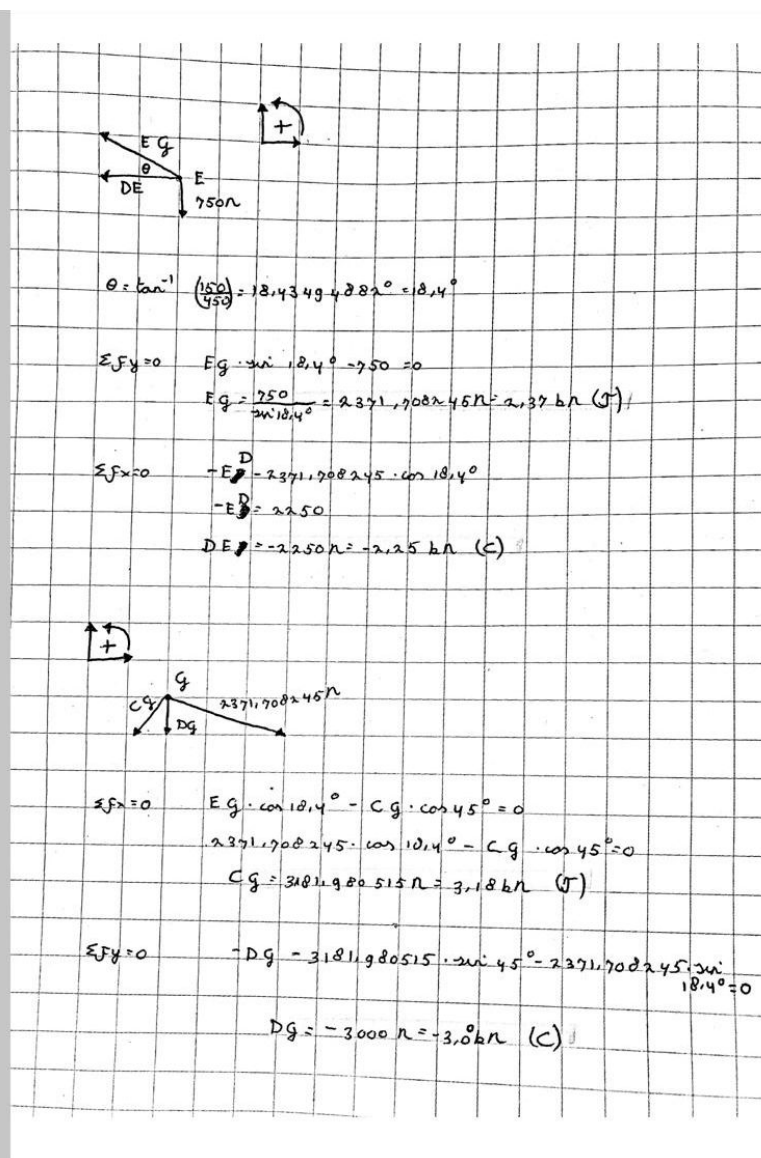
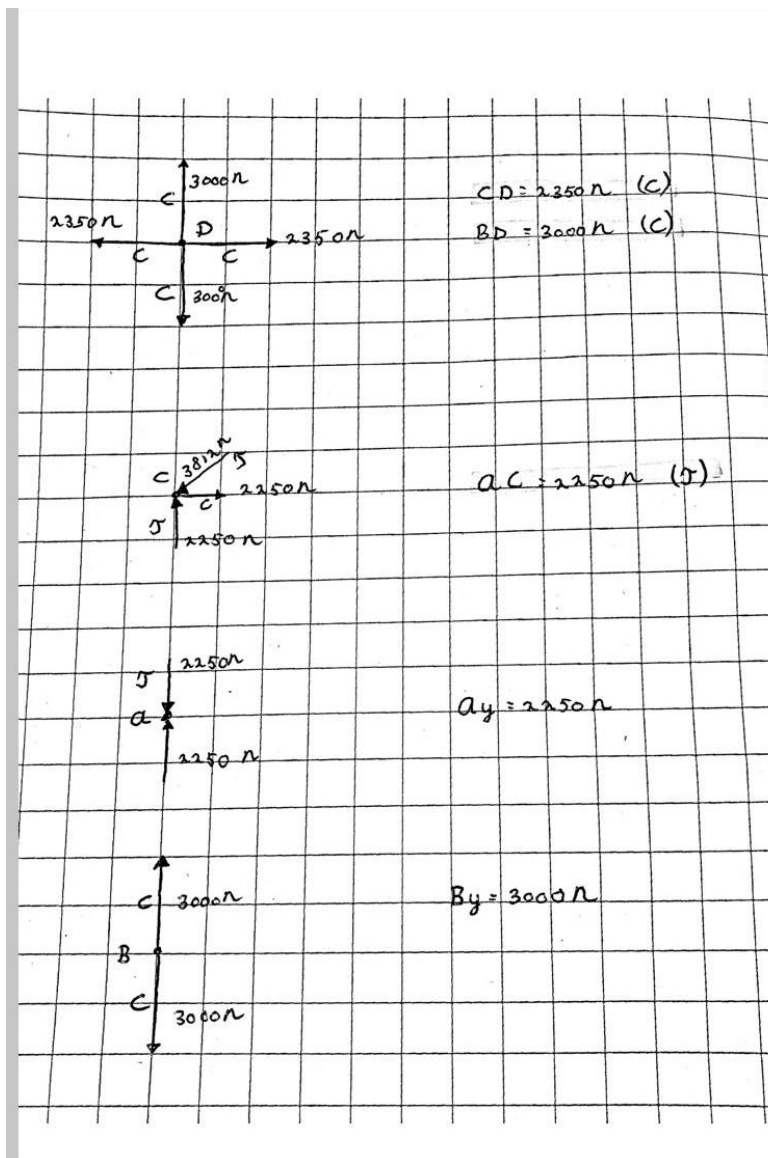
Aan de hand van deze externe krachten kunnen ook per knooppunt de interne krachten worden bekeken. De berekeningen hiervan zijn weergegeven in figuur 6.2.2 en figuur 6.2.3. Dit zijn de krachten die de staven van de davit intern ondervinden.

Met behulp van de interne krachten kunnen ook de boutgaten doorgerekend worden, en kunnen de staven berekend worden op knik aan de hand van de reken spreadsheet. In de sheet worden materiaal en lengte hiervan ingevuld. Als resultaat geeft de spreadsheet dan de kritieke kniklast terug. Wanneer er volgens het VLS minder kracht op de staaf staat dan dat de kritieke kniklast is zal de staaf dan ook niet bezwijken.



Figuur 6.2.1 Het VLS van de gehele davit met daarin de belasting en reactiekrachten van de staander.

Figuur 6.2.2 Knooppunt last berekeningen



Figuur 6.2.3 Knooppunt last berekeningen (Vervolg)

6.3 De doorsnede berekeningen

Voor het eindontwerp van de staander is het belangrijk dat je de zwaarst belaste staven controleert. Dit gebeurt door middel van de treksterkte van aluminium. De waarde van deze treksterkte is verkregen uit CES Edupack.

De trekstaven van de staander van de davit zijn gemaakt van aluminium. Dit is omdat deze staven niet knik gevaarlijk zijn. Het is daarom dus ook niet nodig om ze van staal te maken. De treksterkte van aluminium 1050A is 65N/mm^2 . Het oppervlakte van een aluminium trekstaaf is 39 mm^2 . Hieruit volgt :

$$F_{\max} = 39 * 65 = 2535 \text{ N.}$$

In het VLS is de zwaarst belaste trekstaaf benaderd op 2250 N, dus dit is voldoende.

Voor de stalen staven is de rekensheet gebruikt om de knik berekening uit te voeren. Door de oppervlakte en de dikte van de staaf in te vullen in spreadsheet komt hier de kritische kniklast uit. In de rekensheet is de kritische kniklast benaderd op 6000 N druklasten in de stalen u-profielen.

