

2021 • 2022

Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: elektromechanica

Masterthesis

Ontwerp en realisatie van een universele minimaal invasieve
mindervalideninbouwlift

PROMOTOR :

Prof. dr. ir. Johan BAETEN

PROMOTOR :

Dhr. Werner MARIS

COPROMOTOR :

Ing. Kristof ORY

Tristan Scherpenbergh

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: elektromechanica

Gezamenlijke opleiding UHasselt en KU Leuven



2021 • 2022

Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: elektromechanica

Masterthesis

Ontwerp en realisatie van een universele minimaal invasieve
mindervalideninbouwlift

PROMOTOR :

Prof. dr. ir. Johan BAETEN

PROMOTOR :

Dhr. Werner MARIS

COPROMOTOR :

Ing. Kristof ORY

Tristan Scherpenbergh

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: elektromechanica



KU LEUVEN

Woord vooraf

Als kind vond ik het altijd leuk om dingen te maken en deze dan zelf ook te gebruiken. Tegen de tijd dat het uiteindelijk gelukt was om iets te laten functioneren, was er vaak nog maar een beperkte tijd om het effectief nog te gebruiken. Toch haalde ik het meeste plezier uit het feit dat ik het toch had kunnen maken terwijl andere het al hadden opgegeven.

In het middelbaar heb ik voor richting economie-wiskunde gekozen omdat dit de richting was waarmee je nog de meeste kanten op kon in de toekomst. In het laatste jaar heb ik echter beseft dat economie toch wat te theoretisch werd en ik liever iets ging studeren dat iets praktischer gericht was. Ik had in die tijd ook een boekje met innovatieve ideeën die ik later wou uitwerken. Ik wou dus graag soort van uitvinder worden. Maar om dat te kunnen worden had ik wel veel meer technische kennis nodig. Zo ben ik dan uiteindelijk op de keuze voor industrieel ingenieur gekomen. Al snel werd voor mij duidelijk dat de ontwerpvakken mij het meeste interesseerden. De keuze voor afstudeerrichting elektromechanica optie ontwerp en productie was dan ook een evidente keuze. Bij het zoeken van een masterproef zocht ik dus ook naar een onderwerp waarbij een zeker vorm van innovatie en ontwikkeling aanbod zou komen. Mijn keuze viel zeer snel op het onderwerp “inbouw minder valide lift bij ZZED Lift solutions” aangezien de omschrijving van de opdracht het meeste overeen kwam met mijn interesses.

Na het eerste kennismakingsgesprek was ik ook heel enthousiast. De bedoeling was om een lift te gaan ontwikkelen voor een situatie waar nog geen oplossing voor bestond. En dus kon ik toch al in mijn masterproef een klein beetje uitvinder zijn. Samen met het bedrijf ZZED heb ik alle stappen in het ontwikkelen van een nieuw product kunnen doorlopen. Van starten met een idee tot dit helemaal uit te werken tot een concreet product. Eveneens heb ik veel geleerd van bepaalde stappen waaraan niet direct wordt gedacht als men iets wil uitvinden, maar die toch zeer belangrijk zijn. Zo heb ik de kans gekregen om mee te werken aan het aanvragen van een subsidiedossier, het bezoeken van een leverancier in Italië, het ontwerpen van een logo en het onderzoeken van wetgevingen voor liften. Op persoonlijk vlak heb ik ook veel van Meneer Maris bijgeleerd, zoals het omgaan met klanten en leveranciers. Maar ook dat er eigenlijk niks mooier is dan het ontwikkelen van een product waarmee het leven van mensen die het al moeilijk hebben, gemakkelijker gemaakt kan worden.

Om te beginnen zou ik dan ook mijn externe promotor, Werner Maris, willen bedanken voor mij de kans te geven om mijn masterproef in zijn bedrijf te mogen uitvoeren en mij te betrekken in het hele proces van het ontwikkelen van een nieuwe lift. En zeker om mij mee te nemen naar een potentiële leverancier in Italië. Dit was een fantastische ervaring waaraan ik later met veel plezier aan ga terugdenken. Verder wil ik ook mijn interne promotor Johan Baeten bedanken voor al de hulp tijdens mijn project en altijd een frisse kijk op de problemen te hebben. Ook mijn ouders zou ik nog willen bedanken want zonder hun had ik dit nooit kunnen bereiken.

Ik wens je veel leesplezier.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	1
Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	6
Abstract	7
Abstract in Engels	9
1. Inleiding	11
1.1 Situering	11
1.2 Probleemstelling.....	12
1.3 Doelstellingen.....	13
1.4 Methode.....	14
2. Literatuurstudie	15
2.1 Algemene informatie.....	15
2.1.1 Afmetingen rolstoelen	15
2.1.2 Afmetingen voetpaden	16
2.1.3 Afmetingen trap.....	18
2.1.4 Oplossingen voor kleine hoogteverschillen.....	19
2.1.5 Grootte hoogteverschillen	20
2.2 Overheidsdocumenten liften.....	21
2.2.1 Machinerichtlijn	21
2.2.2 Gevaarlijke machines	22
2.2.3 Verplichtingen van de constructeur.....	22
2.2.4 Risicobeoordeling.....	24
2.3 Soorten liften	26
2.3.1 Trapliften	26
2.3.2 Hefplatformen die de trap volgen.....	26
2.3.3 Verticale hefplatformen met hoogteverschil kleiner dan 1,80m	27
2.4 Patentenonderzoek.....	30
3. Ontwikkeling concept.....	31
3.1 Situatieschetsen praktijk.....	31
3.1.1 Situatieschets Halle	31
3.1.2 Situatieschets Hasselt	32
3.1.3 Situatieschets Gent	33
3.2 Keuze concept	33
3.2.1 Keuze integratie.....	33
3.2.2 Keuze mechanisme.....	33
3.2.3 Visualisatie concept.....	34

4.	Uitwerking lift	35
4.1	Eindige elementen analyse draagplateau	35
4.1.1	Ontwerp simulatie model	35
4.1.2	Resultaten	37
4.2	Sterkteberekeningen draagarmen	39
4.3	Berekening hefcilinder	40
4.4	Aanpassing voor schuinstelling	41
4.4.1	Berekening Cilinder	41
4.4.2	Berekening L-profiel	42
4.4.3	Berekening Lasnaad	43
5.	Bijkomende uitwerkingen	45
5.1	Berekening balk ter vervanging muur	45
5.1.1	Situatieschets	45
5.1.2	Berekeningen	46
5.2	Berekening ophanging	49
5.3	Ontwerp proefopstelling	49
5.4	Ontwerp toonzaaltrap	50
5.5	Ontwerp logo	50
6.	Besluit	51
	Referentielijst	52
	Bibliografie	52
	Bijlage A: Morfologisch overzicht	55
	Bijlage B: Keuze concept	57
	Bijlage D: Krachten in ophangpunten	61
	Bijlage D: Ontwerp logo	62
	Bijlage E: Tekeningen	64

Lijst van tabellen

Tabel 1: Eisenpakket	13
Tabel 2: Afmetingen trap volgens Bouwbesluit 2012 [15]	18
Tabel 3: Lengte van de hellingbaan in functie van het hoogteverschil [20].....	19
Tabel 4: Lijst met belangrijke gevaren [24]	24

Lijst van figuren

Figuur 1: Huislift (links), Logo ZZED Lift Solutions (midden) en vacuümlift (rechts) [1]	11
Figuur 2: concrete situatie in Halle	11
Figuur 3: Hydrolift ATC [2] Figuur 4: Fexstep liftup [3]	12
Figuur 5: Antropomorische afmetingen [5]	15
Figuur 6: Ingenomen ruimte manuele rolstoel stilstaand (links) en in beweging (rechts) [6].....	15
Figuur 7: Ingenomen ruimte elektrische rolstoel [6].....	16
Figuur 8: Vuistregel beweging over hoek van 90 graden [6].....	16
Figuur 9: Vlaamse regelgeving voetpaden [11].....	17
Figuur 10: Brusselse regelgeving voetpaden [5].....	17
Figuur 11: Afmetingen trappen op basis van de optreden (rise) en de aantrede (going) [16]	18
Figuur 12: drempelbrug (links) [17], oprijplaat (midden) [18], hellingbaan (rechts) [19].....	19
Figuur 13: Bijlage IV machinerichtlijn [22].....	22
Figuur 14: Bijlage VII machinerichtlijn [22]	23
Figuur 15: Schematische weergave risicoreductieproces [25]	25
Figuur 16: traplift [1] (links) en rolstoelzweeflift [26] (rechts).....	26
Figuur 17: Hefplatform dat de trap volgt [1].....	26
Figuur 18: Lift met enkel verticale beweging [1].....	27
Figuur 19: Rolstoellift verwerkt in de vloer [2]	27
Figuur 20: Flexstep [27].....	28
Figuur 21: Afmetingen flexstep [28].....	28
Figuur 22: Cibes SwingOn [29]	29
Figuur 23: Afmetingen Cibes SwingOn.....	29
Figuur 24: Cassette lift [30].....	30
Figuur 25: Patent Flexstep [31]	30
Figuur 26: Functieblokschema	31
Figuur 27: 3D weergave situatie Halle.....	31
Figuur 28: Afmetingen situatie Halle	32
Figuur 29: Situatie Hasselt	32
Figuur 30: Situatie Gent	33
Figuur 31: Concept in linkage met horizontale steunpunten.....	34
Figuur 32: Concept in linkage met verticale steunpunten	34
Figuur 33: Primitieve voorstelling gekozen concept.....	34
Figuur 34: Aanleggen van split body	35
Figuur 35: Mesh-instellingen	36
Figuur 36: resultaten eindige elementen analyse (zonder me.....	37
Figuur 37: Spanningsverloop over de verschillende randen	38
Figuur 38: Gegevens krachtberekening bovenste arm	39
Figuur 39: Gegevens berekening cilinder.....	40
Figuur 40: Aanpassingen voor schuinstelling	41
Figuur 41: Gegevens berekening kantelcilinder.....	42
Figuur 42: Aanduiding lasnaad	43
Figuur 43: Situatieschets Hasselt	45
Figuur 44: 3D-weergave situatie Hasselt	45
Figuur 45: Volumiek gewicht beton [33]	46
Figuur 46: Dwarskrachten en momenten balk.....	47
Figuur 47: Berekening ophanging.....	49
Figuur 48: Ontwerp proefopstelling	49
Figuur 49: Toonzaltrap met tegengewicht.....	50
Figuur 50: Logo lift.....	50

Abstract

Het bedrijf ZZED Lift Solutions uit Hasselt levert en monteert verschillende soorten liften. Voor situaties waarbij de breedte van de doorgang beperkt is en de ruimte voor de trap niet mag worden bewerkt (bv. openbaar domein), bestaat er nog geen lift die ingebouwd kan worden zonder de trap volledig te vervangen. Het doel van deze masterproef is een lift te ontwikkelen die universeel toepasbaar is voor gelijkaardige situaties met verschillende dimensies en waarbij een minimale verandering van het bestaande gebouw vereist is.

Het onderzoek start met het bedenken van enkele liftconcepten op basis van een eisenpakket en een literatuurstudie. Vervolgens worden er 3D-tekeningen van het meest geschikte concept in Inventor gemaakt. Dit concept baseert zich op de werking van een cassette waaruit het liftmechanisme schuift. Wanneer een trede wordt vervangen door de cassette, kan de lift helemaal worden weggewerkt in de reeds bestaande trap. Meerdere sterkteberekeningen en eindige-elementenanalyses in Siemens NX zorgen samen met een risicoanalyse voor een robuust en veilig ontwerp. Vervolgens wordt een prototype gebouwd en getest. Ten slotte zorgt het ontwikkelen van een verplaatsbare toonzaaltrap er voor dat de nieuwe lift kan worden gepresenteerd.

Dit nieuwe type lift biedt de mogelijkheid om in specifieke situaties met beperkte inbouwruimte toch een lift te kunnen plaatsen. Ook kan deze lift een waardig alternatief zijn voor de bestaande trapliften en zelfs voor verticale liften met een beperkt hoogteverschil.

Abstract in Englisch

The Hasselt-based company ZZED Lift Solutions delivers and installs various types of lifts. For situations where the width of the passage is limited and the area in front of the staircase cannot be modified (e.g. public domain), there isn't an existing lift that can be installed without completely replacing the staircase. This master thesis aims to develop a lift that is universally applicable for similar situations with different dimensions and which requires minimal modification of the existing buildings.

The research starts with conceiving some lift concepts based on a requirements list and a literature study. Next, 3D drawings are made in Inventor of the most suitable concept. This chosen concept is based on the operation of a cassette out of which the lift mechanism slides. When a step is replaced by the cassette, the lift can be completely hidden in the existing staircase. Multiple strength calculations and finite element analyses in Siemens NX, together with a risk analysis, ensure a robust and safe design. Then, a prototype is built and tested. Finally, the development of a movable showroom staircase, based on a real situation, ensures that the new lift can be presented.

This new type of lift offers the possibility to install a lift in specific situations with limited installation space. This lift can also be a worthy alternative to existing stair lifts and even to vertical lifts with a limited height difference.

1. Inleiding

1.1 Situering

Het onderzoek dat in deze paper wordt beschreven situeert zich in het kader van de masterproef uit de afstudeerrichting industriële ingenieurswetenschappen elektromechanica aan de UHasselt & KU Leuven.

De opdrachtgever van deze masterproef is het bedrijf ZZED Lift Solutions uit Hasselt. Deze firma levert en monteert verschillende soorten liften zoals trapliften, rolstoelliften, huisliften en vacuümliften alsook goederenliften en autoliften [1]. Figuur 1 toont het logo en enkele liften van het bedrijf. Aangezien geen enkel gebouw hetzelfde is, werkt ZZED voor elke klant op maat een oplossing uit. De firma streeft er dus naar om de ontwerpen van hun liften zo flexibel mogelijk te maken, zodat ze gemakkelijk kunnen worden aangepast aan een specifieke opdracht.



Figuur 1: Huislift (links), Logo ZZED Lift Solutions (midden) en vacuümlift (rechts) [1]

Het bedrijf zoekt naar een nieuwe oplossing om oude (rij)huizen, die aan de ingang van de voordeur enkele trappen hebben die uitmonden op publiek domein, toegankelijk te maken voor mindervalide personen. Figuur 2 geeft een trap weer in Halle waarvoor het bedrijf al een concrete aanvraag heeft. Deze situatie komt voornamelijk binnen de stadskern op vele plaatsen voor. Er zijn momenteel nog geen afdoende oplossingen beschikbaar om zulke huizen toegankelijk te maken voor mindervalide personen, zonder invasief te zijn op zowel het openbare domein als op de privé-eigendom. Het onderzoek van deze masterproef zal er dus uit bestaan om een concept te bedenken en uit te werken om mindervalide personen in de toekomst een oplossingen te bieden om deze woningen te betreden.



Figuur 2: concrete situatie in Halle

1.2 Probleemstelling

Mindervalide personen die in (oude) rijhuizen wonen kunnen hun woning moeilijk of zelfs niet betreden als ze enkele trappen moeten overwinnen. Wanneer er voldoende plaats is in de woning of voor de woning dan is het mogelijk om de reeds bestaande liften te plaatsen. Figuren 3 en 4 tonen twee voorbeelden van bestaande oplossingen voor rolstoelgebruikers. Deze liften worden voor ZZED gemaakt door de bedrijven ATC [2] en Liftup [3]. Toch is deze oplossing niet in elke situatie toepasbaar, en wel om verschillende redenen.



Figuur 3: Hydrolift ATC [2]



Figuur 4: Fexstep liftup [3]

Ten eerste bevindt er zich voor de trappen van de rijhuizen vaak een stoep. Aangezien dit openbaar domein is, is het in de meeste gevallen niet mogelijk om een rolstoellift zoals in figuur 3 te plaatsen. Een mogelijke oplossing hiervoor is het systematisch toestemming vragen aan de gemeente om deze lift in te bouwen. Maar vaak liggen er onder de stoep ook nog leidingen waardoor de aanvraag alsnog zou afgewezen worden.

Ten tweede zijn de afmetingen van de voordeur, inkomhal en trap vaak vrij beperkt waardoor oplossingen zoals in figuur 4 niet toepasbaar zijn. Er moet immers nog voldoende ruimte zijn zodat de rolstoel op de lift past.

Bovendien zal, bij elk type lift dat momenteel wordt gebruikt bij ZZED, een deel van het openbaar domein of de privé-eigendom moeten worden verbouwd. Dit brengt heel wat extra verbouwingkosten met zich mee en veel mensen zien dit liever niet gebeuren.

Een laatste probleem is dat wanneer de trap volledig wordt vervangen door een lift die enkel verticaal zou bewegen, er geen ingang meer is voor de mensen die geen beperkingen hebben. Iedereen zou dan de lift moeten nemen om de woning te betreden. Aangezien het niet de bedoeling is om andere huisgenoten te hinderen is ook deze optie dus niet gewenst.

1.3 Doelstellingen

De hoofddoelstelling van deze masterproef is het toegankelijk maken van gebouwen en minimaal invasief te zijn op zowel het openbare domein als de privé-eigendom. Het ontwerp dient dus binnen de gebouwschil te worden geïntegreerd. Verder zijn er ook nog een aantal nevendoelestellingen. Deze nevendoelestellingen zijn per categorie verwerkt in een eisenpakket dat is opgesteld volgens de richtlijnen van het methodisch ontwerpen [4, pp. 53-58]. Tabel 1 toont dit eisenpakket op een overzichtelijke manier.