6.4 De bouwtekeningen en bewerkingsplannen

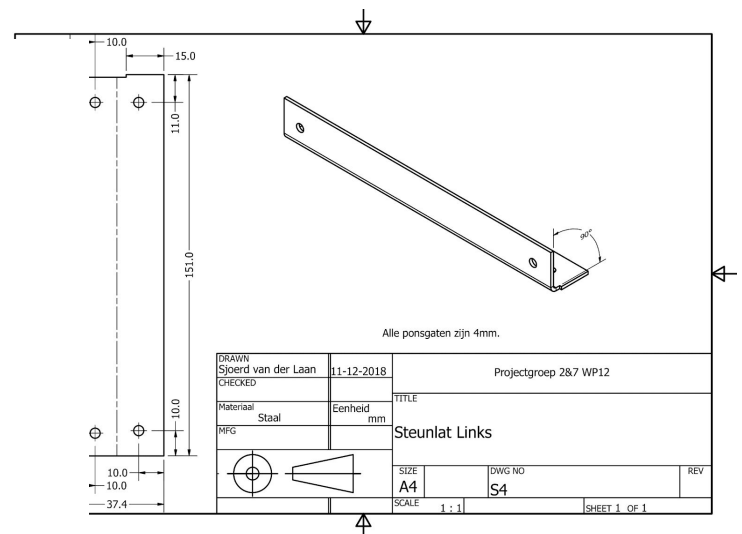
Per onderdeel van de davit is er een bouwtekening opgesteld. Deze bouwtekeningen zijn een schematische weergaven van alle onderdelen met daarin de toleranties en maten. Aan de hand van deze tekeningen zullen de onderdelen geproduceerd en na-gemeten worden.

Gekoppeld aan de bouwtekeningen zit ook een bewerkingsplan. In dit bewerkingsplan is terug te vinden in hoe de onderdelen van de davit vervaardigd zullen worden in de vorm van een stappenplan.

Naast de aparte onderdelen is er ook een plaat planning opgesteld. Dit is een schematische weergave van de plaat. In deze schematische weergave is terug te vinden hoe alle onderdelen uit de plaat geknipt gaan worden. Ook voor deze platen is een bewerkingsplan opgesteld. Deze is hoofdzakelijk om aan te geven in welke volgorde de onderdelen uit de plaat geknipt gaan worden.

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Steunlat links		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S4		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 4	Aantal: 1	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 151 x 37.4 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 11 mm 1 gat: 10 x 140 mm 1 gat: 10 x 141 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijn aftekenen	Schuifmaat	18,7 mm	Over de hele lengte aftekenen
Staaft in lengte buigen tot L-profiel	Buigbank	-	Op de lijn buigen tot 90°
Uiteinden staaft afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staaft afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Figuur 6.3.1 Een voorbeeld van een van de bewerkingsplannen



Figuur 6.3.2 Een voorbeeld van een van de werktekeningen

Met behulp van de werktekeningen en bewerkingsplannen is er ook een materialen lijst opgesteld van de gehele davit. Deze is terug te vinden in tabel 6.3.1.

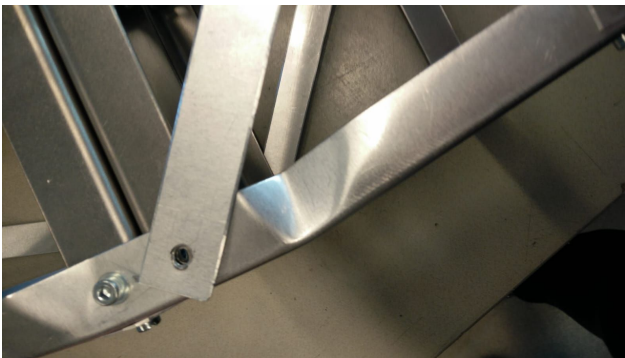
Bouten	Aantal	Moeren	Aantal	Ringen	Aantal
M4x12	34	M4	34	M4	102
M4x16	18	M4	32	M4	72
M5x12	Geen	M5	Geen	M5	Geen
M5x16	Geen	M5	Geen	M5	Geen

Tabel 6.3.1 Een lijst van de benodigde bouten en moeren in een tabel overzicht.

7. De testdag

Maandag 14 januari 2019 heeft de praktijktest van de davit plaatsgevonden. In deze praktijktest werd er gekeken naar de tekeningen van de davit, het pve, de afmetingen, de netheid en afwerking van het praktijkwerk, een korte pitch van het geleverde product en test last van de davit.

De gerealiseerde davit is gewogen op 2,62 kg. Dit is het laagste van alle gewogen davits op de testdag. Echter kon de davit maar een gewicht houden van 57,8 kg. Dit geeft een eigen gewicht-bezwijklast ratio van 22,06107. Er zijn 2 korte aluminium staven binnen de ligger van de davit bezweken onder de last van het gewicht. Afbeeldingen hiervan zijn terug te vinden in figuur 7.1 en figuur 7.2. Ook is het terug te vinden in de bijgevoegde video's van de testdag.



Figuur 7.1 het punt waarop de davit is bezweken.



Figuur 7.2 Het tweede punt waarop de davit is bezweken.

De primaire reden dat deze staven kapot zijn gegaan is omdat de volledige last van de davit werd uitgeoefend op deze twee aluminium staafjes. Een dun stripje aluminium is niet genoeg om een last van meer dan 500 Newton te dragen. Wanneer de staafjes de vorm van een L-profiel, of U-profiel zouden hebben zou de davit ook een grotere som aan last kunnen dragen. Ook had staal waarschijnlijk een betere materiaalkeuze geweest voor deze twee staafjes.

De reden dat de davit hier kapot is gegaan is waarschijnlijk door een rekenfout. Er is niet goed rekening gehouden met de lasten die zich op deze staaf uitoefenen. Daarom is er gekozen voor een materiaal en profiel dat niet de stevigheid geeft die benodigd zou zijn om lasten van meer dan 500 Newton te dragen.

Literatuurlijst

Budinski, K.G., Budinski, M.K., (2014). *Materiaalkunde* (9e editie).

Hoogland, W., Dik, R., Brand, I. (2015). *Rapport over rapporteren*. (zevende druk). Rotterdam/Delft

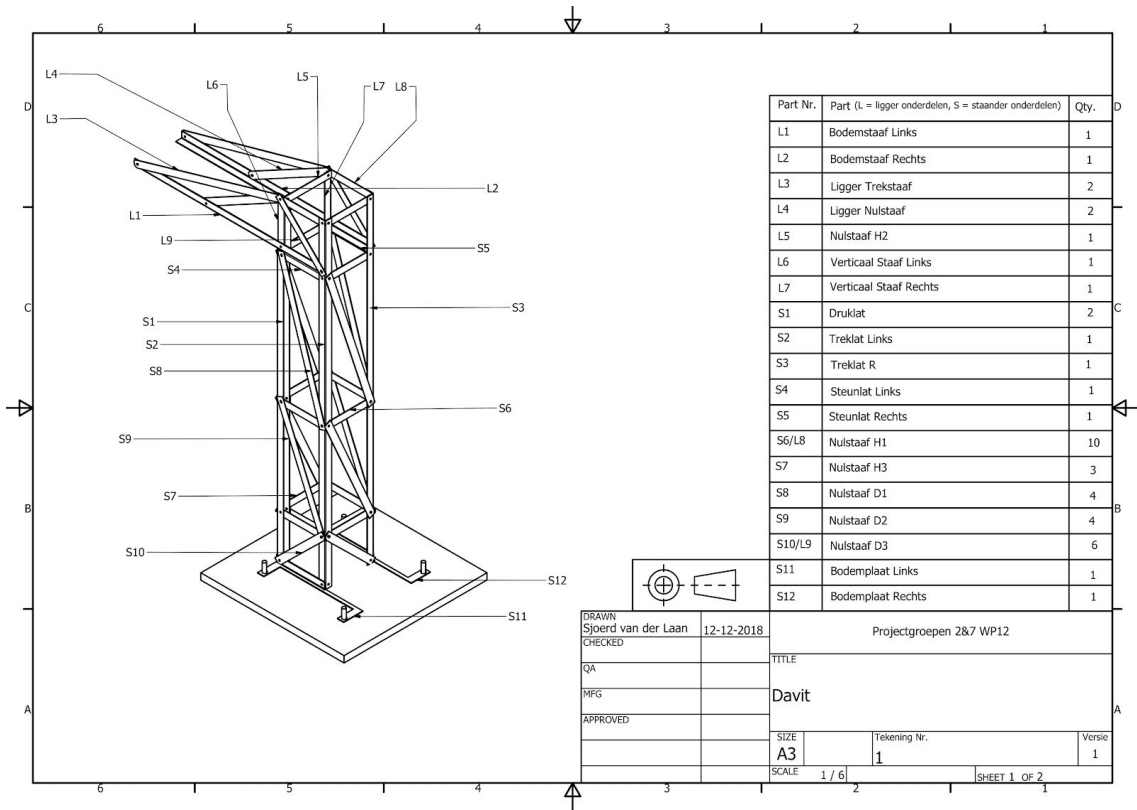
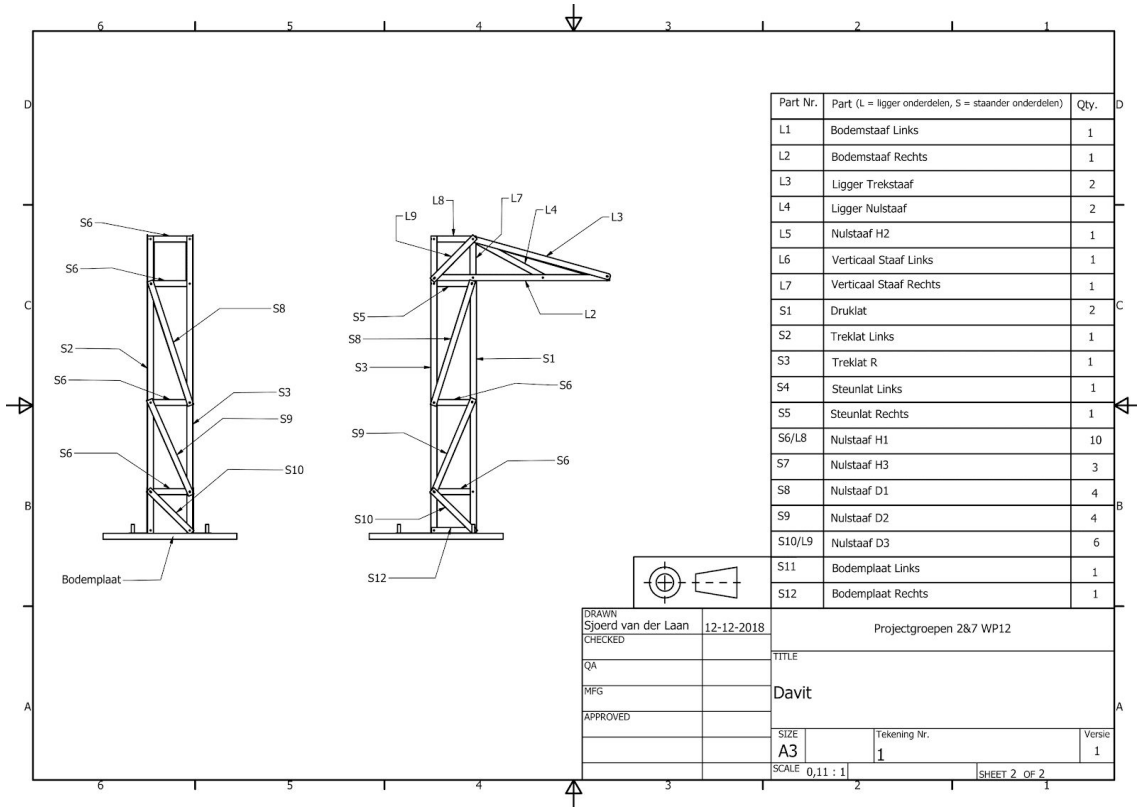
Kals, H.J.J., Buiting-csikós, CS., Dewulf, W., Lauwers, B., Ponsen, J.M., Streppel, A.H., Vaneker, T.H.J. (2018). *Industriële productie* (Zesde, herziene druk). Enschede

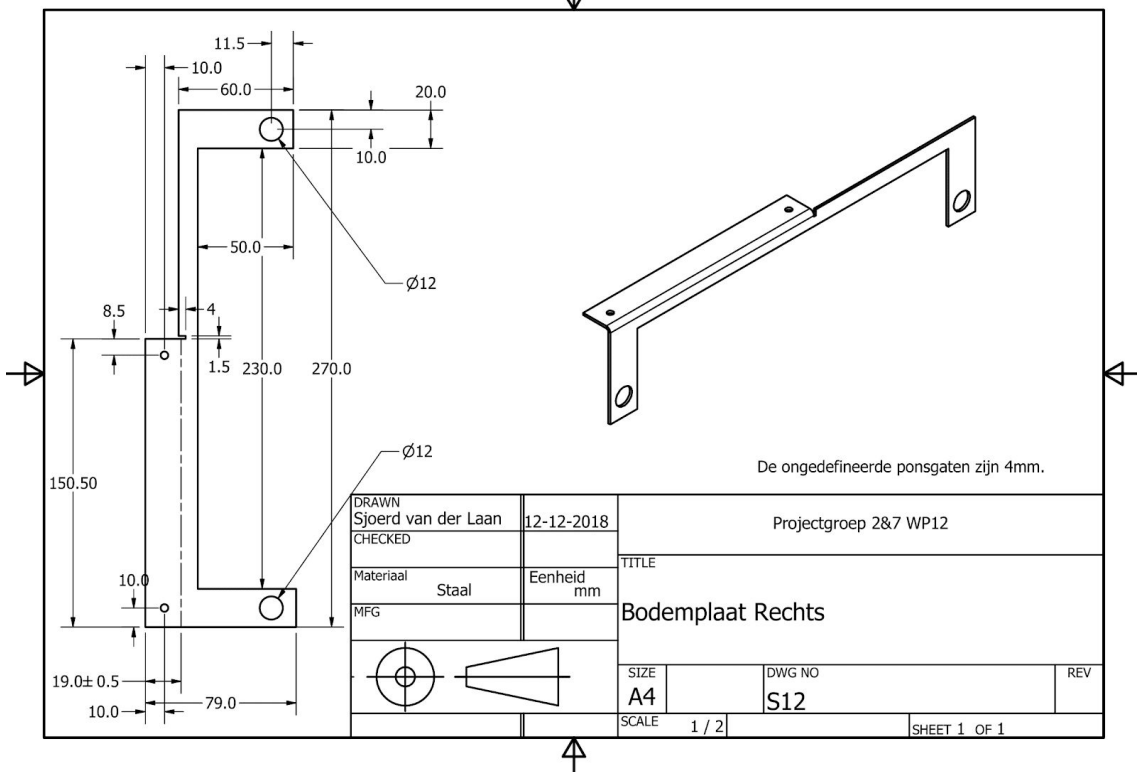
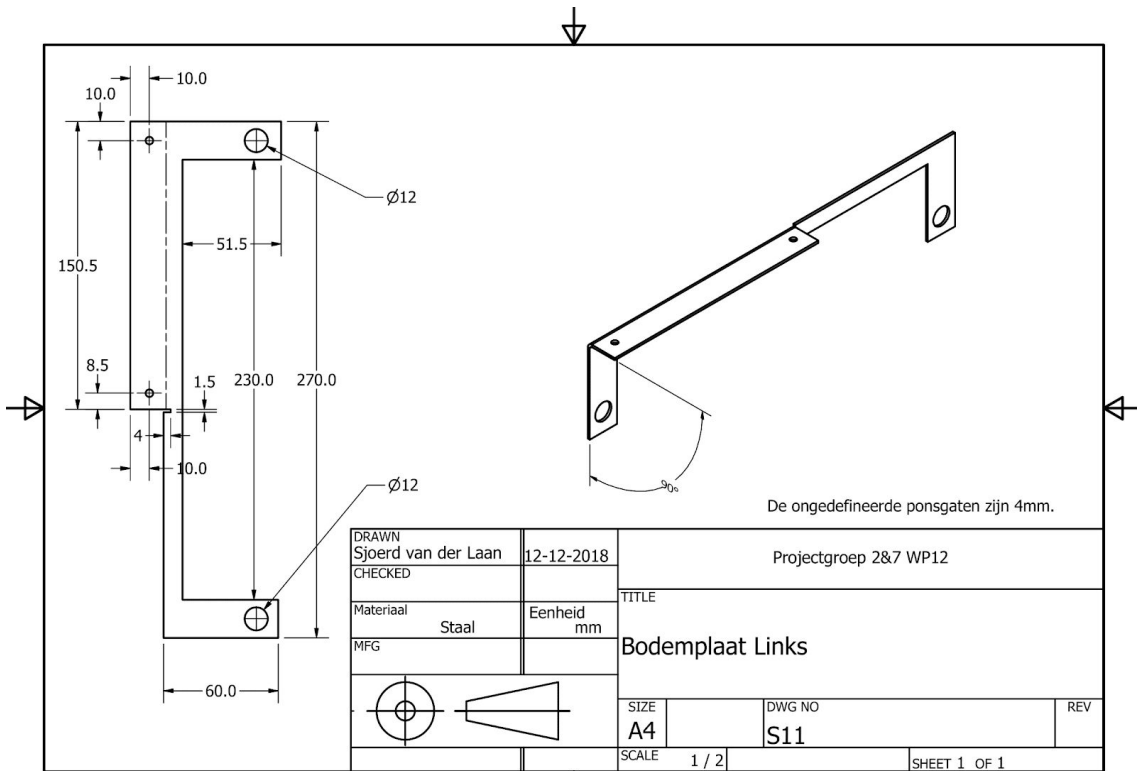
Oskam, I., Souren, P., Berg I., Cowan, K. & Hoitin, L. (2016). *Ontwerpen van Technische innovaties* (2e Druk). Utrecht