Tabel 1: Eisenpakket

vaste eisen	variabele eisen	wensen	
			Mechanisch
x			Het gevraagde hoogteverschil overwinnen (405mm in deze case)
x			De constructie moet binnen de gebouwschil passen (breedte = 993mm deze case)
	x		Verschillend aantal trappen kunnen overwinnen (multifunctionaliteit)
	x		De constructie moet sterk genoeg zijn om tot maximaal 300kg te kunnen verplaatsen
	x		Functioneel blijven bij alle weersomstandigheden (Temperaturen van 50 tot -20°C)
		x	De lift zijwaards kunnen betreden
			Elektrisch
x			De aansturing moet gebeuren met een dodemansbediening
x			Aansturing mogelijk met zowel een afstandsbediening als een app
x			Het metalen frame van de lift mag nooit onder elektrische spanning komen te staan
x			De beweging mag geen invloed hebben op het elektrische circuit
x			De aansturing moet bedrijfszeker zijn
	x		Bevestiging van lichtgevende elementen op de machine
		x	Aansturing met sleutelcontact
		x	Aan IP65 voldoen
			Aandrijving
x			De aandrijving moet een soft-start en soft-stop aandrijving hebben (Geen schokken)
	x		De tijd waarop de beweging moet gerealiseerd zijn is maximaal 1 minuut
	x		Voldoende vermogen leveren om de lift+max 300kg te kunnen verplaatsen
		x	De aandrijving moet zo energie efficiënt/milieubewust mogelijk verlopen
			Bouwkundig
x			Niet invasief zijn op het openbare domein
x			Wanneer de lift bevestigd is moet deze toegankelijk zijn voor onderhoud
x			De bevestigingstructuur moet universeel zijn (niet enkel voor deze case ontwikkelen)
	x		Bij de plaatsing moet er zo weinig mogelijk aan de gebouwschil worden gewijzigd
		x	Het wegwerken van de lift zodat deze niet direct opvalt in het geheel
			Juridisch
x			Ontwikkelen volgens de machinerichtlijn zodat een CE-label kan worden toegekend
x			Het stedenbouwkundig aftoetsen van de mogelijkheden van de lift
x			Risicoanalyse van de lift in zijn gebruik maken
			Marketing
	x		Zorgen dat het product betaalbaar blijft (onder 20.000 euro).
	x		Levensduur van 10 jaar
		x	Een aantrekkelijk product creëren zodat vele mensen kunnen geholpen worden

1.4 Methode

Het onderzoek start met een literatuurstudie die alle mogelijke vormen van liften die al op de markt zijn in kaart brengt. Deze informatie zal inspiratie geven bij het uitdenken van een concept en eventueel kan dit concept al voortbouwen op een bestaand onderzoek. In deze fase worden ook enkele leveranciers bezocht om bepaalde concepten te analyseren en beter te begrijpen. Verder zal het bekijken van diverse databanken met patenten vermijden dat gepatenteerde concepten deel uitmaken van het finale product. Het meten en uittekenen van de concrete situatie in Halle verloopt overigens parallel met de literatuurstudie.

De verkregen informatie helpt vervolgens bij het opstellen van een functieblokschema, waarbij de functies alle doelstellingen van de opdrachtgever omvatten. Voor elke functie worden er daarna verschillende oplossingen bedacht. Met behulp van een morfologisch overzicht leiden deze oplossingen dan tot een eerste concept. Het maken van enkele sterkteberekeningen op de vereenvoudigde voorstelling van het concept is verder nodig om het concept vroegtijdig te valideren.

Het uitvoerig uittekenen van dit concept gebeurt vervolgens in een 3D-tekenpakket. Een eindige-elementenanalyse voert dan een uitgebreidere sterkteanalyse op het concept uit. De uitkomsten van deze analyse kunnen dan gebruikt worden voor het bepalen van de materiaalkeuze van het concept.

Uiteindelijk zullen de benodigde onderdelen worden aangekocht voor het bouwen van een prototype van de lift. Na het bouwen van de proefopstelling en het prototype van de lift, zullen er verschillende stabiliteitstesten op de lift worden uitgevoerd. Deze testen kunnen leiden tot wijzigingen aan het concept, waarna de reeds beschreven stappen zich herhalen.

Na het succesvol afronden van al deze stappen kan zowel de productie van de lift alsook de installatie bij de concrete toepassing in Halle starten.

2. Literatuurstudie

In deze literatuurstudie zal er eerst gezocht worden naar technische informatie die in het algemeen op liften gericht is. Daarna wordt ook de juridische informatie kort besproken. Deze informatie zal helpen om tot een goed ontwerp te komen.

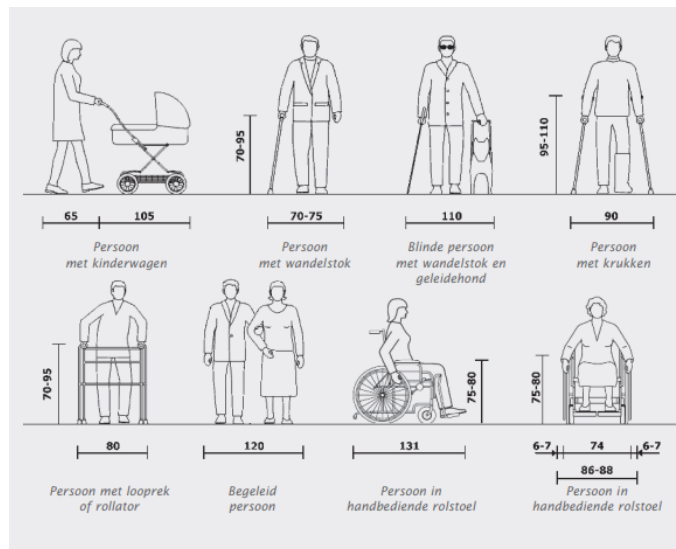
Vervolgens zullen verschillende soorten bestaande liften worden besproken. Hierbij zullen de voor en nadelen van elke lift vermeld worden, rekening houdend met de situatie waarin de lift zal moeten geplaatst worden.

2.1 Algemene informatie

In dit hoofdstuk zal er dieper ingegaan worden op de belangrijke algemene technische vereisten waaraan een rolstoellift moet voldoen.

2.1.1 Afmetingen rolstoelen

De afmetingen van de lift dienen groot genoeg te zijn om een rolstoel te kunnen verplaatsen. Er bestaan verschillende bronnen die de afmetingen van personen met een beperkte mobiliteit in kaart brengen [5]. Figuur 5 geeft een voorbeeld hiervan.

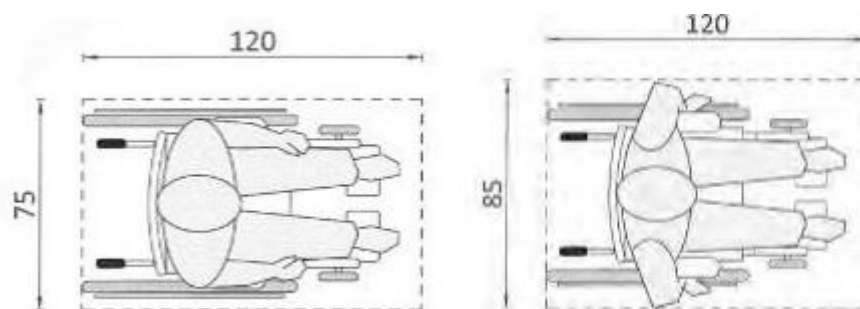


Figuur 5: Antropomorfe afmetingen [5]

In de inspiratiebundel van het agentschap Toegankelijk Vlaanderen [6] worden bij ergonomische ontwerpprincipes de afmetingen van zowel elektrische als manuele rolstoelen vermeld[bron].

Voor manuele rolstoelen worden volgende afmetingen omschreven:

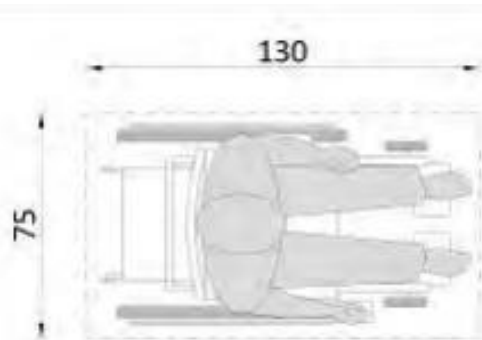
- Diameter draaicirkel: 150 cm
- Geschikte obstakelvrije breedte: 90 cm
- Ruimte die ingenomen wordt verschilt wanneer de rolstoel stilstaat of in beweging is zoals weergegeven op figuur 6.



Figuur 6: Ingenomen ruimte manuele rolstoel stilstaand (links) en in beweging (rechts) [6]

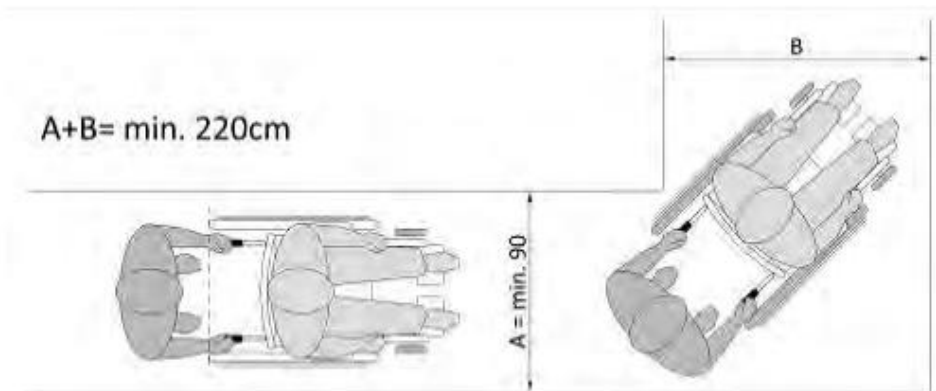
Voor elektrische rolstoelen zijn deze afmetingen verschillend:

- Diameter draaicirkel: 180 cm
- Geschikte obstakelvrije breedte: 90 cm
- De gebruikruimte verschilt niet tussen stilstaand en bewegend en is weergegeven op figuur 7: ingenomen ruimte elektrische rolstoel.



Figuur 7: Ingenomen ruimte elektrische rolstoel [6]

Voor een beweging over een rechte hoek (90°) wordt de vuistregel op figuur 8 omschreven:



Figuur 8: Vuistregel beweging over hoek van 90 graden [6]

2.1.2 Afmetingen voetpaden

Aangezien er in de opdrachtomschrijving ook sprake is van een voetpad voor de trap is het ook belangrijk om te weten wat de algemene afmetingen zijn van een voetpad. Voor voetpaden zijn er echter geen algemene Europese richtlijnen. Aangezien het grootste deel van de bedrijfsactiviteiten van ZZED zich in België bevinden, zullen deze verder worden besproken.

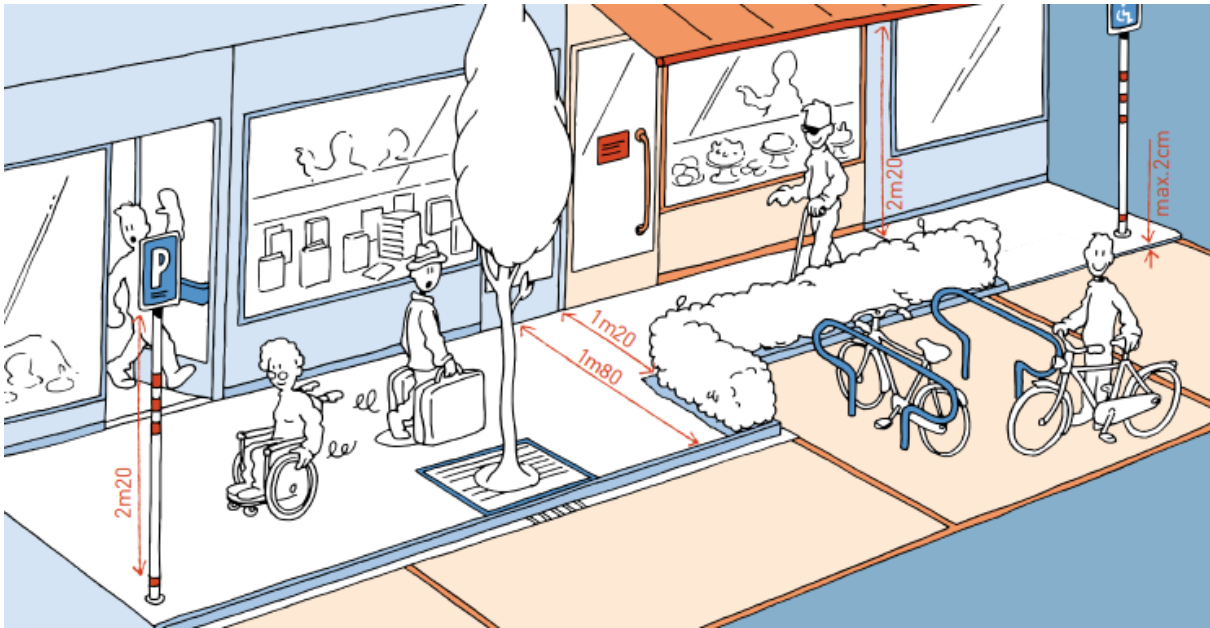
In België zijn de gewesten bevoegd voor openbaren werken en vervoer, zijn de regels voor voetpaden per gewest bepaald [7]. Deze regels zullen hieronder per gewest worden besproken.

Aangezien de wetgeving al verouderd voor Vlaanderen(1997 [8]) en onvolledig is, wijken de normen in de brochures af van de wettelijke normen.

Voor Vlaanderen gelden volgende regels [9], [10], [11]:

- De minimale breedte van een voetpad in het algemeen: 1,80m.
- De minimale breedte bij lange vernauwingen: 1,50m.
- De minimale breedte bij lijnvormige vernauwingen van maximaal 10m: 1,20m.
- De minimale breedte bij puntvernauwingen (vb. paaltjes, verkeersborden,...): 1,00m.
- De vrije doorgangshoogte: 2,20m.
- Maximale plaatselijke hoogteverschillen: 2cm.
- Op regelmatige afstanden moet een draairuimte voorzien zijn. Deze afmetingen bedragen 1,50mx1,50m voor een manuele rolstoel en 1,80mx1,80m voor een elektrische rolstoel.
- De dwarshelling voor een voetpad mag maximaal 2% bedragen.

- Maximale langshelling (in de loopprijs): 4%. Bij een sterke hellingsgraad veroorzaakt door het landschap is het aangeraden horizontale rustplaatsen te voorzien om de 100m.



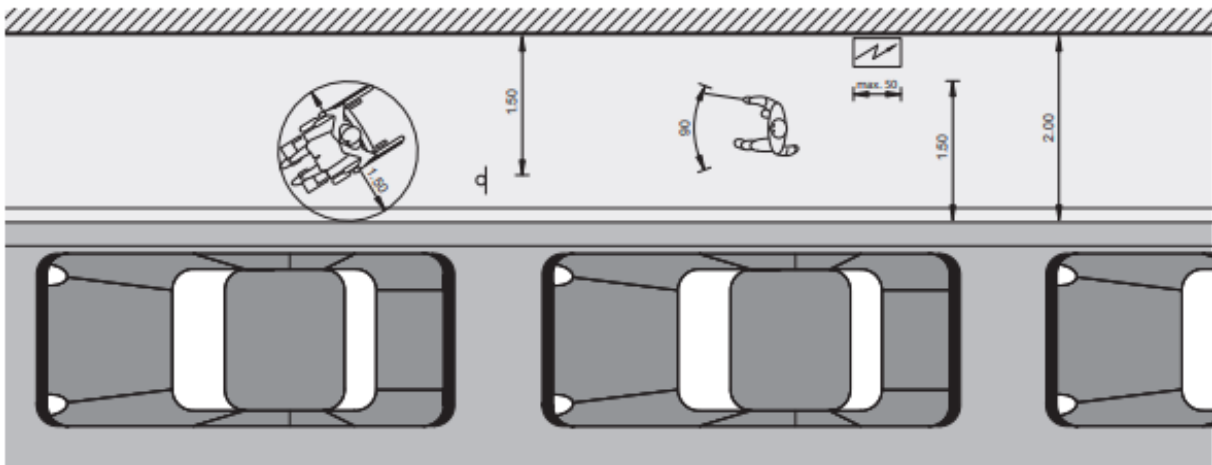
Figuur 9: Vlaamse regelgeving voetpaden [11]

Voor Wallonië gelden volgende regels [12], [13]:

- Een permanent pad is vrij van hindernissen over een minimumbreedte van: 1,50m.
- Minimumhoogte: 2,20m.
- De dwarshelling mag niet meer dan 2cm bedragen.
- Bij een obstakel waarvan de lengte niet meer dan 50cm is, is de minimumbreedte 1,20m op voorwaarde dat er geen ander obstakel binnen 1,50 meter afstand is.

Voor Brussel gelden volgende regels [14], [5]:

- De minimale breedte van een voetpad in het algemeen: 2,00m. Dit geldt voor een trottoir waarlangs geparkeerd wordt.
- De minimale breedte waar niet langs geparkeerd wordt en in alle zones met druk voetgangersverkeer: 2,50m.
- Bij een obstakel waarvan de lengte niet meer dan 50cm is, is de minimumbreedte 1,50m op voorwaarde dat er geen ander obstakel binnen 1,50 meter afstand is.
- De dwarshelling mag niet meer dan 2cm bedragen.