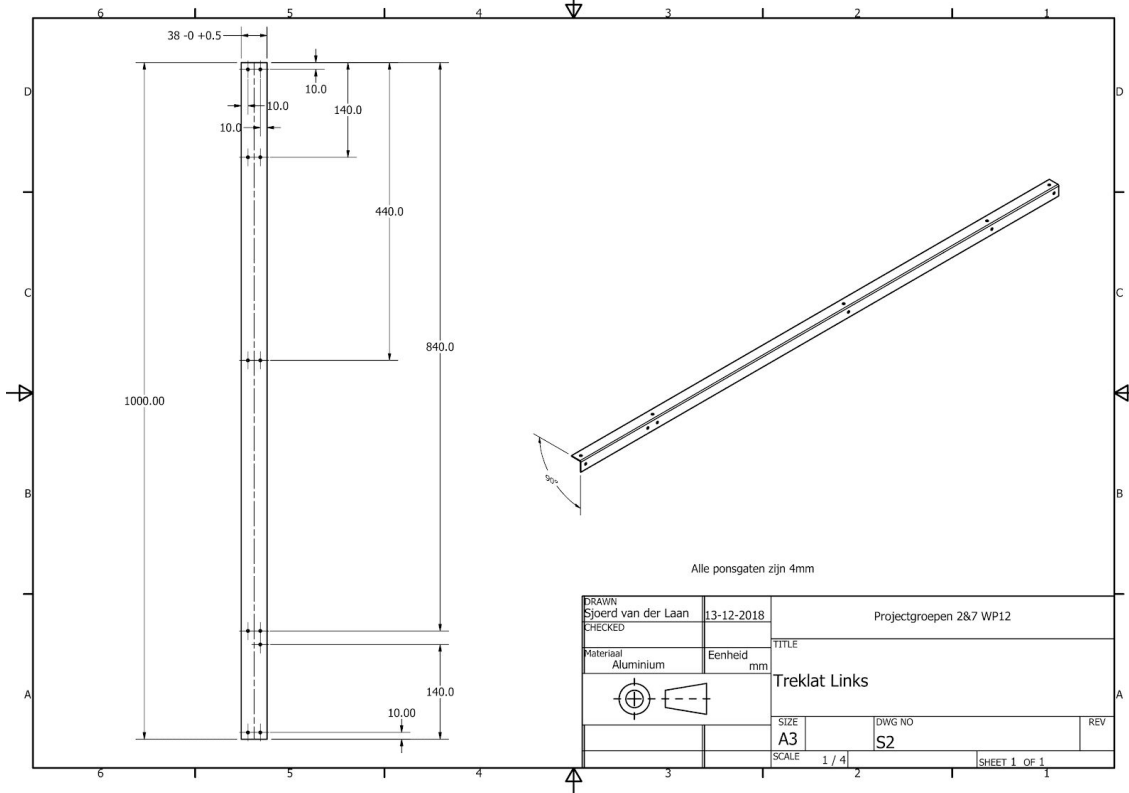
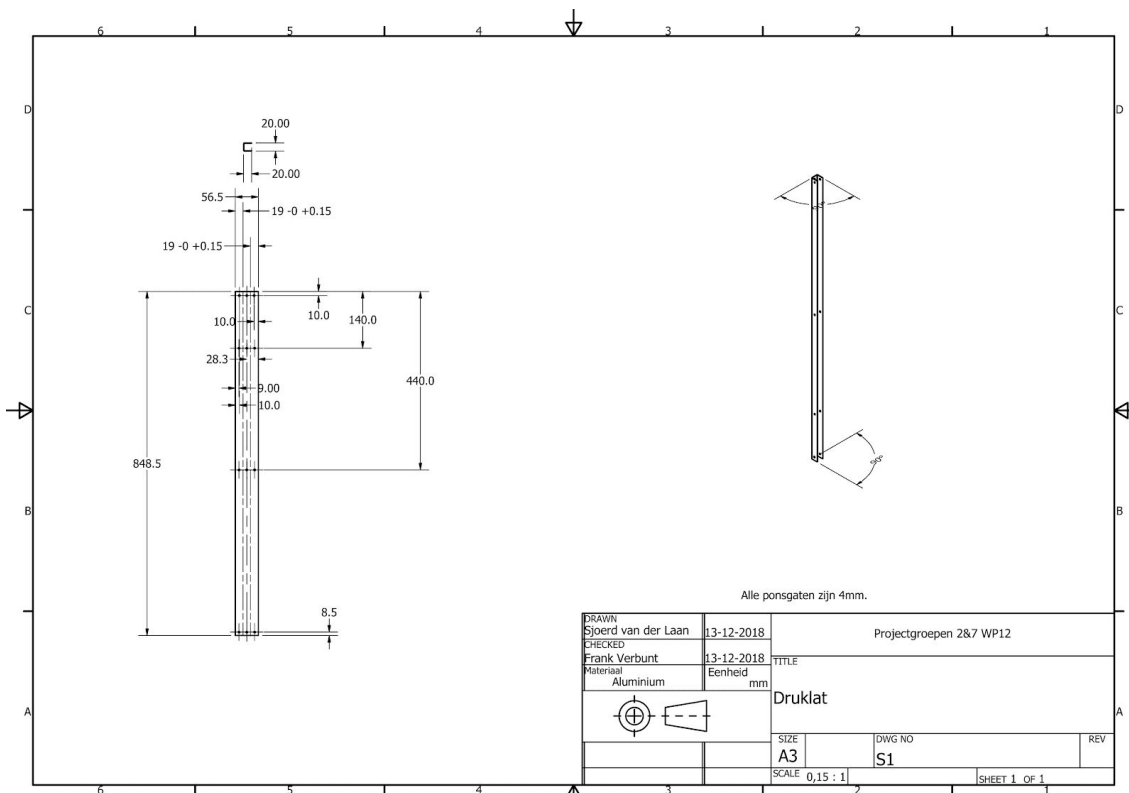
CES Edupack database Materiaal eigenschappen

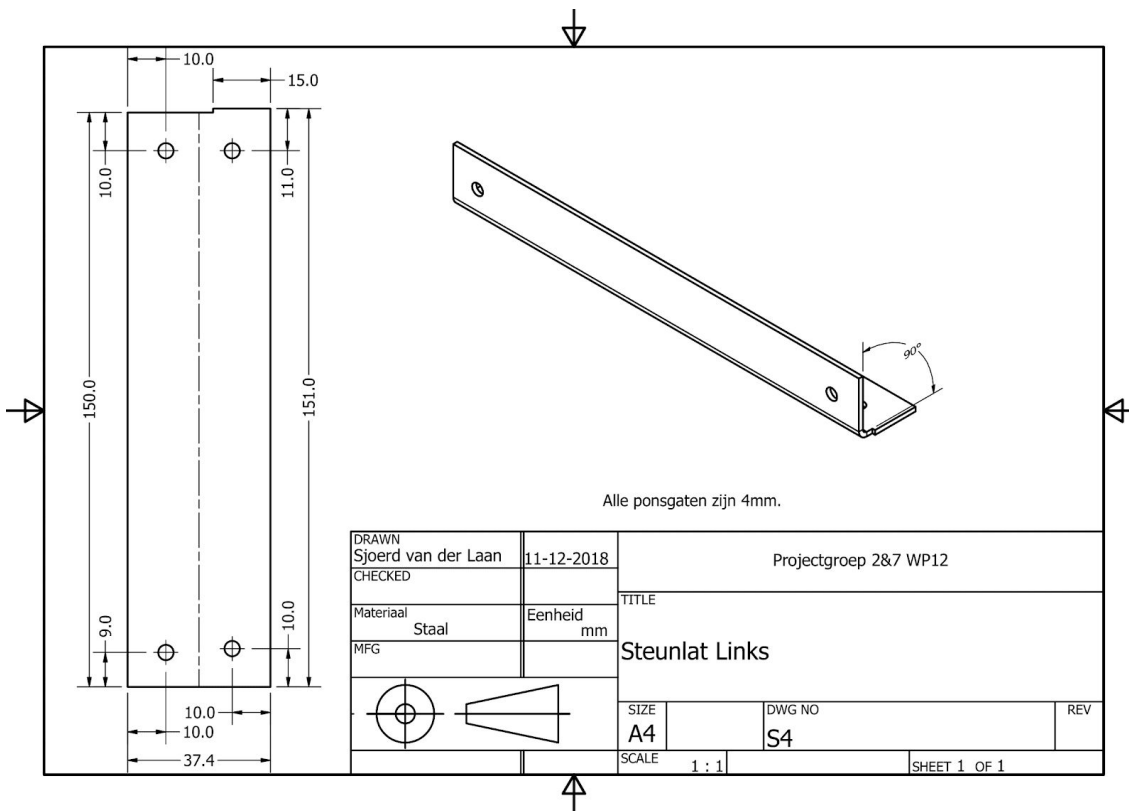
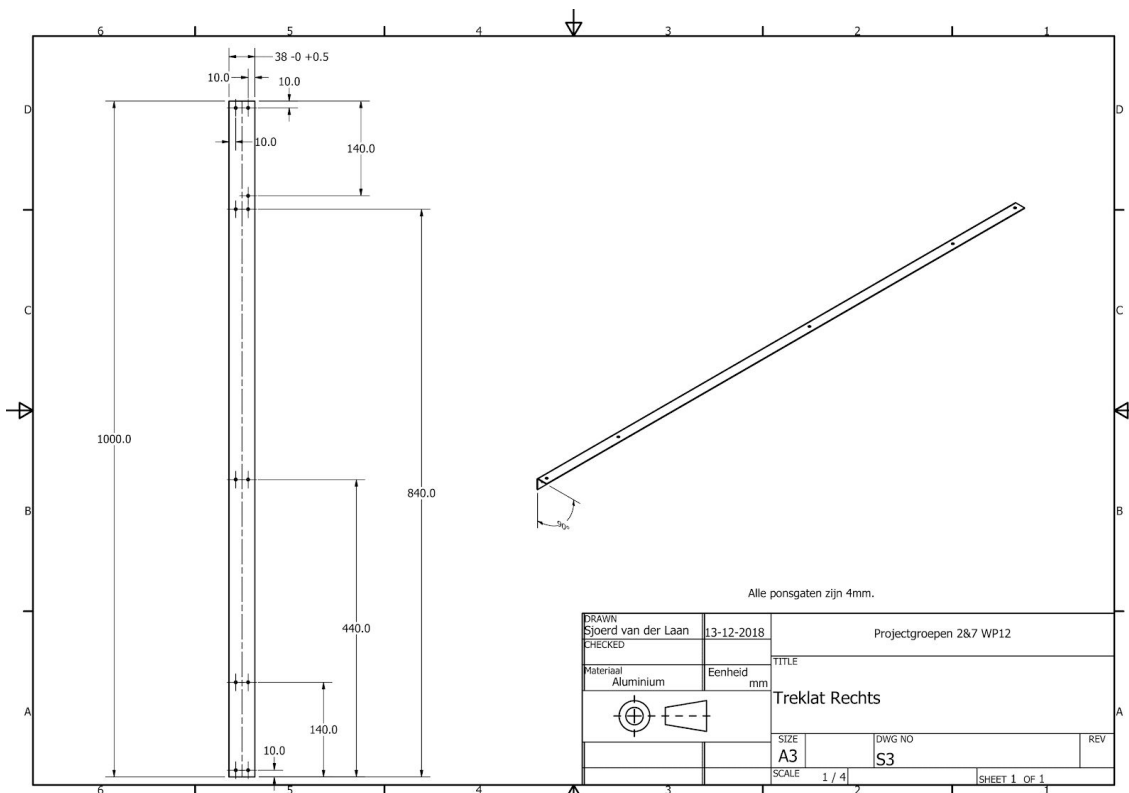
Kritische knikbelasting rekenblad

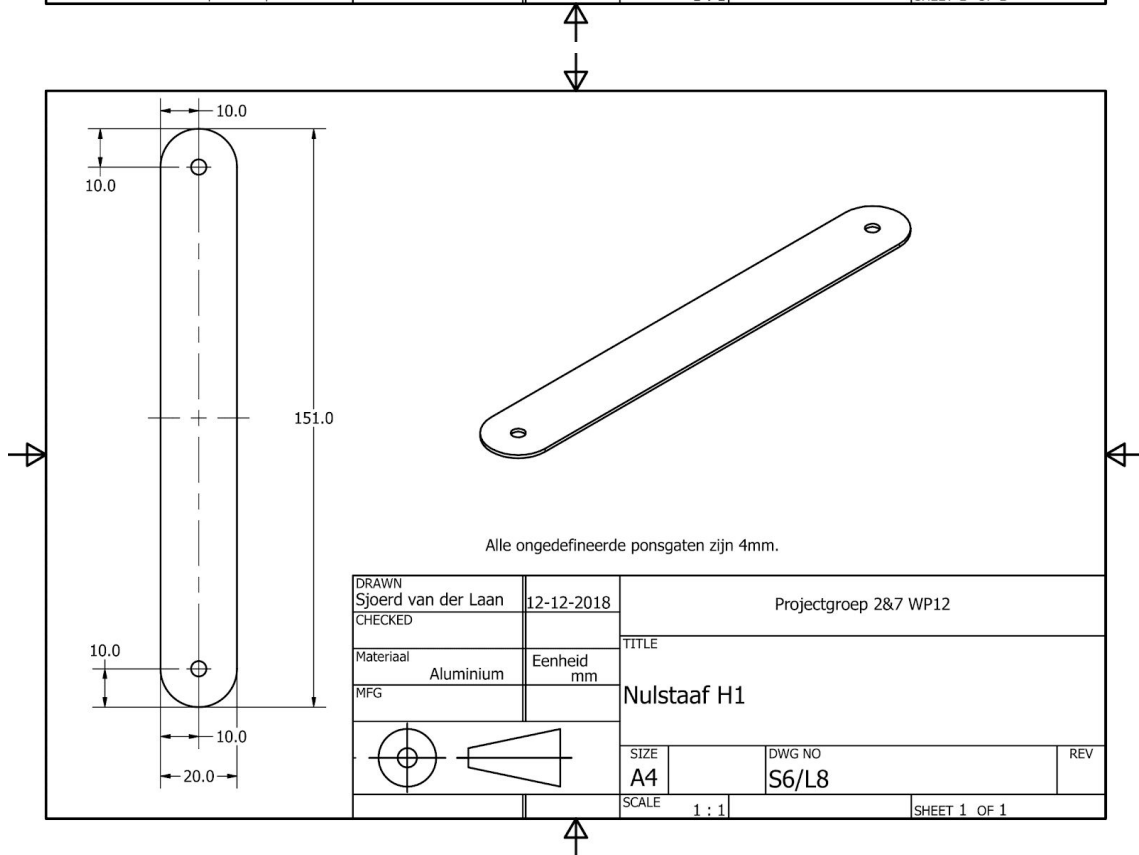
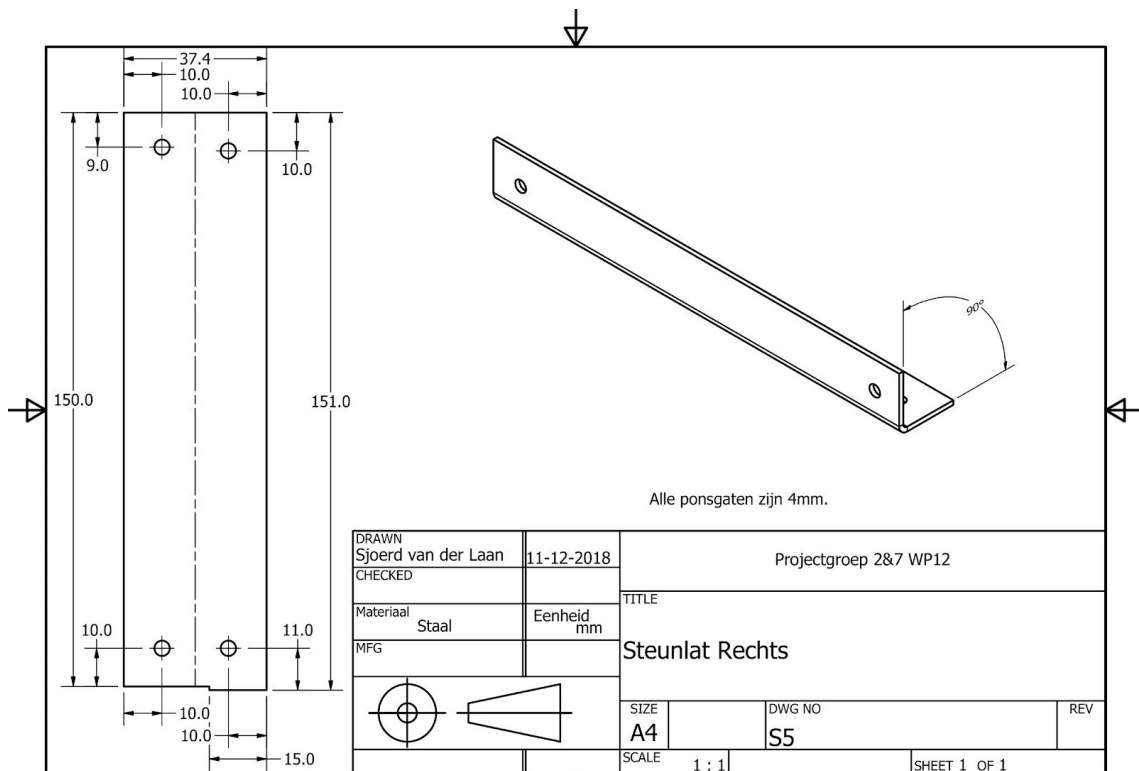
Boutgaten rekenblad