Figuur 10: Brusselse regelgeving voetpaden [5]

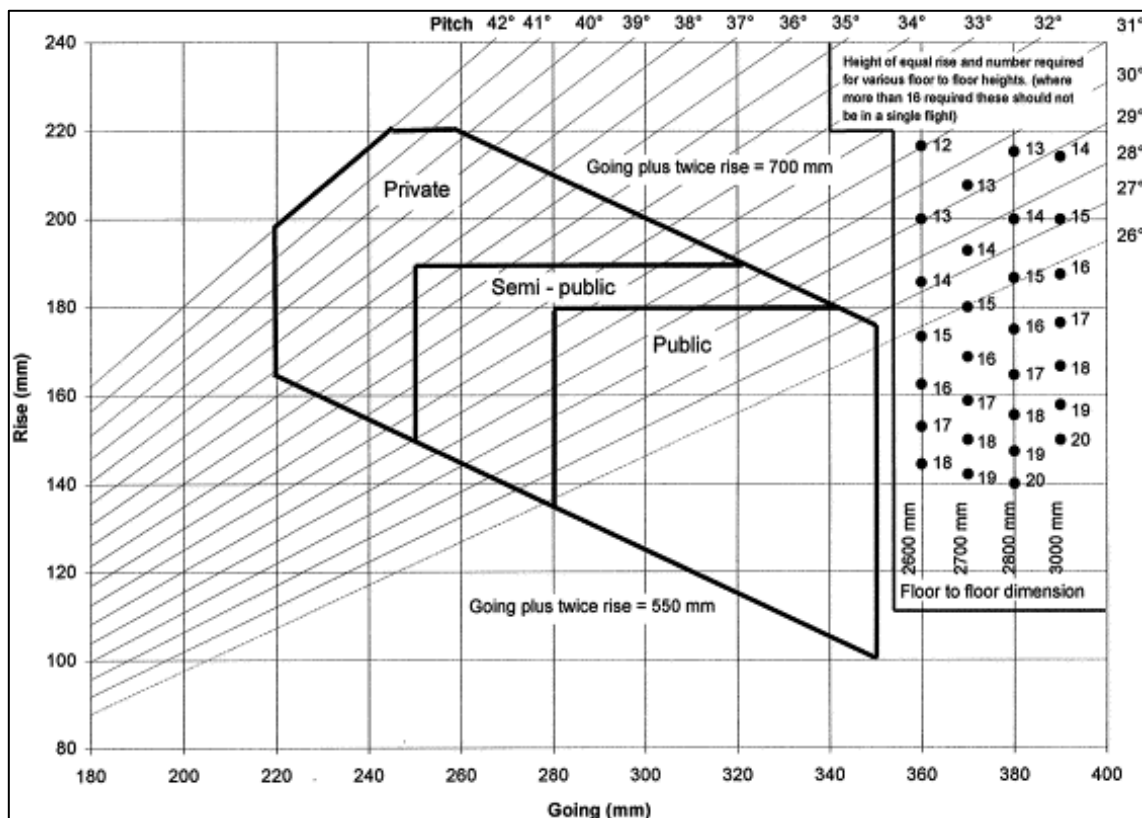
2.1.3 Afmetingen trap

Ook voor aanleggen van trappen bestaan er voorschriften. Deze zijn vervat in het Bouwbesluit 2012. Als men bouwt of verbouwd moet men zich altijd aan deze voorschriften houden. Tabel 2 geeft de afmetingen die voor een nieuwe trap gelden weer [15].

Tabel 2: Afmetingen trap volgens Bouwbesluit 2012 [15]

afmetingen van een trap	reguliere trap		trap uitsluitend voor ontvluchten
	woonfunctie	andere gebruiksfunctie	alle gebruiksfuncties
Minimum breedte van de trap	0,8 m	0,8 m	0,8 m
Minimum vrije hoogte boven de trap	2,3 m	2,1 m	2,1 m
Minimum aantrede ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van de trede	0,22 m	0,185 m	0,185 m
Maximum hoogte van een optrede	0,188 m	0,21 m	0,21 m
Minimum breedte van het tredevlak, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,05 m	0,05 m	0,05 m
Minimum breedte van het tredevlak ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,23 m	0,23 m	0,23 m
Minimum afstand van de klimlijn tot de zijkanten van de trap	0,3 m	0,3 m	0,3 m

Een klassiek trapformule die vaak wordt gebruikt is: $2x \text{ optrede} + \text{aantrede} = 63 \text{ cm}$. Een ander manier voor de afmetingen van een trap te bepalen is door gebruik te maken van bepaalde grafieken. Figuur 11 geeft de acceptabele afmetingen van een trap voor zowel privaat als publiek gebruikt. Zowel de hellingsgraad (pitch), rise (optreden) en going (aantrede) worden weergegeven [16].



Figuur 11: Afmetingen trappen op basis van de optreden (rise) en de aantrede (going) [16]

2.1.4 Oplossingen voor kleine hoogteverschillen

Om een hoogteverschil te overwinnen van 1 cm tot 1 m te overbruggen bestaan er verschillende oplossingen. Een rolstoelgebruiker kan een hoogteverschil van maximaal 2 centimeter zelf overwinnen. Wanneer het hoogteverschil groter wordt dient men een hulpmiddel te voorzien zoals een drempelbrug, oprijgoot of -plaat of hellingbaan. Figuur 12 geeft het verschil tussen deze 3 categorieën duidelijk weer.





Figuur 12: drempelbrug (links) [17], oprijplaat (midden) [18], hellingbaan (rechts) [19]

Een drempelbrug is een wegneembare constructie waarmee 2 tot 7 cm kan worden overbrugd. Wanneer het hoogteverschil groter dan 7 cm is dan wordt de constructie gecatalogiseerd onder de categorie oprijgoot of -plaat, die tot 15 cm kunnen overbruggen [20].

Een hellingbaan wordt omschreven als een constructie die een minimale breedte heeft van 90 cm [20]. Deze constructie kan zowel vast als wegneembaar zijn. Een hellingbaan kan gebruikt worden tot niveauverschillen van 1 meter en heeft voor elke hoogteverschil een andere lengte zoals weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Lengte van de hellingbaan in functie van het hoogteverschil [20]

hoogteverschil	minimale lengte hellingbaan
	
2 cm	0 m
3 cm	0,3 m
4 cm	0,4 m
5 cm	0,5 m
6 cm	0,6 m
7 cm	0,7 m
8 cm	0,8 m
9 cm	0,9 m
10 cm	1,0 m
15 cm	1,8 m
20 cm	2,4 m
25 cm	3,0 m
30 cm	4,3 m
35 cm	5,0 m
40 cm	6,4 m
45 cm	7,2 m
50 cm	8,0 m
55 cm	11 m
60 cm	12 m
65 cm	13 m
70 cm	14 m
75 cm	15 m
80 cm	16 m
85 cm	17 m
90 cm	18 m
95 cm	19 m
1,00 m	20 m

Voor hellingsbanen van wegen voor voetgangersverkeer, waaronder rolstoelgebruikers, worden volgende vereisten gesteld [8]:

- <10cm: helling kleiner of gelijk aan 12%
- 10cm-25cm: helling kleiner of gelijk aan 10%
- 25cm-50cm: helling kleiner of gelijk aan 8%
- >50cm: helling kleiner of gelijk aan 5%

2.1.5 Grootte hoogteverschillen

Voor hoogteverschillen van meer dan een meter te overwinnen worden trappen gebruikt. Om deze trappen toegankelijk te maken kan men kiezen uit verschillende oplossingen: trapliften, hefplatformen die de trap volgen, verticale hefplatformen (hier ontstaat een verdeling tussen platformen doe meer en minder dan 1m80 overwinnen) en liften. Het VAPH (Vlaams agentschap voor personen met een handicap) maakt een onderverdeling tussen: trapliften, plateauliften en verticaal hefplatform +1,80m. Deze vallen allemaal onder de machinerichtlijn. Voor de doelgroep van het VAPH gelden volgende regels [20]:

- er moet gebruik gemaakt worden van een dodemansbediening. Bij kinderen moet een volwassene de lift via een afstandsbediening kunnen bedienen;
- een kind moet veilig kunnen worden gepositioneerd en door een volwassene begeleid worden tijdens het transport;
- er moet rekening gehouden worden met de geluidsoverlast als de lift zich aan een woningscheidende wand bevindt;
- bij belemmering van de machine moet er een communicatiemiddel voorzien zijn zoals een gsm of alarmknop.

Verticale hefplatformen +1,80m worden niet veilig beschouwd voor de doelgroep van het VAPH wanneer deze zijn uitgevoerd met een open constructie. Een open hefplatform wordt enkel aangeraden voor een hoogteverschil van minder dan 1,80m. Boven deze hoogte is een gesloten koker of schacht vereist.

Verder is het ook belangrijk om het verschil tussen een verticaal hefplatform en een lift te verduidelijken. Verticale hefplatformen vallen onder de machinerichtlijn en hebben een gelimiteerde snelheid van maximaal 0,15 m/s. Met een lift doelt men op een liftkooi die in een liftschacht beweegt. Dit soort lift valt onder het KB Liften en daardoor zijn er hogere snelheden toegelaten. Voor de liftkooien geldt de norm EN 81-70. Omdat deze masterproef niet zal gebruikmaken van een lift met schacht zal er niet dieper worden ingegaan op de informatie van deze liften.

De verschillende soorten liften zullen in hoofdstuk 2.3 van de literatuurstudie uitgebreid worden besproken.

2.2 Overheidsdocumenten liften

2.2.1 Machinerichtlijn

Zoals in de vorige paragraaf al reeds vermeld zal de lift die in deze masterproef wordt ontworpen moeten voldoen aan de machinerichtlijn. In deze paragraaf zal hier verder op worden ingegaan. Met de machinerichtlijn wordt de richtlijn 2006/42/EG bedoeld. Deze richtlijn omschrijft een machine als: “een samenstel, voorzien van een aandrijfsysteem, van onderling verbonden onderdelen of componenten waarvan er ten minste één kan bewegen, die samengevoegd zijn voor een bepaalde toepassing”. Aangezien deze richtlijnen zijn omgezet in het KB van 12/08/08 zijn dit verplichtingen op voor nieuwe machines [21]. Wanneer er niet wordt voldaan aan de machinerichtlijn of als de CE-markering ongeldig is aangebracht, mag een machine niet op de markt gebracht worden [22].

Een lift, die valt onder het toepassingsgebied van de richtlijn, wordt omschreven als een hijs of hefwerktuig dat een vaste baan volgt en bestemd is voor het vervoer van personen en goederen. Deze richtlijn is niet van toepassing op [22]:

- hijs- en hefwerktuigen met een maximumsnelheid van 0,15 m/s;
- bouwliften;
- kabelinstallaties, met inbegrip van kabelsporen;
- liften die speciaal zijn ontworpen en gebouwd voor militaire of politieke doeleinden;
- hijs- en hefwerktuigen van waaruit werkzaamheden verricht kunnen worden;
- mijnliften;
- hijs- en hefwerktuigen voor het heffen van kunstenaars tijdens een optreden;
- hijs- en hefwerktuigen die in vervoermiddelen zijn ingebouwd;
- hijs- en hefwerktuigen die met een machine zijn verbonden en uitsluitend bestemd zijn om de toegang tot de werkplek, inclusief onderhouds- en inspectiepunten op de machine, mogelijk te maken;
- tandradbanen;
- roltrappen en rolpaden.

2.2.2 Gevaarlijke machines

Een machine die in bijlage IV staat wordt beschouwd als een gevaarlijke machine. Hiervoor dienen extra procedures te worden gevolgd. Deze machines moeten ook gekeurd worden door een gecertificeerde instantie. Alle andere machines mogen gecertificeerd worden door de constructeur. Figuur 13 geeft bijlage IV weer. Zolang de lift van deze masterproef onder de 3 meter blijft zal deze dus niet moeten worden gekeurd. Voor extra advies mag men zich wel laten bijstaan door een keuringsinstantie [22].

Categorieën machines waarvoor een van de in artikel 12, leden 3 en 4, bedoelde procedures moet worden gevolgd
1. Cirkelzagen (eenbladig en meerbladig), voor de bewerking van hout en materialen met gelijkaardige fysieke eigenschappen of voor de bewerking van vlees en materiaal met gelijkaardige fysieke eigenschappen:
1.1. zaagmachines waarvan het zaagblad (de zaagbladen) zich tijdens het zagen in een vaste stand bevindt (bevinden), voorzien van een vast tafelblad of vaste werkstukdrager en met manuele toevoer van het werkstuk of met verwijderbare meenemer;
1.2. zaagmachines waarvan het zaagblad (de zaagbladen) zich tijdens het zagen in een vaste stand bevindt (bevinden), voorzien van een tafelzaagbok of een heen en weer gaande slede die met de hand wordt verplaatst;
1.3. zaagmachines waarvan het zaagblad (de zaagbladen) zich tijdens het zagen in een vaste stand bevindt (bevinden) en die bij de constructie zijn uitgerust met een geïntegreerde voedingsinrichting voor de te zagen werkstukken, waarbij het materiaal met de hand wordt toegevoerd en/of afgevoerd;
1.4. zaagmachines waarvan het zaagblad (de zaagbladen) tijdens het zagen beweegbaar is (zijn), uitgerust met een mechanisch beweegbaar blad, waarbij het materiaal met de hand wordt toegevoerd en/of afgevoerd.
2. Vlakschaafmachines met handmatige toevoer voor houtbewerking.
3. Eenzijdige schaaftmachines met geïntegreerde voeding, met handmatige toevoer en/of afvoer voor houtbewerking.
4. Lintzagen van het volgende type, met handmatige toevoer en/of afvoer voor de bewerking van hout en materialen met gelijkaardige fysieke eigenschappen of voor de bewerking van vlees en materialen met gelijkaardige fysieke eigenschappen:
4.1. zaagmachines waarvan het zaagblad (de zaagbladen) zich tijdens het zagen in een vaste stand bevindt (bevinden), voorzien van een vast(e) of heen en weer gaand(e) tafelblad of werkstukdrager;
4.2. zaagmachines waarvan het zaagblad op een heen en weer gaande slede is gemonteerd.
5. Gecombineerde machines van de in de punten 1 tot en met 4 en 7 bedoelde typen voor de bewerking van hout en materialen met gelijkaardige fysieke eigenschappen.
6. Pennenbanken met verschillende spullen met handmatige toevoer voor houtbewerking.
7. Freesmachines met verticale as, met handmatige toevoer, voor de bewerking van hout en materialen met gelijkaardige fysieke eigenschappen.
8. Draagbare kettingzaagmachines voor houtbewerking.
9. Persen, met inbegrip van buigmachines, voor koude metaalbewerking, waarbij het materiaal met de hand wordt toegevoerd en/of afgevoerd en de beweegbare werktuigen een slaglengte kunnen hebben van meer dan 6 mm en een snelheid van meer dan 30 mm/s.
10. Machines voor het spuitgieten en persen van kunststoffen met handmatige toevoer of afvoer van het materiaal.
11. Machines voor het spuitgieten en persen van rubber met handmatige toevoer of afvoer van het materiaal.
12. Machines voor ondergrondse werkzaamheden van de volgende typen:
12.1. locomotieven en renwagens;
12.2. hydraulische wandelondersteuning.
13. Met de hand geladen vuilniswagens met perssysteem.
14. Verwijderbare mechanische overbrengingssystemen, inclusief hun afschermingen.
15. Afschermingen voor verwijderbare mechanische overbrengingssystemen.
16. Hefbruggen voor voertuigen.
17. Hijs- en hefwerktuigen voor het heffen van personen of van goederen waarbij een gevaar voor een vrije val van meer dan 3 m bestaat.
18. Draagbare bevestigingswerktuigen met explosieve lading en andere slagwerktuigen.
19. Detectoren voor de aanwezigheid van personen.
20. Aangedreven beweegbare afschermingen met vergrendeling voor de machines, bedoeld in de punten 9, 10 en 11.
21. Logische eenheden voor veiligheidsfuncties.
22. Kantelbeveiligingsinrichtingen (ROPS).
23. Constructies ter bescherming tegen vallende voorwerpen (FOPS).

Figuur 13: Bijlage IV machinerichtlijn [22]

2.2.3 Verplichtingen van de constructeur

De lift van deze masterproef valt dus onder de gewone machines van de richtlijn. Alvorens dat de lift op de markt mag gebracht worden moet er voldaan zijn aan 6 verplichtingen [21]:

- 1) De machine moet aan de essentiële gezondheids- en veiligheidseisen voldoen die vermeld zijn in bijlage I. Deze bijlage is vrij omvangrijk. In de Informatieve brochure van het FOD Economie over de machine richtlijn wordt deze bijlage samengevat [21]:

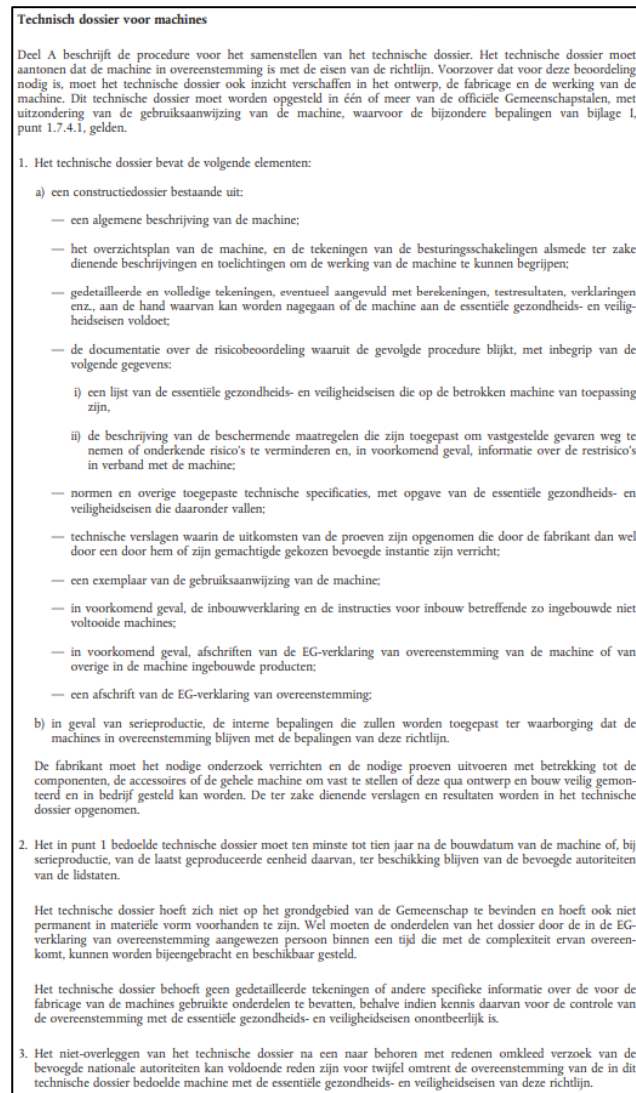
De producent van een machine garandeert dat een risicobeoordeling werd gemaakt om verzekeren welke veiligheids- en gezondheidseisen op die machine van toepassing zijn.