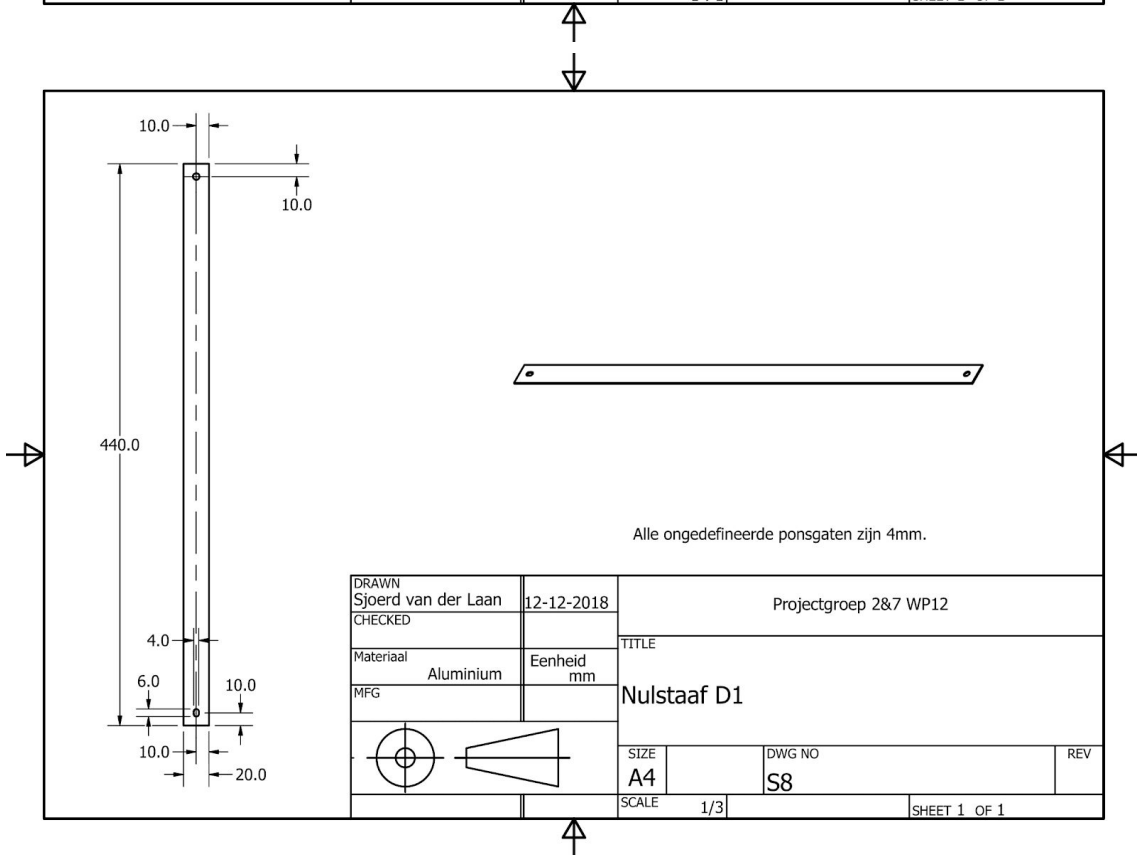
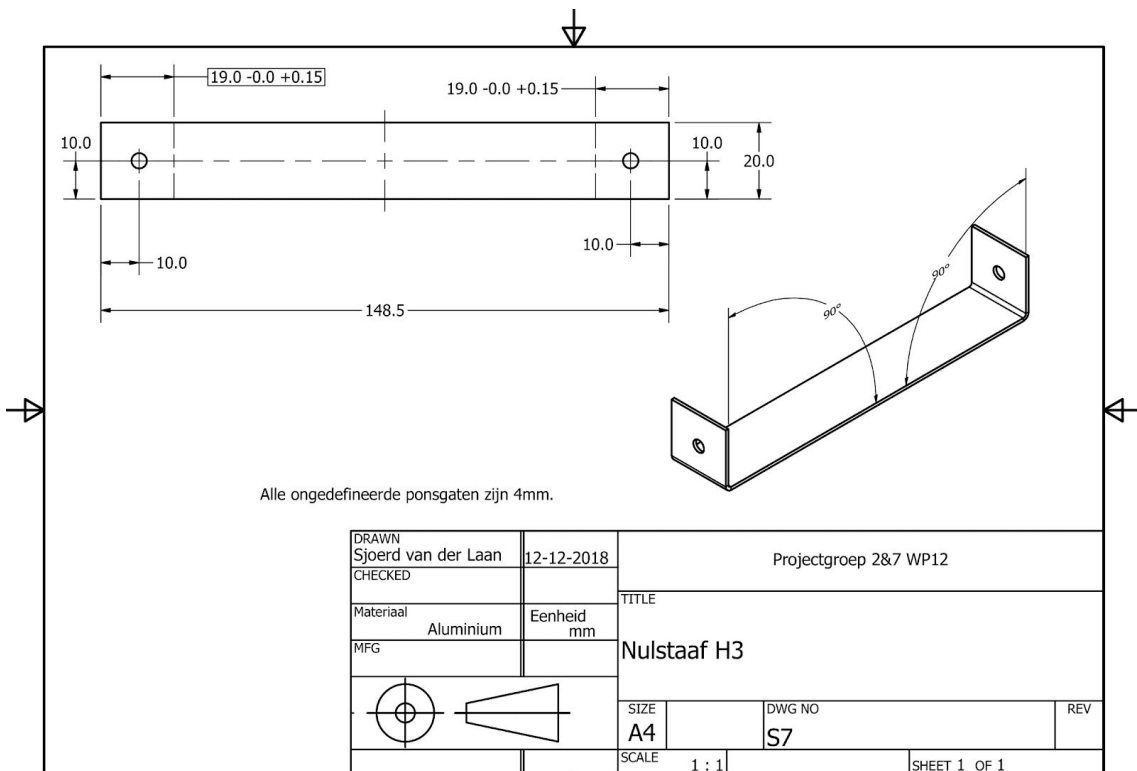