Via die risicobeoordeling en -beperking moet de producent:

- de grenzen van de machine bepalen, zowel volgens normaal gebruik als verkeerd gebruik;
- de gevaarlijke situaties die door de machine kunnen worden veroorzaakt inschatten;

- de risico's inschatten met de formule: $\text{risico} = \text{ernst} \times \text{waarschijnlijkheid}$;
- de risico's beoordelen;
- de gevaren elimineren of verminderen door beschermende maatregelen.

Bij ontwerp en bouw van de machine moet vervolgens rekening worden gehouden met de resultaten van deze risicobeoordeling



Figuur 14: Bijlage VII machinerichtlijn [22]

- 2) Er moet een technisch dossier worden samengesteld. Het technische dossier moet de elementen bevatten die in bijlage VII zijn vermeld. Er moet een technisch dossier worden samengesteld. Figuur 14 geeft deze bijlage weer.
- 3) Gebruiksaanwijzing opstellen. De gebruiksaanwijzing bevat ten minste:
 - eigenschappen van de machine;
 - beoogde gebruiksomstandigheden;
 - instructies voor inbedrijfstelling, gebruik, installeren, monteren, afstellen en onderhoud;
 - het gewicht van de machine (wanneer regelmatig getransporteerd).

De gebruiksaanwijzing moet ook de noodzakelijke tekeningen, schema's en commentaar bevatten voor onderhoud, inspectie, inbedrijfstelling en reparaties. Verder moet deze door de fabrikant in alle talen van het land van de bestemming worden geschreven.

- 4) Toepassen van certificeringsprocedure. Voor machines niet in bijlage IV mag men dit zelf doen.

- 5) De EG-verklaring van overeenstemming, dat deze de machine vergezelt, opstellen. Deze verklaring bevat minstens:
- firmanaam en adres van de fabrikant;
 - beschrijving van de machine: merk, type, serienummer,...;
 - verklaring dat de machine de relevante richtlijnen volgt;
 - identiteit van de ondertekenaar: naam, voornaam, hoedanigheid, handtekening;
 - bouwjaar.

Wanneer er aan een bestaande machine een vervanging of toevoeging wordt gedaan die geen noemenswaardige invloed heeft op de werking of veiligheid, dan kan het samenstel worden gesteld dat de machine gebouwd is volgens de machinerichtlijn. Hierbij moet er wel een inbouwverklaring van de fabrikant zijn dat deze samenbouw conform is met de machinerichtlijn. Wanneer dit er niet is wordt degene die de nieuwe eenheid inbouwt beschouwd als de fabrikant van de nieuwe eenheid. Men dient dan dezelfde stappen te overlopen als bij de productie van een nieuwe machine [23].

- 6) De CE-markering aanbrengen op elke machine en op elk verwisselbaar uitrustingsstuk

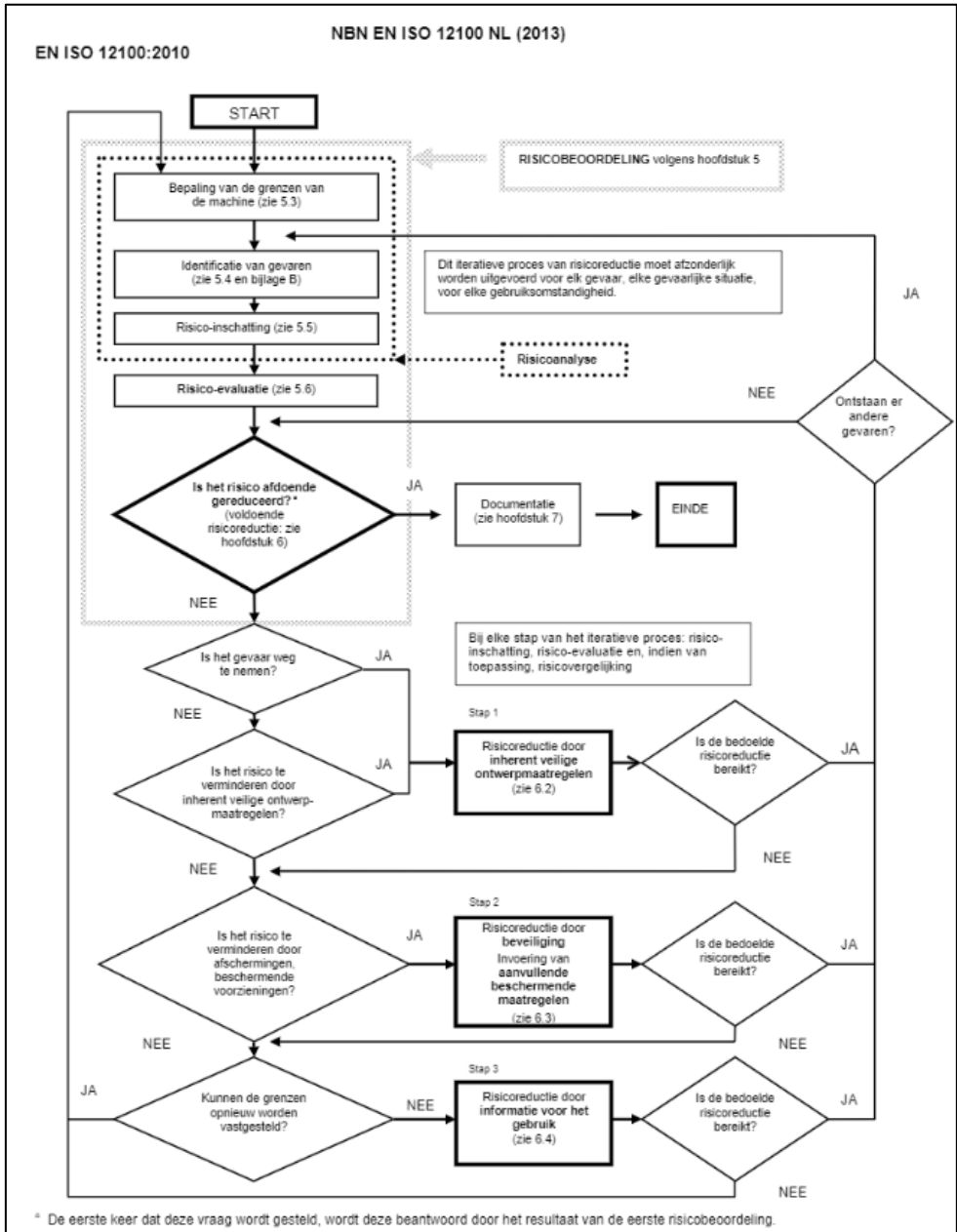
2.2.4 Risicobeoordeling

Zoals in de vorige paragraaf is vermeld moet in het technisch dossier een risicobeoordeling gebeuren. Ook voor dit uit te voeren bestaan er normen. In de norm NBN EN 81-70 worden er veiligheidsregels besproken voor het bouwen en installeren van liften [24]. Tabel 4 geeft de belangrijkste gevaren van liften weer.

Tabel 4: Lijst met belangrijke gevaren [24]

No	Hazards listed in EN ISO 12100:2010, Annex B	Relevant clauses
1	Mechanical hazards due to:	
	Crushing	5.3.2.3
	Impact	5.3.2.3
	Slip, trip, fall	5.3.2.4
8	Ergonomic hazards due to:	
	Access	5.2.1, 5.2.2, 5.3.1, 5.3.2.3
	Design or location of indicators, visual and audible display units	5.1.3, 5.4.2.4, 5.4.2.5, 5.4.3.3, 5.4.3.4
	Design, location or identification of control devices	5.1.2, 5.4.2.1, 5.4.2.2, 5.4.2.3, 5.4.3.1, 5.4.3.2
	Effort	5.3.2.1, 5.3.2.2

In de norm NBN EN ISO 12100 wordt het proces van een risicobeoordeling en risicovermindering besproken [25]. Figuur 15 geeft een voorbeeld van een flowdiagram dat kan worden gebruikt om een risicoreductieproces te doorlopen.



Figuur 15: Schematische weergave risicoreductieproces [25]

2.3 Soorten liften

Zoals vermeld in deel 2.1.4 kunnen liften worden opgedeeld in verschillende categorieën: een traplift, een hefplatform dat de trap volgt, een verticaal hefplatform met hoogteverschil minder dan 1,80 m, een verticaal hefplatform met hoogteverschil meer dan 1,80 m en een lift. Aangezien deze masterproef gericht is op het overwinnen van een beperkt aantal trappen en de trap nog altijd functioneel moet blijven, vallen de laatste twee categorieën al weg. Voor de andere categorieën zullen enkele liften besproken worden.

2.3.1 Trapliften

Trapliften kunnen zowel binnen als buiten worden geplaatst. Ze volgen een lineaire geleiding die de trap volgt. Een speciaal type van traplift is een rolstoelzweeflift [20]. Deze lift heeft een geleiding die boven de trap is gemonteerd. Figuur 16 geeft een traplift en rolstoelzweeflift weer.



Figuur 16: traplift [1] (links) en rolstoelzweeflift [26] (rechts)

Deze soort trapliften zijn niet geschikt voor de situatie van deze masterproef aangezien de trap zich voor een voordeur bevindt die de plaatsing van de lineaire geleiding verhindert. Ook blijft de rolstoel buiten staan bij de overgang naar de gewone traplift. De rolstoelzweeflift is dan weer een minder stabiele lift aangezien men in de lucht hangt en zal deze niet voor alle (elektrische) rolstoelen geschikt zijn.

2.3.2 Hefplatformen die de trap volgen

Hefplatformen die de trap volgen hebben hetzelfde principe als trapliften. Hier volgt de platformlift de lineaire geleiding. Figuur 17 geeft een voorbeeld van dit type lift. Ook hier zorgt de lineaire geleiding ervoor dat dit soort lift niet geschikt is voor het gebruik in deze masterproef.



Figuur 17: Hefplatform dat de trap volgt [1]

2.3.3 Verticale hefplatformen met hoogteverschil kleiner dan 1,80m

Aangezien alle ander soorten liften niet voldoen voor deze masterproef is het verticale hefplatform, dat minder dan 1,80m hoogteverschil overwint, dus het enige type lift dat geschikt is. Toch bestaan hier nog een groot aantal varianten op die verder zullen besproken worden.

Een eerste variant is een rolstoellift die enkel een verticale beweging maakt zoals op figuur 18 wordt weergegeven. Wanneer dit type lift wordt geplaatst voor een voordeur, verdwijnt de trap helemaal. Aangezien dit de andere gebruikers van de trap hindert, kan ook dit type lift niet worden toegepast in deze masterproef.



Figuur 18: Lift met enkel verticale beweging [1]

Een tweede variant zijn rolstoelliften die in de vloer zijn verwerkt en met behulp van een schaarlift over de trap komen. Omdat de grond voor de trap vaak openbaar domein is, is het in de meeste gevallen niet mogelijk om een rolstoellift in de stoep te plaatsen. Een mogelijke oplossing hiervoor is het systematisch toestemming vragen aan de gemeente om deze lift in te bouwen. Maar vaak liggen er onder de stoep ook nog leidingen waardoor de aanvraag alsnog zou afgewezen worden. Deze lift is dus niet ideaal als oplossing.

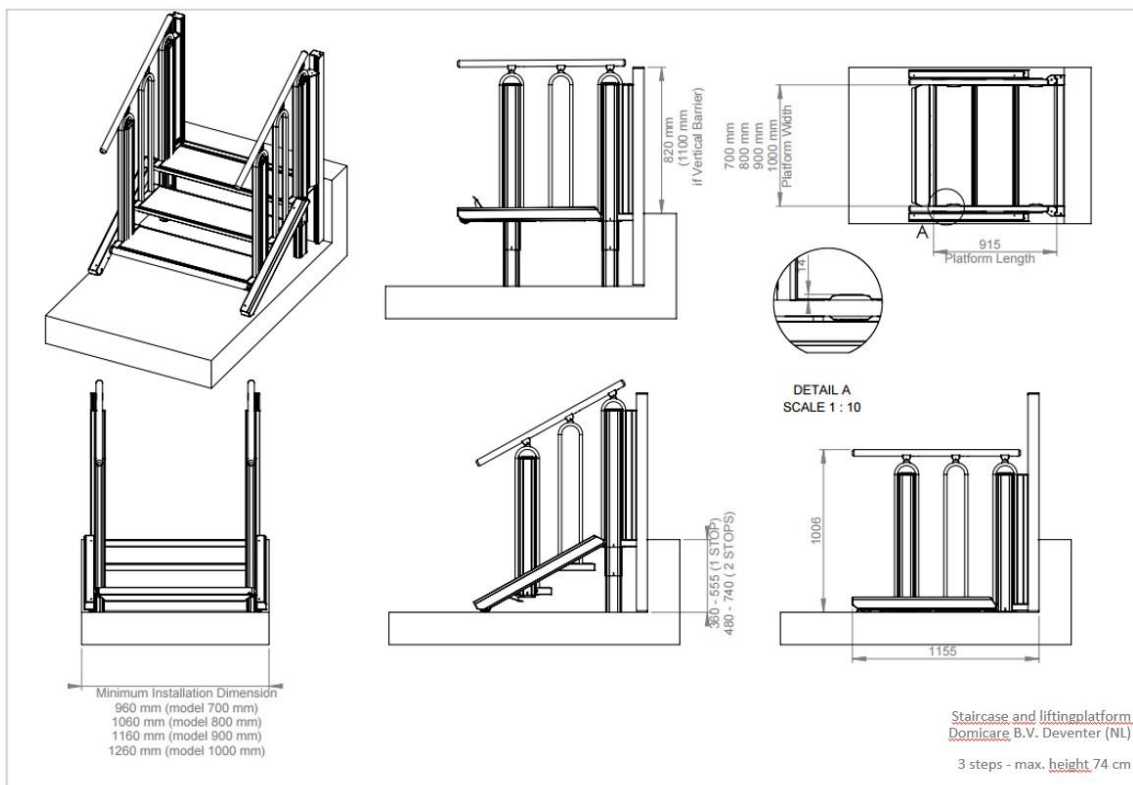


Figuur 19: Rolstoellift verwerkt in de vloer [2]

Een flexstep is een lift die dezelfde beweging maakt als de eerste variant. Het voordeel van deze lift is echter dat er ook naar een trapvorm kan worden overgegaan zoals te zien op figuur 20 [27]. Zo worden de andere gebruikers van de trap niet gehinderd. In principe zou dit systeem kunnen worden gebruikt als oplossing voor deze masterproef. De afmetingen van de verschillende liftmaten zijn weergegeven op [28].

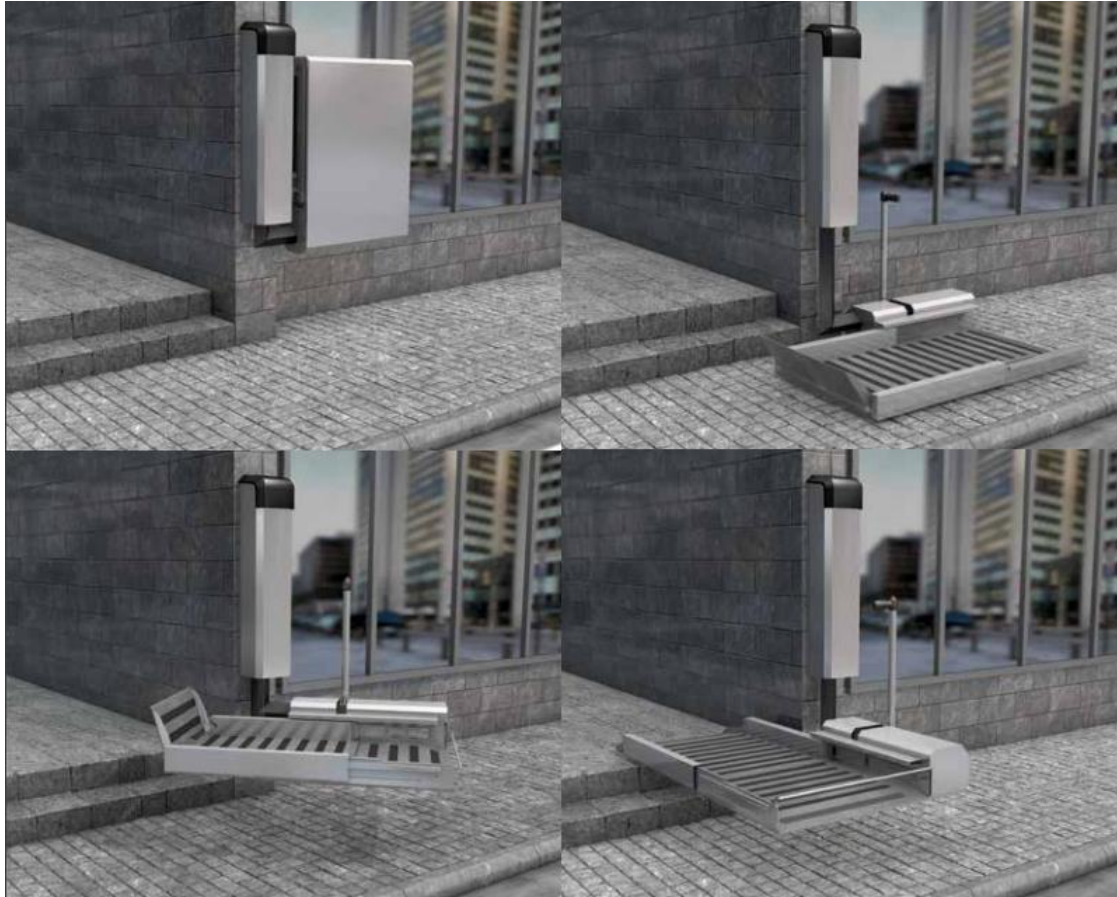


Figuur 20: Flexstep [27]