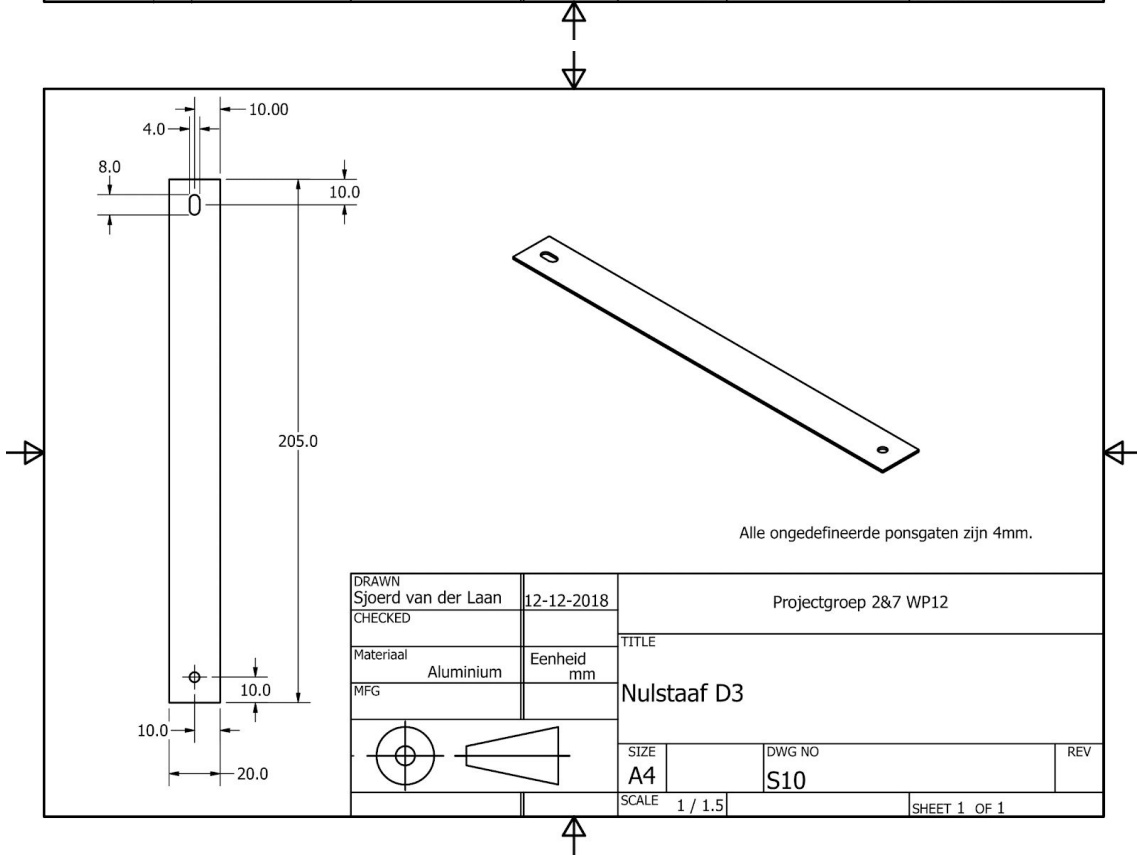
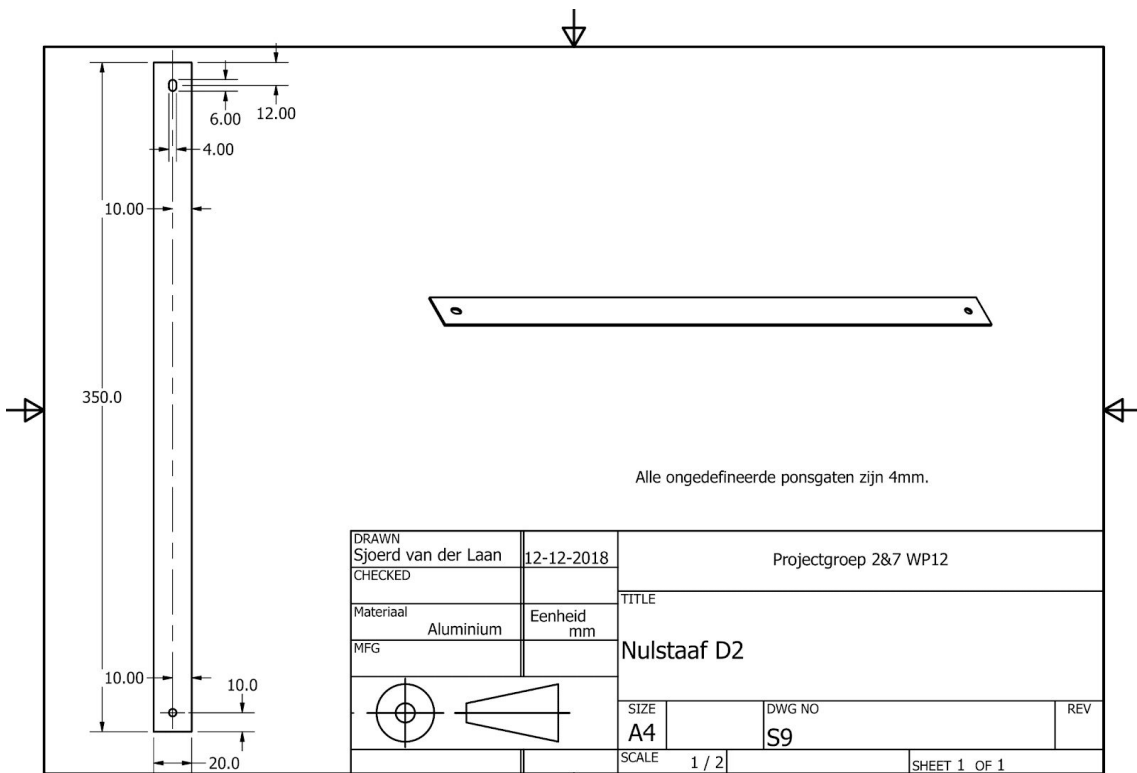












Plaat planning aluminium en plaat planning staal zijn terug te vinden als bijgevoegde bestanden in de mail.