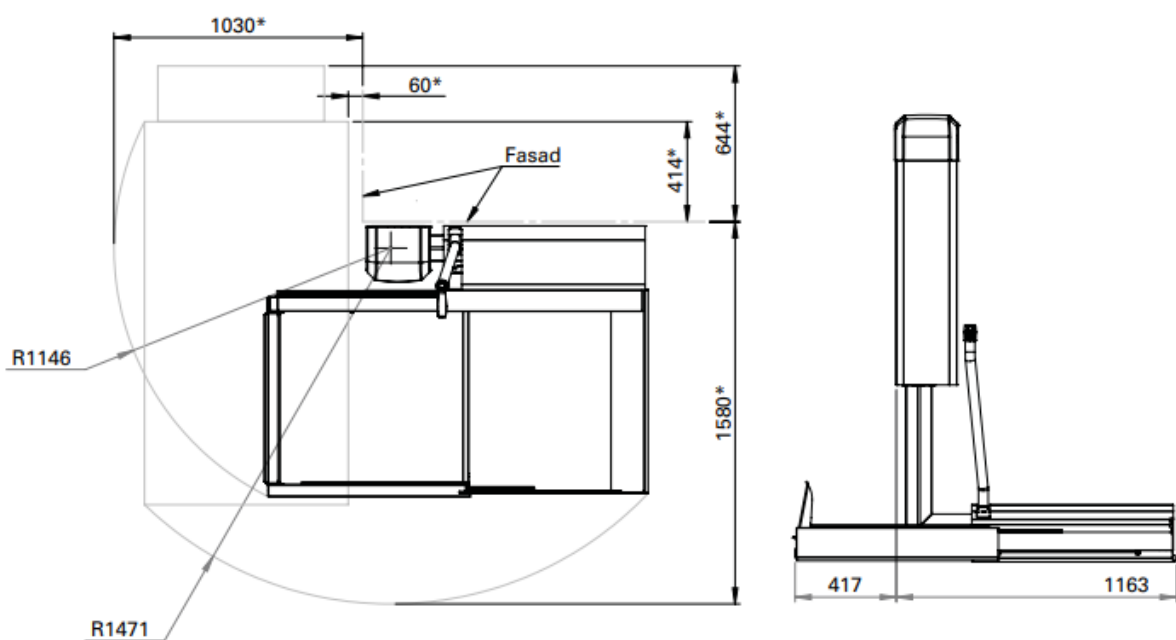


Figuur 21: Afmetingen flexstep [28]

Een ander type lift dat tot deze categorie liften behoort is de Cibes SwingOn [29]. Deze lift wordt aan de muur naast de trap bevestigd en klapt dicht tegen de muur. Men dient haaks op de richting van de trap op de lift te rijden. Voor deze masterproef is dit soort lift ideaal indien er de mogelijkheid is om de lift langs de trap te bevestigen. Echter is door de opdrachtgever van deze masterproef op een beurs ondervonden dat dit geen stabiel liftmechanisme was. Dit zal dan ook de reden zijn waarom deze lift nog niet veel in gebruik is. De afmetingen van deze lift zijn weergegeven op figuur 23.



Figuur 22: Cibes SwingOn [29]



Figuur 23: Afmetingen Cibes SwingOn

Een laatste type lift dat ook nog tot deze categorie kan behoren zijn cassette liften. Dit soort liften worden momenteel enkel gebruikt in busjes voor het vervoer van mensen in een rolstoel. Figuur 24 geeft een voorbeeld van een cassette lift die ingebouwd is in een voertuig [30]. Toch is er een potentieel om dit soort lift te gebruiken in de toepassing van deze masterproef. Dit bleek uit een bedrijfsbezoek Dit concept zal verder worden besproken in de volgende hoofdstukken.



Figuur 24: Cassette lift [30]

In bijlage A zijn de verschillende concepten uit de literatuurstudie op een schematische manier weergegeven om te tonen over welke principes het gaat. Voor de Cibes SwingOn en de Flexstep is dit niet gedaan aangezien er al een schematische voorstelling in de tekst is weergegeven.

2.4 Patentenonderzoek

Omdat het de bedoeling is om een lift te ontwikkelen is het belangrijk dat er gekeken wordt naar de patenten die er zijn. De focus lag hierbij op de liften die een oplossing kunnen zijn voor de masterproef. De flexstep had een patent voor 20 jaar startend vanaf het jaar 2021 [31]. Figuur 25 geeft dit patent weer. Dit is dus het eerste jaar dat dit concept mag worden gebruikt in andere projecten.

☆ **EP1254858A1** Lifting system for a stairway Available in ▾ Patent Translate ▾ ⋮

Bibliographic data ▾

Application	EP01201651A-2001-05-04
Publication	EP1254858A1 -2002-11-06
Published as	AT281396T; DE60106866T2; DK1254858T3; EP1254858A1; EP1254858B1

EN DE FR

Lifting system for a stairway

Abstract

The invention relates to a lifting system for a stairway comprising a first section (A) including lifting means (4a). Further, it comprises a second section (B) including a number of steps (2), step controlling means (3, 5, 11) and sliding means (4b, 9), and at least one flexible connection (C) connecting said first (A) and second sections (B).

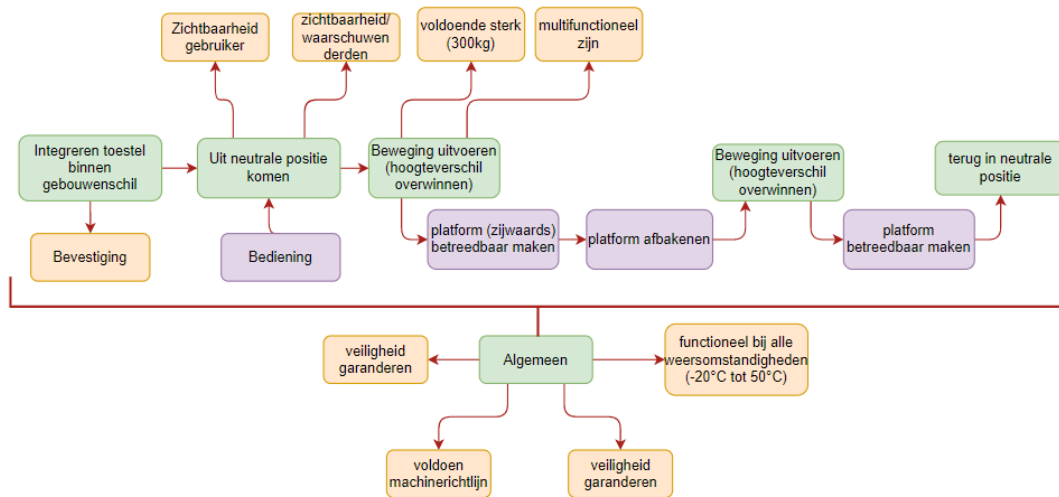
Front-page drawing from EP1254858A1

Fig. 2

Figuur 25: Patent Flexstep [31]

3. Ontwikkeling concept

Vanuit het eisenpakket dat is opgesteld is er een functieblokschema gemaakt. Dit schema is op figuur 26 weergegeven en geeft de eisen op een overzichtelijke manier weer.



Figuur 26: Functieblokschema

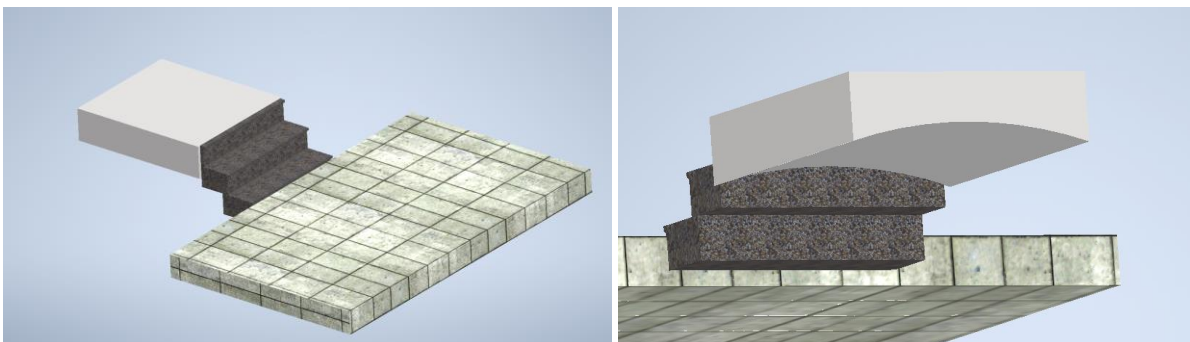
Uit de literatuurstudie is gebleken dat er 3 concepten uit de literatuur geschikt zijn als oplossing voor de probleemstelling. Zoals reeds vermeld is de Cibes SwingOn een goed concept maar in de praktijk geen stabiel mechanisme. Het gewicht bij deze lift is dan ook maar door één arm gedragen. Er moet dus enkel een keuze gemaakt worden tussen een systeem dat gebaseerd is op de flexstep of een cassette lift.

3.1 Situatieschetsen praktijk

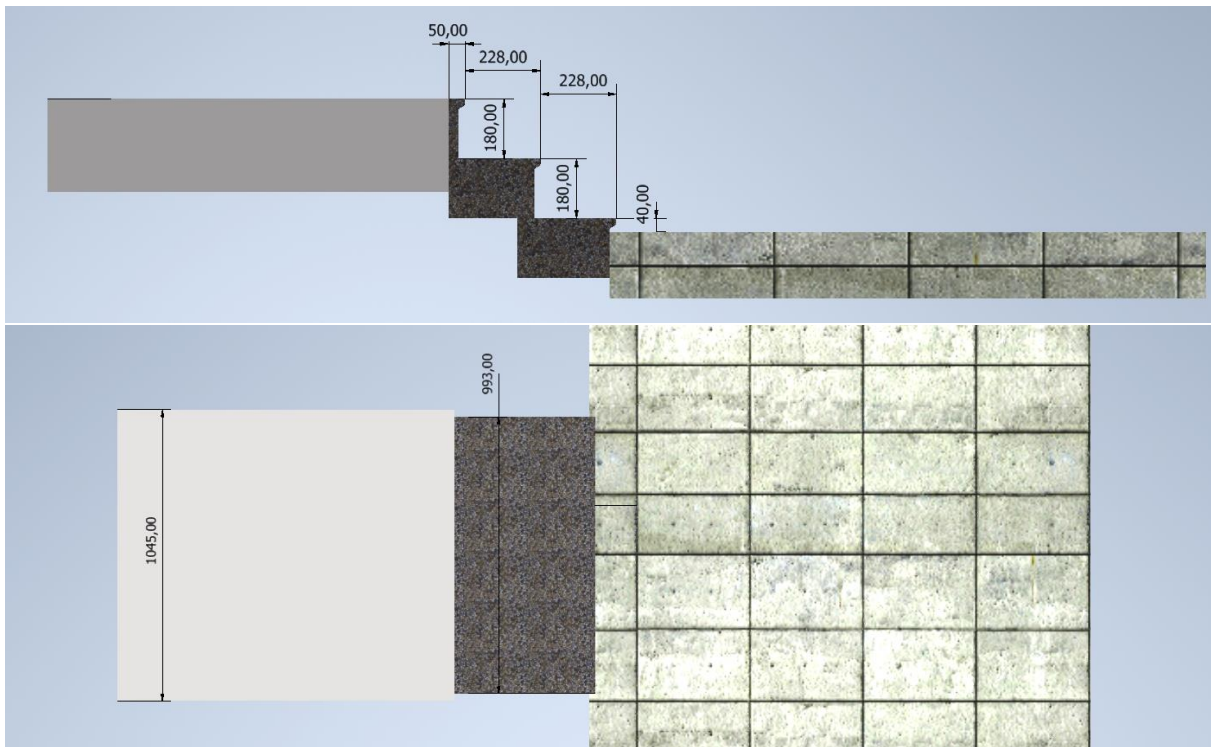
Om deze keuze te kunnen maken zijn er enkele situatieschetsen uitgetekend van situaties waarvoor ZZED al een aanvraag tot installatie heeft gehad. Deze geven een beeld van de afmetingen die er in de praktijk zijn om de lift te plaatsen.

3.1.1 Situatieschets Halle

De initiële opdracht voor deze masterproef werd weergegeven op figuur 2 in de inleiding. Figuur 27 geeft deze situatie weer in 3D en op figuur 28 zijn de afmetingen weergegeven.



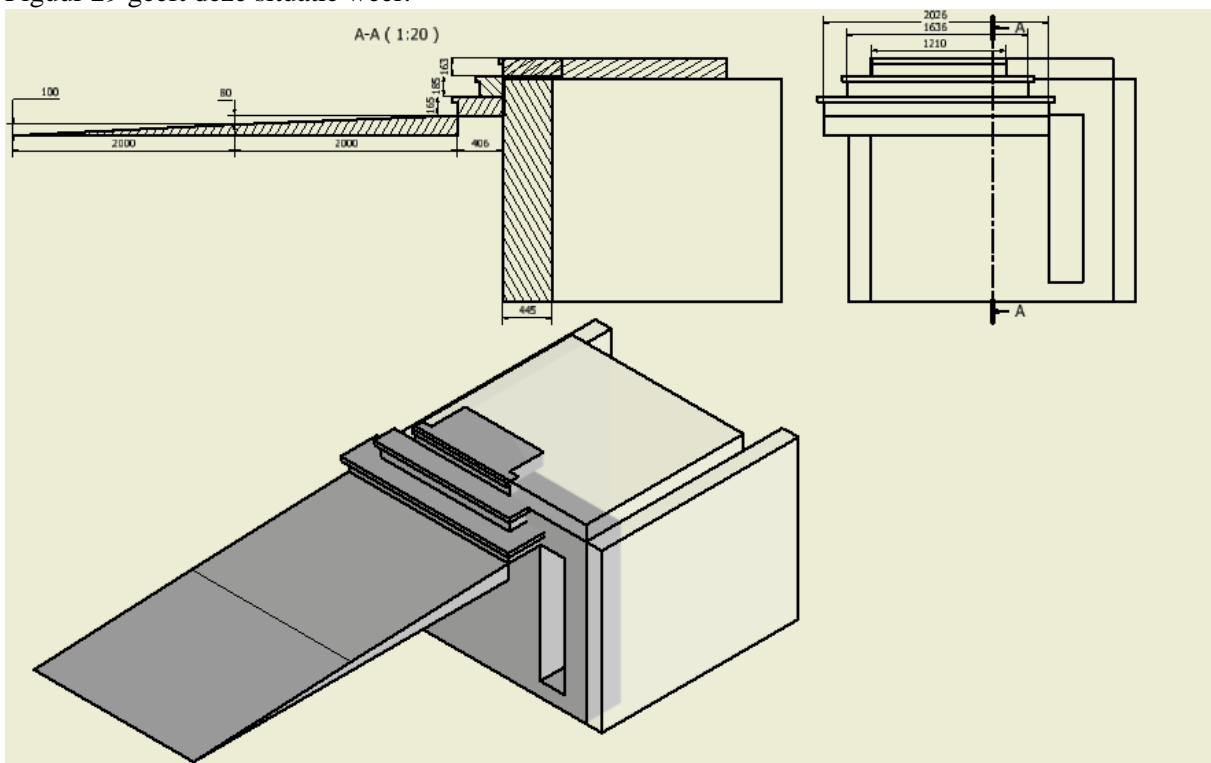
Figuur 27: 3D weergave situatie Halle



Figuur 28: Afmetingen situatie Halle

3.1.2 Situatieschets Hasselt

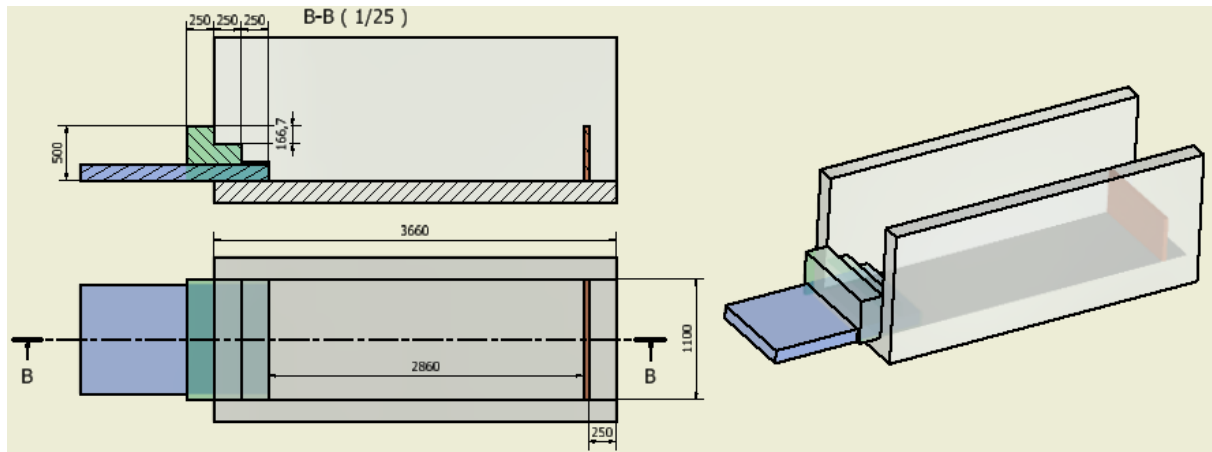
Omdat tijdens de masterproef de aanvraag van de situatie te Halle is ingetrokken is er gekozen om een model te gaan inbouwen in het huis van de bedrijfsleider van ZZED. Zo kunnen toekomstige klanten deze in een reële situatie komen bekijken. Later is er beslist dat deze niet werkelijk zal worden ingebouwd maar dat er een toonzaalmodel zal worden gebouwd van de trap op basis van deze situatie. Figuur 29 geeft deze situatie weer.



Figuur 29: Situatie Hasselt

3.1.3 Situatieschets Gent

Tijdens het uitbouwen van de situatieschets in Hasselt heeft het bedrijf nog een aanvraag gehad voor een situatie waar geen van de bestaande liften toepasbaar was. Deze situatie bestond uit een trap die zich in de inkomhal van een huis bevindt. Achter de trap en ook in de hal zelf is er maar een beperkte ruimte. Het nieuwe concept was op dit moment al gekozen maar aangezien dit zo universeel mogelijk was gekozen was dit ook hier toepasbaar. Figuur 30 geeft de situatie met ook enkele afmetingen weer.



Figuur 30: Situatie Gent

3.2 Keuze concept

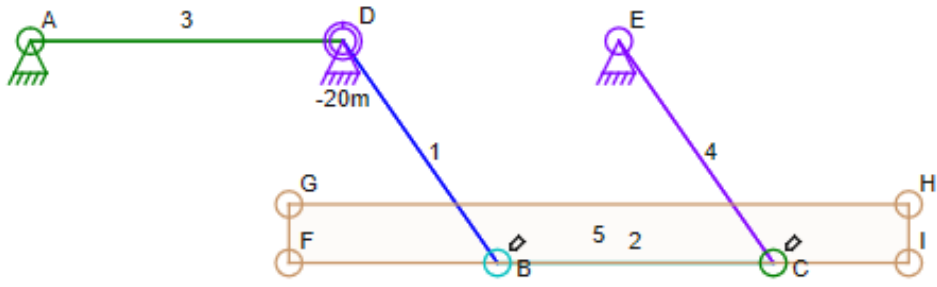
Zoals in de inleiding omschreven is vooral de beperkte doorgangsbreedte de beperkende factor voor de lift. Dit blijkt ook uit de afmetingen van de situatie in Halle. De breedte van de doorgang is daar slecht 993mm. Als er gekeken wordt naar de afmetingen van de flexstep dan is er te zien dat enkel het kleinste model zou passen in de toepassing van Halle. Deze uitvoering heeft een breedte van 960mm. Het probleem met deze uitvoering is dat de breedte van het oppervlak maar 700mm is bij deze lift. Zoals in de literatuurstudie omschreven moet de breedte volgens de ergonomische ontwerpprincipes echter minimaal 750mm zijn. Dit is dan ook de reden dat er gekozen wordt voor het concept dat gebruik maakt van een cassettelift.

3.2.1 Keuze integratie

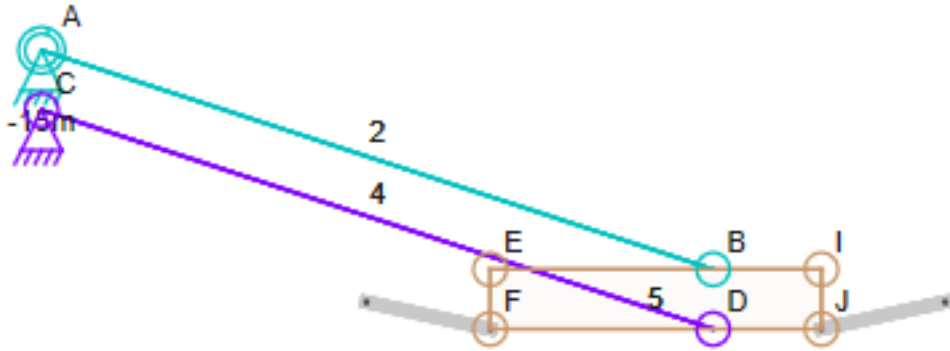
Men kan de cassette zowel horizontaal als verticaal integreren in de omgeving. In bijlage A worden deze 2 manieren ook getoond. Aangezien bij de verticale integratie het openbaar domein wordt beperkt wordt er gekozen voor een horizontale integratie in een trede. Aangezien er in alle situatieschetsen een ruimte onder de trap is, kan de cassette altijd bevestigd worden in deze ruimte.

3.2.2 Keuze mechanisme

Uit verder onderzoek blijkt dat cassetteliften in 2 uitvoeringen voorkomen. Er worden altijd 2 armen gebruikt om de stabiliteit van de lift te garanderen. Het verschil komt voor in de plaatsing van de armen. Figuren 31 en 32 tonen dit verschil. Deze figuren zijn gemaakt met behulp van het softwareprogramma linkage. Bij de eerste figuur zijn de steunpunten van beide armen horizontaal bevestigd ten opzichte van elkaar, bij de tweede is dit verticaal. Dit programma gaf inzicht in de bewegingen die de 2 verschillende concepten maken. In bijlage B zijn deze 2 concepten ook weergegeven met enkele principiële berekeningen. Bij de meeste bestaande plateau's kan men enkel voorwaarts oprijden. Aangezien dit niet altijd mogelijk is wanneer de lift uitkomt op een voetpad, is het aangewezen om te voorzien dat er ook zijwaarts kan worden opgereden aan de lift. Hierdoor moet een deel van de rand van de plateau worden weggehaald. Voor het concept met de horizontale steunpunten betekent dit een steunarm moet worden weggehaald aan een bepaalde kant. Ook dit is weergegeven in bijlage B. Bij het concept met de verticale steunpunten is het echter niet nodig om een arm te verwijderen. Om deze reden wordt er voor dit concept gekozen.



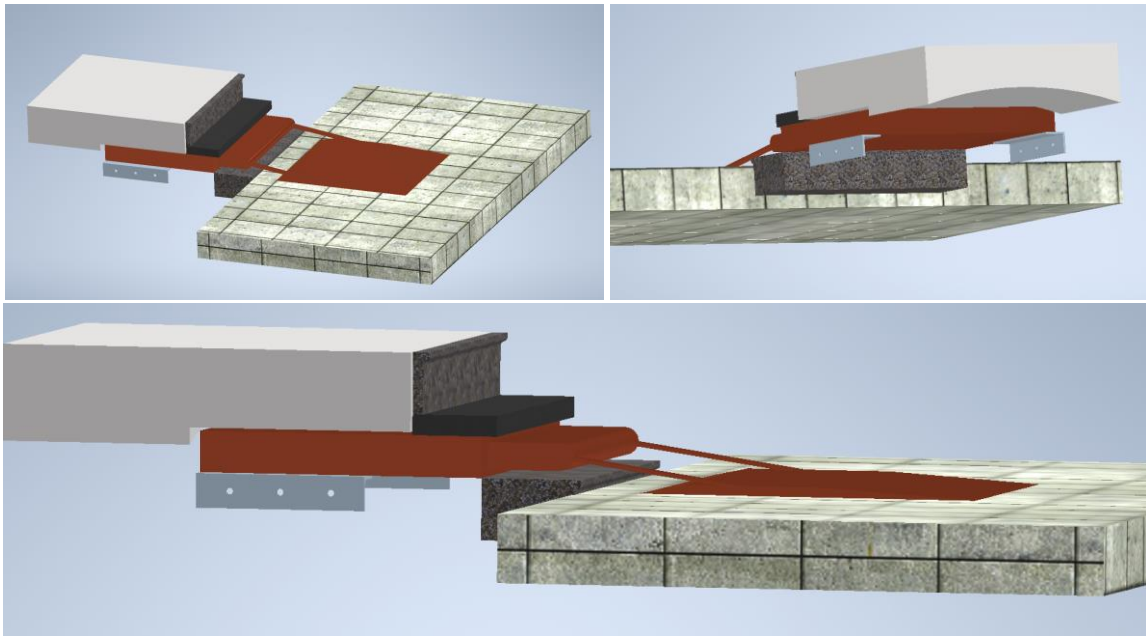
Figuur 31: Concept in linkage met horizontale steunpunten



Figuur 32: Concept in linkage met verticale steunpunten

3.2.3 Visualisatie concept

Voor het globale concept zijn nu alle parameters gekozen. Afbeelding 33 toont een eerste voorstelling van het gekozen concept dat verwerkt is in de situatie van Halle.



Figuur 33: Primitieve voorstelling gekozen concept

4. Uitwerking lift

Nadat het concept gekozen is, kan er gestart worden met de ontwikkeling van de lift.

Omdat het niet de bedoeling is om een cassette lift helemaal zelf vanaf nul te ontwerpen, is er getracht om de kennis van de bestaande cassettelift van auto's te verwerven. Verschillende leveranciers zijn hiervoor gecontacteerd maar er was geen interesse voor het concept dat werd voorgesteld. Na een bedrijfsbezoek bij het bedrijf Autolift srl in Italië heeft ZZED beslist om hier een cassettelift aan te kopen en deze dan om te bouwen zodat deze geschikt is voor als proefopstelling van deze masterproef. Helaas was het bedrijf Autolift srl niet bereid om de tekeningen van de lift te delen met ZZED. Dit zorgde ervoor dat de lift toch helemaal vanaf nul getekend moest worden via reverse engineering. Voor de ontwerpkeuzes zullen we enkel de veranderingen ten opzichte van de originele cassettelift bespreken. Voor alle 2D-tekeningen wordt er verwezen naar bijlage E.

4.1 Eindige elementen analyse draagplateau

Voor de berekening van het draagplateau van de lift zal er gebruik gemaakt worden van een eindige elementen analyse. Hiervoor zal gebruikt worden gemaakt voor het softwareprogramma Siemens NX.

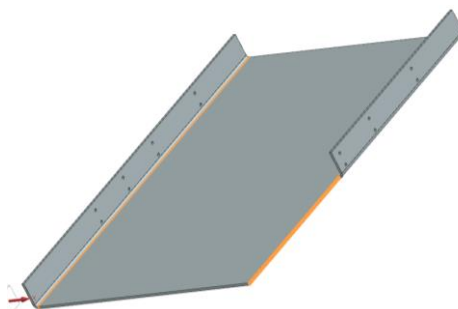
Voordat men start met een eindige elementen analyse is het altijd noodzakelijk om enkele berekeningen op papier te maken. Zo kunnen de waarden die uit de software komen worden geverifieerd. In Bijlage C zijn deze berekeningen weergegeven voor het draagplateau waarbij er nog geen deel weggehaald is uit één van de zijkanten. Dit is de configuratie die het minste spanningen zou moeten opleveren.

De analyse zal uitgevoerd worden voor een plateau waar men niet zijwaarts kan oprijden en een waar men wel zijwaarts kan oprijden. De stappen die hiervoor gevolgd werden zijn voor beide modellen hetzelfde zodat het verschil in uitkomst niet wordt veroorzaakt voor de opgelegde voorwaarden. De opbouw van het model met zijwaartse toegang zal hier besproken worden.

Voor dit model te bekomen werd 526mm afgesneden (20 mm van de gaten). Als men beschouwd dat de aanwezig stoep twee meter bedraagt dan is de afstand van het begin van de opening tot de stoeprand ongeveer 1220mm. Samen met de plateaubreedte van 900mm komt men dus op 2120mm. Dit is 80 mm minder dan de vuistregel voor het bewegen over een rechte hoek 220 cm zoals werd aangehaald in de literatuurstudie. Aangezien men met de rolstoel wel over de rand van de stoep kan komen (met de voeten bijvoorbeeld) kan toch worden beschouwd dat het mogelijk is om zijwaarts op de lift te rijden. Bij voetpaden die minder dan 2 meter (dit is de minimumbreedte in Wallonië maar niet in Vlaanderen en Brussel, zie hoofdstuk literatuurstudie zijn) wordt dit al moeilijker. Hier zal eventueel een aanvraag moeten worden gedaan om een hellingbaan aan te leggen zodat de rolstoelgebruiker de lift recht kan oprijden.

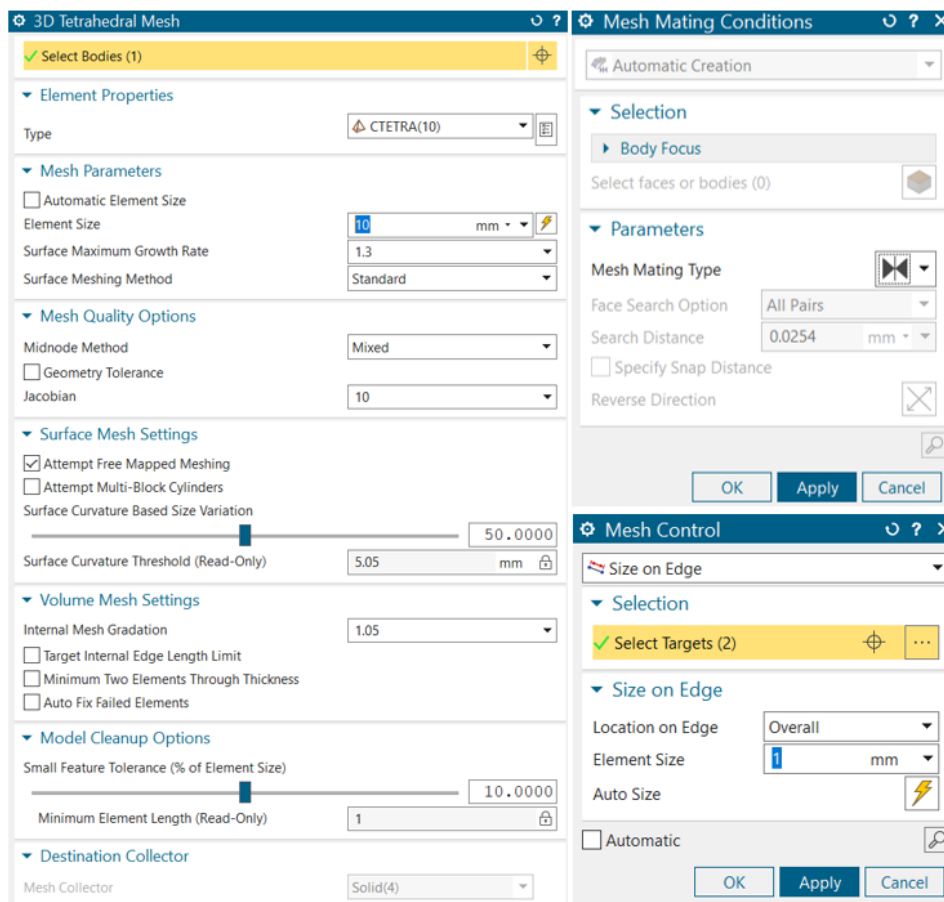
4.1.1 Ontwerp simulatie model

Het maken van een mesh model start met het inladen of maken van een part. Op dit part werd vervolgens een split body toegepast. Dit zorgt ervoor dat er verschillende meshes kunnen worden gelegd op verschillende delen van het part. Figuur 34 geeft de plaatsing van de splits weer.



Figuur 34: Aanleggen van split body

Voor de zijanten werd telkens een CTETRA(10) mesh aangelegd met een element size van 10mm. Voor het vlakke midden werd een CTETRA(4) aangelegd aangezien hier geen schuine randen in voorkomen en dus een minder vrijheidsgraden nodig zijn. Op de plaats waar de splits zijn toegevoegd werd een mesh mating aangelegd zodat de meshes gekoppeld zijn. Als laatste werd ook nog een mesh control gelegd op de overgang van de afgesneden rand naar het niet afgesneden deel. De randen die werden aangeduid zijn dezelfde als getoond op figuur 37 (boven en onder). Dit werd gedaan omdat dit deel cruciaal zal blijken in de analyse. Op figuur 35 zijn deze instellingen allemaal weergegeven.