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Druklat		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S1		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 1	Aantal: 2	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 848.5 x 56.5 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	3 gaten: 10 x 10 mm 3 gaten: 10 x 140 mm 3 gaten: 10 x 440 mm 3 gaten: 10 x 840 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijnen aftekenen	Schuifmaat	2 lijnen op 19 mm afstand van de zijkant	Over de hele lengte aftekenen
Staaft in lengte buigen tot U-profiel	Buigbank	-	Op de lijn buigen tot 90°
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Treklát links		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S2		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 2	Aantal: 1	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 1000 x 38 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	2 gaten: 10 x 10 mm 2 gaten: 10 x 140 mm 2 gaten: 10 x 440 mm 2 gaten: 10 x 840 mm 1 gat: 10 x 860 mm 2 gaten: 10 x 990 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijn aftekenen	Schuifmaten	19 mm	Over de hele lengte aftekenen
Staaft buigen tot L-profiel	Buigbank	-	Op de lijn buigen tot 90°
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Treklath rechts		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S3		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 3	Aantal: 1	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 1000 x 38 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	2 gaten: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 140 mm 2 gaten: 10 x 160 mm 2 gaten: 10 x 560 mm 2 gaten: 10 x 860 mm 2 gaten: 10 x 990 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijn aftekenen	Schuifmaat	19 mm	Over de hele lengte aftekenen
Staf in lengte buigen tot L-profiel	Buigbank	-	Op de lijn buigen tot 90°
Uiteinden staf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Steunlat links		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S4		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 4	Aantal: 1	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 151 x 37,4 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 11 mm 1 gat: 10 x 140 mm 1 gat: 10 x 141 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijn aftekenen	Schuifmaat	18,7 mm	Over de hele lengte aftekenen
Staf in lengte buigen tot L-profiel	Buigbank	-	Op de lijn buigen tot 90°
Uiteinden staf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Steunlat rechts		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S5		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 5	Aantal: 1	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 151 x 37,4 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 9 mm 1 gat: 10 x 10 mm 2 gaten: 10 x 140 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijn aftekenen	Schuifmaat	18,7 mm	Over de hele lengte aftekenen
Staaf in lengte buigen tot L-profiel	Buigbank	-	Op de lijn buigen tot 90°
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Nulstaaf H1		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S6 / L8		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 6	Aantal: 10	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 151 x 20 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 141 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Nulstaaf H3		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S7		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 7	Aantal: 3	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 148.5 x 20 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 1385 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijn aftekenen beide uiteinden	Schuifmaat	19 mm vanaf einde	In de breedte
Staaf buigen tot L-profiel	Buigbank	-	Staaf in breedte buigen tot 90°
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Nulstaaf D1		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S8		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 8	Aantal: 4	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 440 x 20 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 430 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken rond
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Nulstaaf D2		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S9		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 9	Aantal: 4	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 350 x 20 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 340 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken rond
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Treklath rechts		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S10 / L9		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 10	Aantal: 6	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 205 x 20 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 195 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Bodemplaaf links		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S11		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 11	Aantal: 1	Materiaal: Staal	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 270 x 80 x 1.5			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 68.5 x 10 mm 1 gat: 10 x 142 mm 1 gat: 68.5 x 260 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	2 met pons van 4 mm 2 met pons van 12 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijn aftekenen	Schuifmaat	20 mm	Aftekenen in de lengte langs vanaf het korte stuk
Staf buigen tot L-profiel	Buigbank	-	Staf buigen tot 90°
Uiteinden staf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Bodemplaaf rechts		Datum: 13 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S12		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 12	Aantal: 1	Materiaal: Staal	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 270 x 80 x 1.5			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 68.5 x 10 mm 1 gat: 10 x 1 gat: 10 x 260 mm 1 gat: 68.5 x 260 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	2 met pons van 4 mm 2 met pons van 12 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Buiglijn aftekenen	Schuifmaat	19 mm	In de lengte vanaf de korte lengte
Staf buigen tot L-profiel	Buigbank	-	Buigen in de lengte tot 90°
Uiteinden staf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsblad			
Naam onderdeel: Nulstaaf H4		Datum: 14 - 12 - 2018	
Onderdeelnr.: S13		Gemaakt door: Nienke Meulemans	
Bladnr.: 13	Aantal: 3	Materiaal: Aluminium	
Hoofdafmeting uitgangsmateriaal [mm]: 151 x 20 x 1			
Bewerkingsvolgorde:			
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerkingen
Gaten aftekenen	Schuifmaat	1 gat: 10 x 10 mm 1 gat: 10 x 141 mm	In de lengte en breedte lijn tekenen -> snijpunt
Centreren	Centerboor	-	Bij het snijpunt van de lijnen een klein gaatje maken
Gaten ponsen	Pons van 4 mm	Bepaald het gereedschap	Precies in het kleine gat van de centerboor
Uiteinden staaf afronden	Vijl	-	Alleen de hoeken
Alle randen staaf afronden	Vijl	-	Randen vlak maken, niet breedte of lengte aanpassen
Gaten ontbramen	Vijl	-	Verspande materiaal wegvijlen

Bewerkingsplan aluminiumplaat			
Datum: 11-12-2018		Sjoerd van der Laan	
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerking
Aftekenen	Schuifmaat	38.5mm	Langs lange zijde van het materiaal
Snijden	Snijmachine	38.5mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	38.5mm	Langs lange zijde van het materiaal
Snijden	Snijmachine	38.5mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	150mm	Over korte zijde van het materiaal
Snijden	Snijmachine	150mm	Langs afgetekende lijn
Snijden	Snijmachine	20mm	Uit het afgesneden stuk materiaal van 150mm breed langs de korte zijde van dat materiaal (x16)
Aftekenen	Schuifmaat	56.5mm	Langs de lange zijde van het beginmateriaal
Snijden	Snijmachine	56.5mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	56.5mm	Langs de lange zijde van het beginmateriaal
Snijden	Snijmachine	56.5mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	80mm	Langs de lange zijde van het beginmateriaal
Aftekenen	Lineaal + kraspen	440mm	Vanaf korte linkerzijde van het afgesneden stuk materiaal
Aftekenen	Lineaal + kraspen	790mm	Vanaf korte linkerzijde van het afgesneden stuk materiaal
Snijden	Snijmachine	440mm	Langs afgetekende lijn
Snijden	Snijmachine	350mm	350mm vanaf de snijrand van de vorige snede (de 790mm afgetekende lijn)
Aftekenen	Schuifmaat	20mm	De 440mm brede

			lat over de lengte opdelen in 4 gelijke stroken
Snijden	Snijmachine	20mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	20mm	De 350mm brede lat over de lengte opdelen in 4 gelijke stroken
Snijden	Snijmachine	20mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	40mm	Beginmateriaal aftekenen op 40mm langs de lange zijde
Snijden	Snijmachine	40mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Lineaal + kraspen	488.5mm	Vanaf korte linkerzijde van het afgesneden stuk materiaal
Aftekenen	Lineaal + kraspen	777.5mm	Vanaf korte linkerzijde van het afgesneden stuk materiaal
Snijden	Snijmachine	488.5mm	Langs afgetekende lijn
Snijden	Snijmachine	289mm	289mm vanaf de snijrand van de vorige snede (de 777.5 mm afgetekende lijn)
Aftekenen	Schuifmaat	20mm	De 488.5mm brede lat over de lengte opdelen in 2 gelijke stroken
Snijden	Snijmachine	20mm	Langs afgetekende lijnen
Aftekenen	Schuifmaat	20mm	De 289mm brede lat over de lengte opdelen in 2 gelijke stroken
Snijden	Snijmachine	20mm	Langs afgetekende lijnen
Aftekenen	Schuifmaat	80mm	Langs lange zijde van het begin materiaal
Snijden	Snijmachine	80mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Lineaal + kraspen	205mm	Vanaf korte

			linkerzijde van het afgesneden stuk materiaal
Snijden	Snijmachine	205mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Lineaal + kraspen	205mm	Vanaf korte linkerzijde van het afgesneden stuk materiaal
Snijden	Snijmachine	205mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Lineaal + kraspen	148.5mm	Vanaf korte linkerzijde van het afgesneden stuk materiaal
Snijden	Snijmachine	148.5mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	20mm	De 205mm brede latten over de lengte opdelen in 4 gelijke stroken
Snijden	Snijmachine	20mm	Langs getekende lijnen op 205mm brede lat
Aftekenen	Schuifmaat	7mm	Langs de lange zijde van de 148.5mm brede lat
Snijden	Snijmachine	7mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	36.5mm	De 148.5mm brede latten over de lengte opdelen in 2 gelijke stroken
Snijden	Snijmachine	36.5mm	Langs afgetekende lijn

Bewerkingsplan Staalplaat			
Datum 13-12-2018		Sjoerd van der Laan	
Bewerking	Gereedschap	Instelgrootheden	Opmerking
Aftekenen	Schuifmaat	140mm	Langs korte zijde van de plaat
Snijden	Snijmachine	140mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	145mm	Langs korte zijde van het afgesneden stuk materiaal
Snijden	Snijmachine	145mm	Lang afgetekende lijn
Aftekenen	schuifmaat	35mm	Opdelen van het 140x145mm stuk materiaal in 35mm stroken over de korte zijde
Snijden	Schuifmaat	35mm	Langs getekende lijnen
Aftekenen	Schuifmaat	79mm	Langs lange zijde van het beginmateriaal
Snijden	Snijmachine	79mm	Langs de getekende lijn
Aftekenen	Lineaal+kraspen	270mm	Vanaf de linker zijde van het afgesneden materiaal
Snijden	Snijmachine	270mm	Langs de afgetekende lijn
Aftekenen	Lineaal + kraspen	270mm	Vanaf de linker zijde van het afgesneden materiaal
Snijden	Snijmachine	270mm	Langs de afgetekende lijn
Aftekenen	Lineaal + kraspen	151mm	Vanaf de linker zijde van het afgesneden materiaal
Snijden	Snijmachine	151mm	Langs afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	4,2mm	Langs de lange kant van het 151x79mm stuk materiaal
Snijden	Snijmachine	4,2mm	Langs de afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	37,4mm	Door het midden van het 151x74.8mm stuk materiaal
Snijden	Snijmachine	37,4mm	Langs de afgetekende lijn
Aftekenen	Schuifmaat	74,8mm	Langs de lange zijde van het begin materiaal
Snijden	Snijmachine	74.8mm	Langs de getekende lijn
Tekenen	Lineaal + kraspen	600mm	Vanaf de linker zijde

			van het afgesneden materiaal
Snijden	Snijmachine	600mm	Langs de afgetekende lijn
Tekenen	Schuifmaat	37.4mm	Door het midden van de 600mm lange lat
Snijden	Snijmachine	37.4mm	Lang de afgetekende lijn om de lat in twee 37.4mm brede stroken te snijden