Figuur 35: Mesh-instellingen

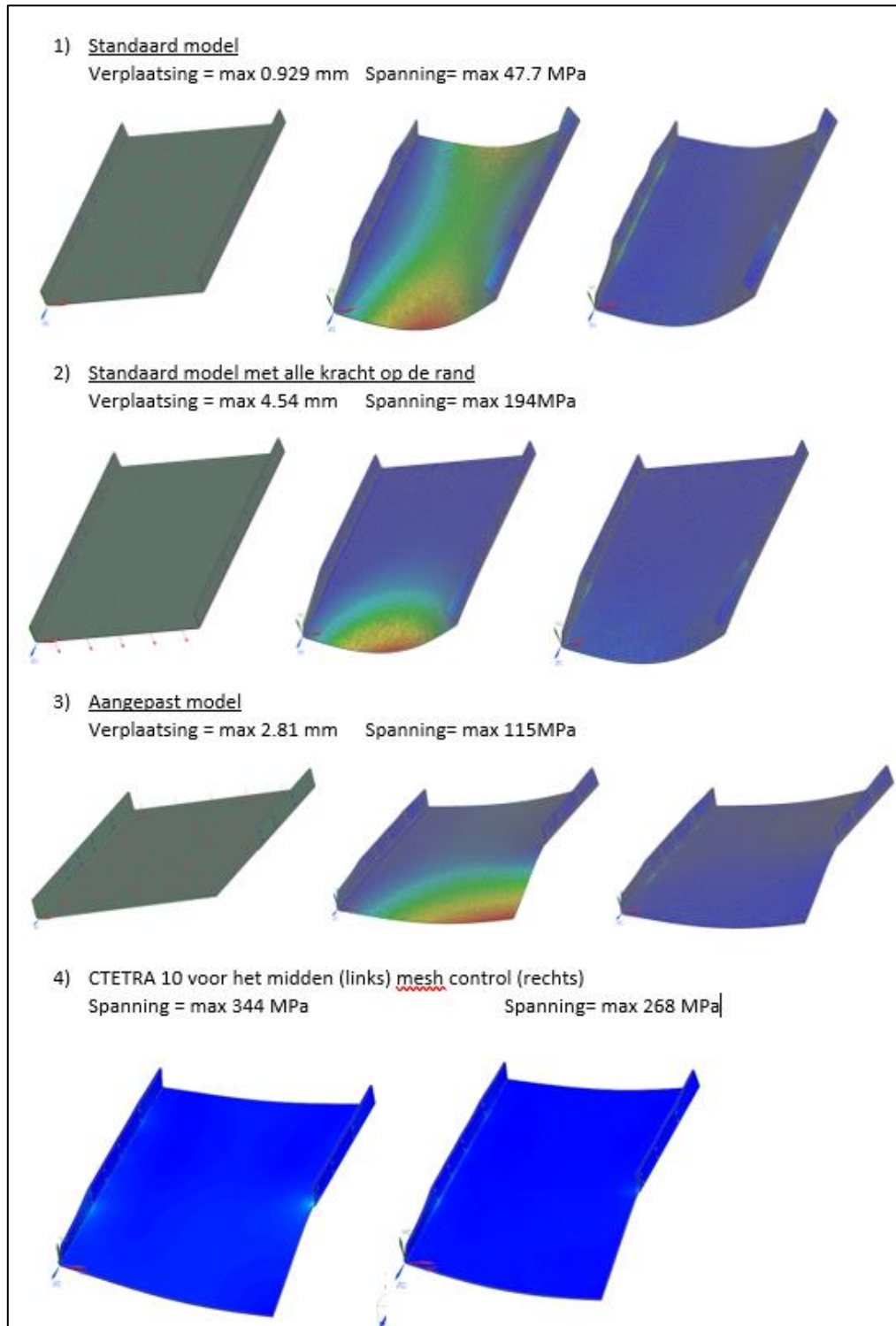
Als materiaal werd er telkens gebruik gemaakt van AL6061. Dit materiaal heeft volgens Siemen een vloeispanning van 241,7 Mpa en een treksterkte van 275,9 Mpa.

Voor de beperking van de CPU-tijd zou het eenvoudige model (zonder zijwaarde toegang) in 2 kunnen worden gesplitst aangezien er symmetrie aanwezig is. Aangezien dit model nog niet zoveel CPU-tijd vraagt wordt dit niet gedaan. Ook zou voor het middelste deel 2D elementen het meest geschikt zijn om te worden gekozen. Om bij de aanhechting van de splits een goede overgang te hebben werd dit ook niet gedaan.

Als volgende stap werden de randvoorwaarden opgelegd. Voor de gaten werden alle vrijheidsgaten vastgelegd aangezien de plateau hier vast is gemaakt aan de plaat die de plateau verbindt met de armen en dit dus vaste verbindingen zijn. Als kracht werd een verdeelde belasting van 3000N genomen aangezien de lift tot 300 kg moet kunnen dragen. In plaats van een verdeelde belasting kan er ook gekozen worden voor 4 puntbelastingen die de rolstoelgebruiker voorstellen. De resultaten zullen hierdoor echter maar weinig verschillen. Ter illustratie is er ook een model gemaakt waar de volledige kracht op de rand is gelegd. Dit is echter geen reële situatie aangezien het oprijden enkel gebeurt wanneer de lift op de grond is geplaatst.

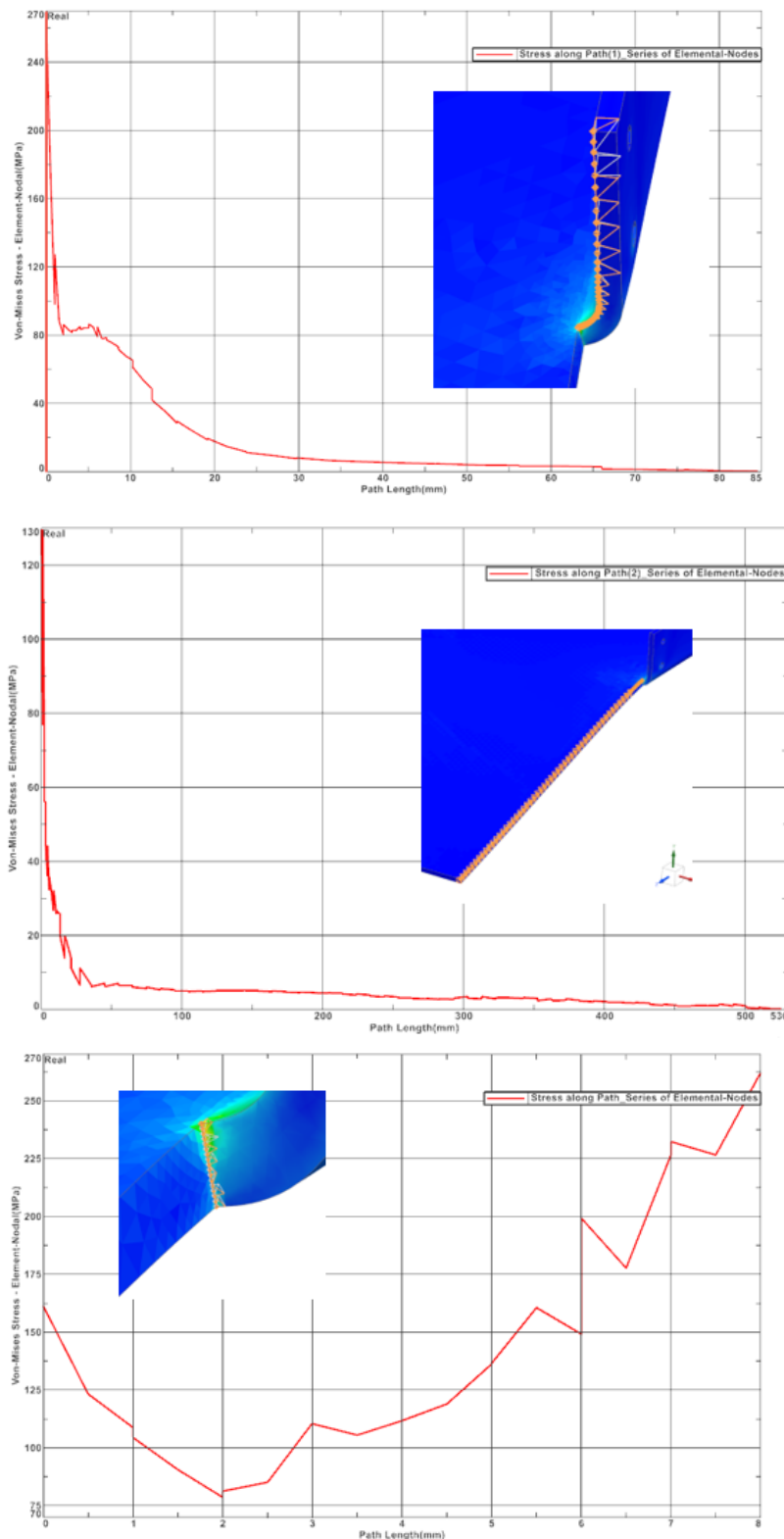
4.1.2 Resultaten

Op figuur 36 worden de resultaten voor de verschillende opgebouwde modellen weergegeven. Er is te zien dat zelfs wanneer alle krachten op de rand worden gelegd dat de spanning nog toelaatbaar (onder vloeispanning) blijft. Door de rand weg te halen stijgen de spanningen wel drastisch, ze situeren zich vooral in het punt waar de overgang van de afgesneden en niet afgesneden rand zich bevindt. Wanneer de mesh nog wordt verfijnd in dit gebied stijgt de spanning nog aanzienlijk tot zelfs boven de vloeispanning. Dit is duidelijk een geval van kerfwerking.



Figuur 36: resultaten eindige elementen analyse (zonder me

Wanneer we de randen in de buurt van de overgang analyseren is er duidelijk te zien dat de hoogste spanningen zich bevinden in het bovenste punt van de overgang. Figuur 37 geeft dit weer. De spanning in alle andere gebieden blijft beduidend onder de vloeigrens van Aluminium. Als men de kerfwerking kan oplossen door het aanleggen van een las, dan kan worden geconcludeerd dat de plateau geschikt is voor gebruik binnen deze masterproef.



Figuur 37: Spanningsverloop over de verschillende randen

4.2 Sterkteberekeningen draagarmen

Omdat de draagarmen van de plateau een eenvoudige belasting ondervinden wordt hier geen eindige elementen analyse op toegepast. De onderste armen zorgen enkel voor het opvangen van een onbalans op het platform. Dit komt omdat deze aan beide kanten bevestigd is met scharnierpunten. Hierdoor kan er enkel trek en druk worden opgevangen door deze arm en dus geen buiging. De bovenste armen vervullen dus de volledig liftende functie. Daarom wordt voor de berekening enkel deze in rekening gebracht.

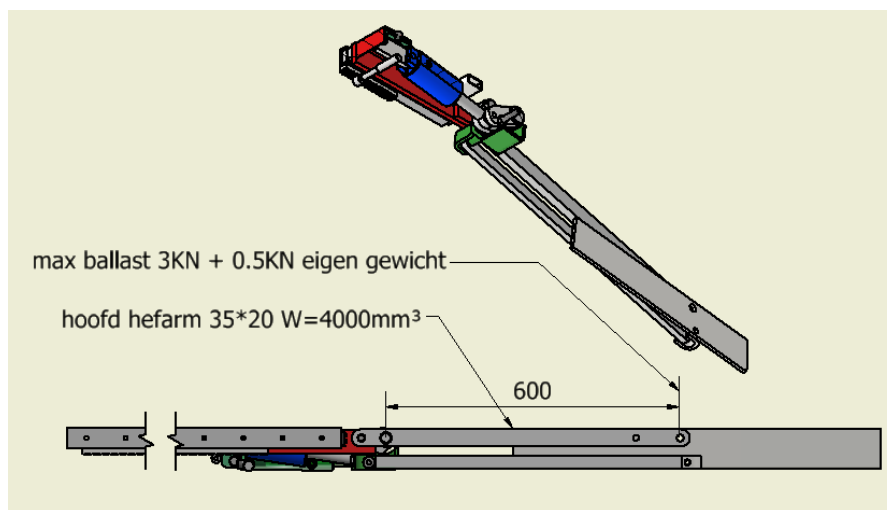
Gegevens:

Figuur 38 geeft de gegevens van deze berekening weer.

Last: 3kN + 0,5kN eigen gewicht => Per arm : $3.5/2 = 1.75\text{kN}$

Profiel 35x20mm

$W = b \cdot h^2/6 = 4000\text{mm}^3$



Figuur 38: Gegevens krachtberekening bovenste arm

Berekeningen:

Moment = $L \cdot F = 600\text{mm} \cdot 1.75\text{kN} = 1050 \text{ KNmm}$

Buigspanning = $\sigma_b = M/W = 1020/4000 = 0.262 \text{ KN/mm}^2 = 262\text{N/mm}^2$

Afschuifspanning = $\tau = 1.75\text{kN}/700\text{mm}^2 = 0.0025\text{kN/mm}^2 = 2.5\text{N/mm}^2$

Om de samengestelde spanning te bepalen wordt vergelijkingsspanning berekend volgens de hypothese van vervormspanningsenergie (VEH) [32].

$$\text{SEH} = \sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\alpha_0 \cdot \tau)^2} = 262,04\text{N/mm}^2$$

Hieruit blijkt dat de afschuifspanning dus verwaarloosbaar is.

Bespreking resultaat:

Voor deze armen kan er dus geen aluminium 6061, staal S235 of S355 worden gebruikt aangezien de spanning zich boven de vloeispanning van deze materialen bevindt. Er moet dus een ander materiaal worden gekozen. Een voorbeeld dat gevonden werd in het tabellenboek van Rolof/Matek is het materiaal C45E. Hiervan is de toelaatbare spanning voor buiging 350N/mm^2 .

4.3 Berekening hefcilinder

In dit deel zal de benodigde kracht die de cilinder moet hebben om de liftende functie uit te voeren.

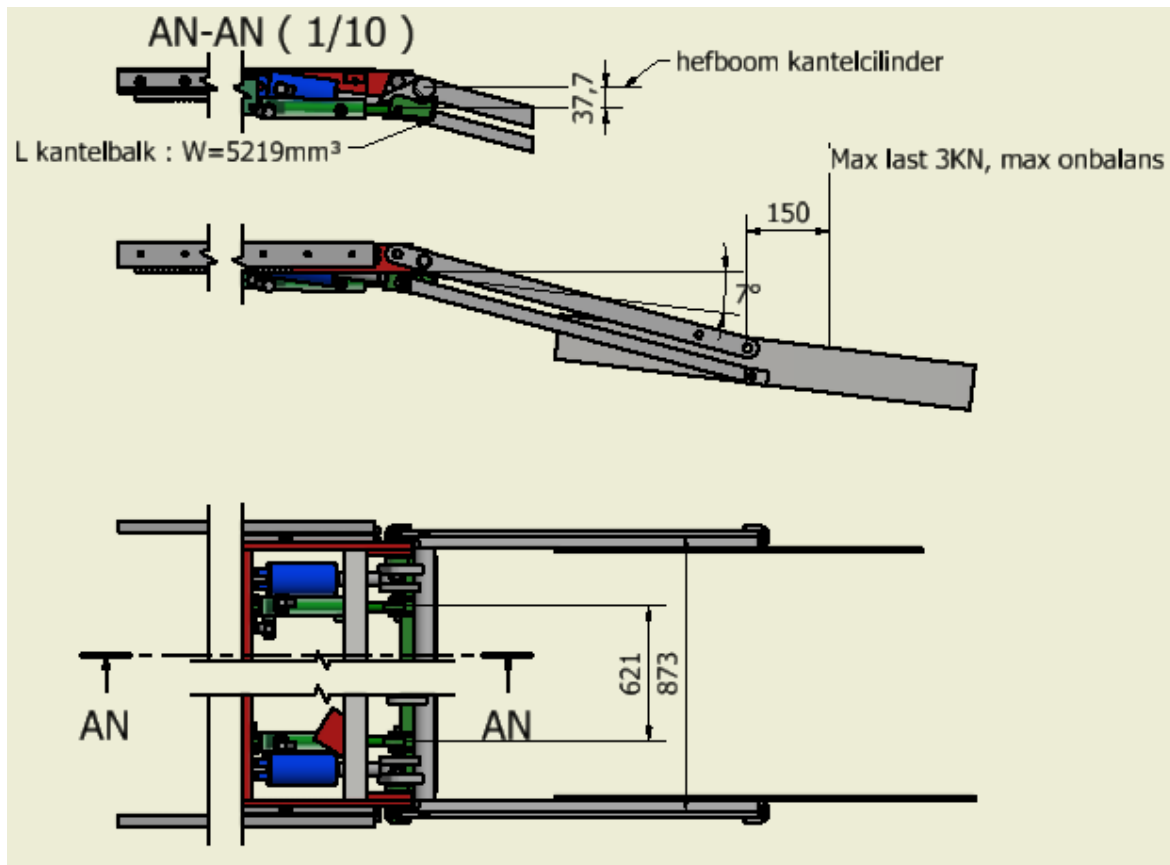
Gegevens:

Figuur 39 geeft de gegevens van deze berekening weer.

Last = 3kN last +0,5kN eigen gewicht => Per arm: $3,5/2 = 1,75\text{kN}$

Loodrecht aangrijpingspunt cilinder in ongunstigste positie : 38mm

Afmeting cilinder: stang 25mm huis 50mm



Figuur 39: Gegevens berekening cilinder

Berekeningen:

$$\text{Moment} = 600\text{mm} \cdot 1,75\text{kN} = 1050 \text{ kNmm}$$

$$\text{Kracht nodig om te duwen: } F = 1050 \text{ kNmm} / 38\text{mm} = 27,6\text{kN}$$

$$\text{Oppervlakte: } A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 25^2 = 1962,5\text{mm}^2$$

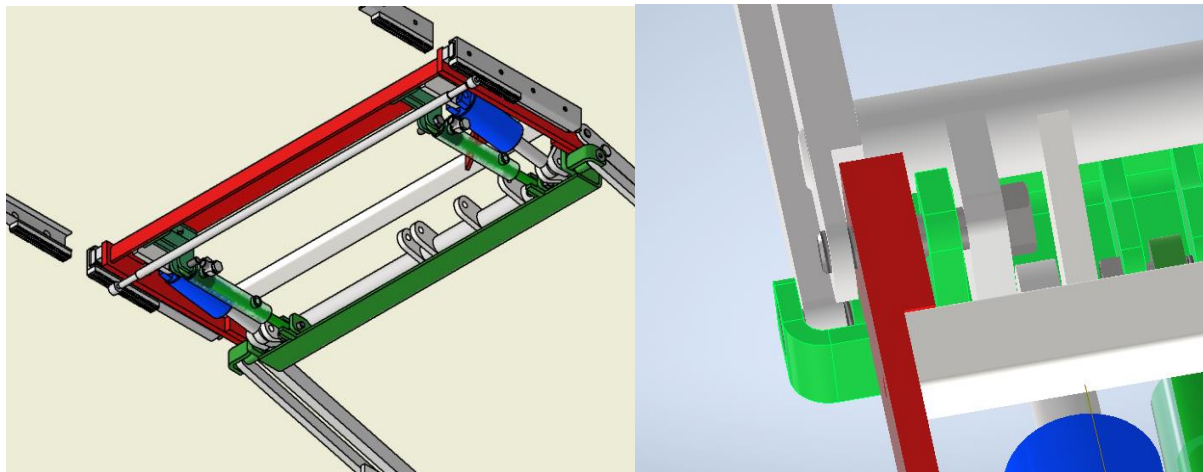
$$\text{Druk: } P = 27,6\text{kN} / 1962,5\text{mm}^2 = 0,0141 \text{ KN/mm}^2 = 141 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (Pascal)} = 141 \text{ bar}$$

De maximale druk die de cilinder moet kunnen leveren is dus 141 bar.

4.4 Aanpassing voor schuinstelling

Tijdens het project is de opdracht enkele keren gewijzigd. Bij de situatie te Hasselt er een probleem aan het ligt waar eerst niet aan was gedacht. Het plateau van de lift is altijd horizontaal. Wanneer er een vlakke ondergrond is, is dit geen probleem. Maar wanneer de ondergrond een helling vertoont zoals in de situatie te Hasselt dan raakt de lift op het uiteinde niet de grond. Hierdoor is het dan niet mogelijk om de lift op te rijden. Een oplossing kan zijn om het oppervlak waar de lift op uitkomt vlak te maken. Maar aangezien er wordt gestreefd naar zo weinig mogelijk bouwkundige ingrepen is er een concept bedacht dat er voor zorgt dat de lift zich toch kan schuinstellen.

Figuur 39 geeft de aan te passen onderdelen van de lift weer in het rood en de stukken die moeten worden toegevoegd in het groen. Om de kanteling te kunnen verwezenlijken worden er twee extra cilinders toegevoegd aan het liftmechanisme. Het principe om de lift horizontaal te houden is dat men werkt met 2 armen die kunnen bewegen als een parallellogram. Door het 4^{de} scharnierpunt los te maken van de constructie en regelbaar te maken, kan het platform kantelen. Het regelbaar scharnierpunt hangt scharnierend op aan het bovenliggend scharnierpunt van de draagarm en wordt aan beide kanten verbonden door een L-profiel. De extra cilinders duwen tegen dit L-profiel en kunnen zorgen dat de onderste stangen niet meer parallel staan met de bovenste stangen. Voor een duidelijk beeld van de delen die hiervoor gemaakt moeten worden kan men de bijlage raadplegen.



Figuur 40: Aanpassingen voor schuinstelling

4.4.1 Berekening Cilinder

De cilinders die worden toegevoegd dienen ook berekend te worden. Wanneer de lift in evenwicht is bevindt het zwaartepunt zich op 600 mm van de last en is er geen kracht nodig. De rolstoel kan echter 150mm uit het center staan. Hiermee kan een berekening voor de kracht op de cilinder worden gedaan.

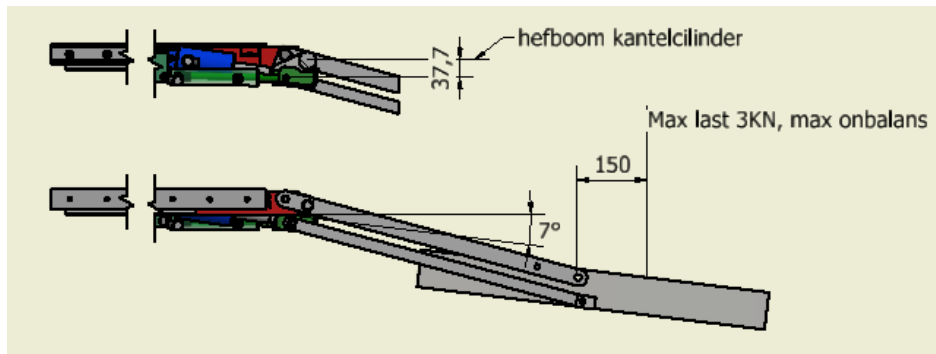
Gegevens:

Figuur 41 geeft de gegevens van deze berekening weer.

Last = 3kN last => Per arm: $3/2 = 1,5\text{kN}$

Loodrecht aangrijpingspunt: 37mm

Afmeting cilinder: stang 16mm huis 35mm



Figuur 41: Gegevens berekening kantelcilinder

Berekeningen:

$$\text{Moment} = 150\text{mm} \cdot 15\text{kN} = 225 \text{ kNmm}$$

$$\text{Kracht nodig om te duwen: } F = 225 \text{ kNmm} / 37\text{mm} = 6,1\text{kN}$$

$$\text{Oppervlakte: } A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 25^2 = 491 \text{ mm}^2$$

$$\text{Druk: } P = 6,1\text{kN} / 491\text{mm}^2 = 0.0124 \text{ KN/mm}^2 = 124 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (Pascal)} = 124 \text{ Bar}$$

De maximale druk die de cilinder moet kunnen leveren is dus 124 bar.

4.4.2 Berekening L-profiel

Omdat er toch aanzienlijke krachten op dit L-profiel aangrijpen wordt hier ook een vereenvoudigde sterkteberekening op gedaan.

Gegevens

Kracht uit kantelcilinder : 6.1kN

Afstand tot ophanging : $(873-621)/2 = 126\text{mm}$

Maximaal moment : $6.1 \cdot 126 = 768.6 \text{ kNmm}$

Profiel : hoek 45/60/6 met $W_x = 5219\text{mm}^3$ en $A=594\text{mm}^2$

Berekeningen:

$$\text{Buigspanning} = \sigma_b = 768.6 / 5219 = 0.147\text{KN/mm}^2 = 145\text{N/mm}^2$$

$$\text{Afschuifspanning} = \tau = 6.1\text{kN} / 594\text{mm}^2 = 0.01\text{KN/mm}^2 = 10\text{N/mm}^2$$

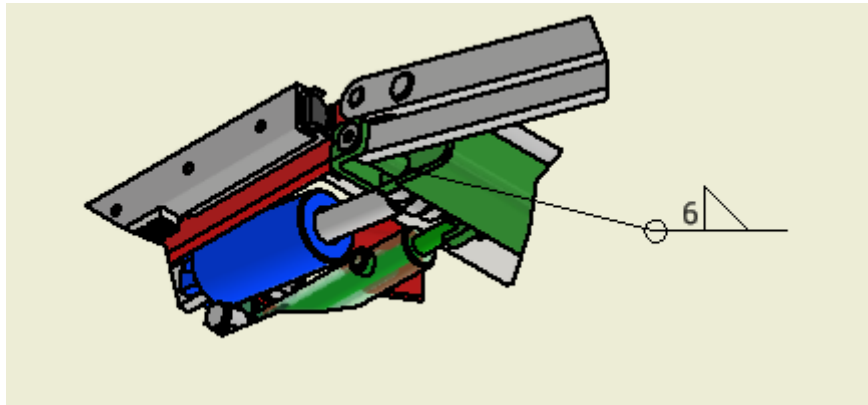
$$\text{SEH} = \sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\alpha_0 \cdot \tau)^2} = 146\text{N/mm}^2$$

Bespreking resultaat:

Ook hier blijkt dat de afschuifspanning maar een minimale invloed heeft op de samengestelde spanning. Een voorbeeld van een materiaal dat kan worden gebruikt voor dit L-profiel is S235, dit heeft een toelaatbare spanning 180N/mm^2 [32].

4.4.3 Berekening Lasnaad

Verder werd er ook nog een kleine lasberekening gedaan voor het deel dat aangeduid is op figuur 42.



Figuur 42: Aanduiding lasnaad

Lasnaad: minimaal aan draadbus diam 20mm

Oppervlakte lasnaad : $\pi \cdot D \cdot 6 = 376\text{mm}^2$

Spanning in de lasnaad = $6,1\text{kN}/376\text{mm}^2 = 16,2\text{N}/\text{mm}^2$

Bespreking resultaat:

De spanningen in de lasnaad moeten vergeleken worden met de toelaatbare afschuifspanning. Voor S235 bedraagt deze $105\text{N}/\text{mm}^2$ [32].

5. Bijkomende uitwerkingen

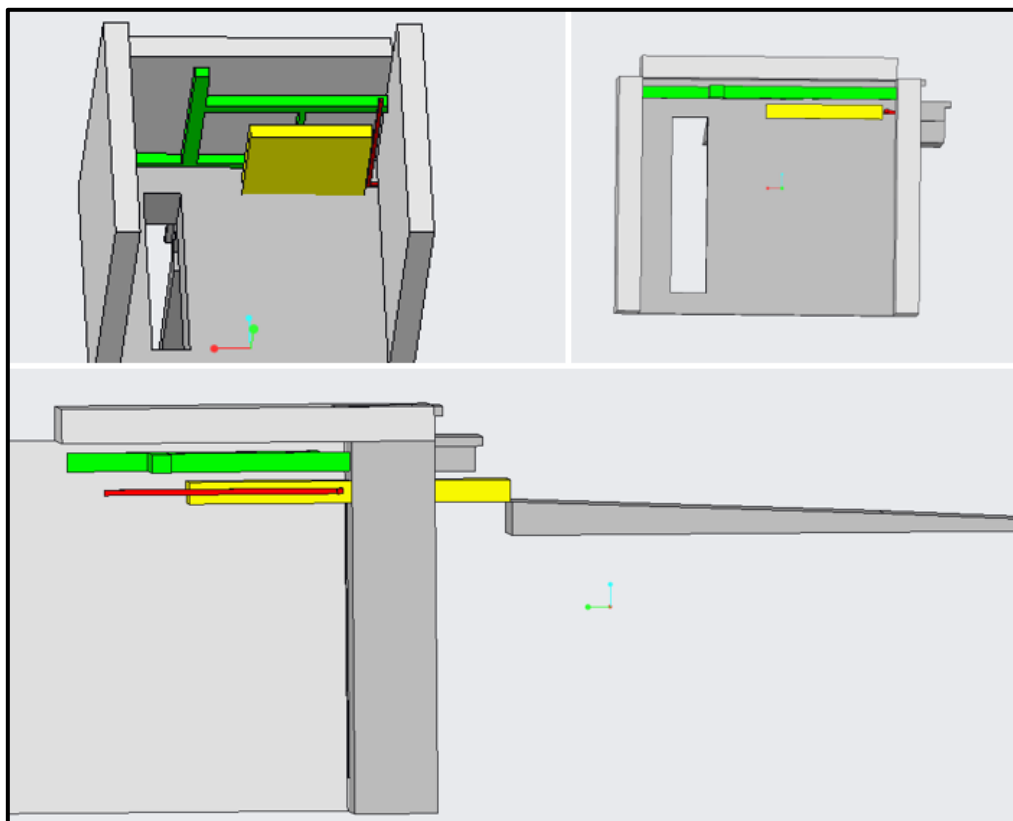
5.1 Berekening balk ter vervanging muur

5.1.1 Situatieschets

Om de lift te kunnen plaatsen moet er een muur van de kelder deels worden weggenomen. Aangezien de lift zelf geen dragende functie kan vervullen, moet er een dragende structuur worden voorzien die de dragende functie van de muur opvangt. Figuur 43 toont de muur waarvan een deel zal worden weggehaald. Op Figuur 44 is dit ook met behulp van een 3D-tekening weergegeven.



Figuur 43: Situatieschets Hasselt



Figuur 44: 3D-weergave situatie Hasselt

5.1.2 Berekeningen

Om het gewicht dat de muur opvangt te blijven ondersteunen is een draagbalk nodig. Dit wordt ook wel een latei genoemd. De afmetingen van deze draagbalk moeten in elke situatie opnieuw worden bepaald, aangezien dat het gewicht voor elke situatie kan verschillen.

Bepalen van de kracht op de muur:

In de norm NBN EN 1991-1-1 worden algemene belastingen, volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen besproken. Figuur 45 toont de tabellen uit deze norm voor het volumiek gewicht van beton. Als ervan uitgegaan wordt dat in deze situatie normaal beton wordt gebruikt en dat er een normaal percentage wapenings- en voorspanstaal aanwezig is dan zou het volumiek gewicht $24+1=25 \text{ kN/m}^3$ zijn [33]. Verder moet er ook nog rekening gehouden worden met de gebruiksbelasting van de vloer. Tabel y toont deze belasting voor verschillende klasse van belaste oppervlakken. Aangezien de lift zal geplaatst worden in een ruimte die dient voor wonen en huishoudelijk gebruik kan klasse A worden gebruikt voor de berekeningen.

Materialen	Volumiek gewicht γ kN/m ³	Klasse van belaste oppervlakken	q_k kN/m ²	Q_k kN
Beton (zie EN 206)		Klasse A		
Licht beton		Vloeren	1,5 tot <u>2,0</u>	<u>2,0</u> tot 3,0
Gewichtsklasse LC 1,0	9,0 tot 10,0 ¹⁾²⁾	Trappen	<u>2,0</u> tot 4,0	<u>2,0</u> tot 4,0
Gewichtsklasse LC 1,2	10,0 tot 12,0 ¹⁾²⁾	Balkons	<u>2,5</u> tot 4,0	<u>2,0</u> tot 3,0
Gewichtsklasse LC 1,4	12,0 tot 14,0 ¹⁾²⁾			
Gewichtsklasse LC 1,6	14,0 tot 16,0 ¹⁾²⁾	Klasse B	2,0 tot <u>3,0</u>	1,5 tot <u>4,5</u>
Gewichtsklasse LC 1,8	16,0 tot 18,0 ¹⁾²⁾	Klasse C		
Gewichtsklasse LC 2,0	18,0 tot 20,0 ¹⁾²⁾	C1	2,0 tot <u>3,0</u>	3,0 tot <u>4,0</u>
Normaal beton	24,0 ¹⁾²⁾	C2	3,0 tot <u>4,0</u>	2,5 tot 7,0 (<u>4,0</u>)
Zwaar beton	> ¹⁾²⁾	C3	3,0 tot <u>5,0</u>	<u>4,0</u> tot 7,0
Mortel		C4	4,5 tot <u>5,0</u>	3,5 tot <u>7,0</u>
Cementmortel	19,0 tot 23,0	C5	<u>5,0</u> tot 7,5	3,5 tot <u>4,5</u>
Gipsmortel	12,0 tot 18,0			
Kalk-cementmortel	18,0 tot 20,0	Klasse D		
Kalkmortel	12,0 tot 18,0	D1	<u>4,0</u> tot 5,0	3,5 tot 7,0 (<u>4,0</u>)
¹⁾ Te verhogen met 1 kN/m ³ voor een normaal percentage wapenings- en voorspanstaal.		D2	4,0 tot <u>5,0</u>	3,5 tot <u>7,0</u>
²⁾ Te verhogen met 1 kN/m ³ voor niet-uitgehard beton.				
OPMERKING Zie hoofdstuk 4.				

Figuur 45: Volumiek gewicht beton [33]

De afmetingen van de kelder die aanwezig is 3,50 x 2,18 m en de dikte van de beton bedraagt 0,185 m. Met deze gegevens kan het volume berekend worden van de betonplaat die zich boven de kelder bevindt. Door dit volume dan te vermenigvuldigen met het volumiek gewicht van het beton kan de kracht die wordt uitgeoefend op de muren worden berekend.

$$V_{\text{beton}} = l \cdot b \cdot t = 3,50\text{m} \cdot 2,18\text{m} \cdot 0,185\text{m} = 1,41 \text{ m}^3$$

$$F_{\text{beton}} = V_{\text{beton}} \cdot \gamma = 1,41 \text{ m}^3 \cdot \frac{25\text{kN}}{\text{m}^3} = 35,3 \text{ kN}$$

In de norm NBN 1991-1-1 staat ook beschreven dat de belastingen op andere verdiepingen als gelijkmatig verdeeld mogen worden aangenomen. Er kan dus worden veronderstelt dat de belasting evenredig over de muren verdeeld is. Door de kracht te delen door de totale lengte van de muren kan de belasting per lengte-eenheid worden bekomen.

$$L_{\text{muur}} = 2 \cdot 3,5\text{m} + 2 \cdot 2,18\text{m} = 11,36\text{m}$$

$$q_{\text{beton/meter muur}} = \frac{35,3\text{kN}}{11,36\text{m}} = \frac{3,11\text{kN}}{\text{m}}$$

Door de gebruiksbelasting hier bij op te tellen wordt de totale belasting gevonden.

$$q_{\text{totaal/meter muur}} = q_{\text{beton/meter muur}} + q_k = \frac{3,11\text{kN}}{\text{m}} + \frac{2\text{kN}}{\text{m}} = \frac{5,11\text{kN}}{\text{m}}$$

Bepalen geschikte latei:

Als latei kunnen verschillende profielen worden gekozen. In deze sectie zal er bepaald worden wat de geschikte profiel is voor deze toepassing en wat de afmetingen zijn.

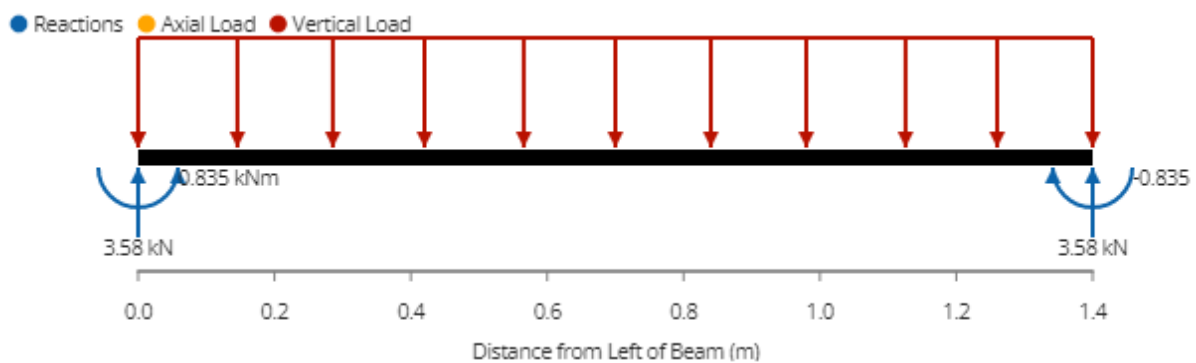
Gegevens profiel:

- Toelaatbare spanning profiel (Staal: S235JR: $\sigma_{toelaatbaar}$ (buigspanning) = 180)
- Elasticiteitsmodulus $E = 210\,000\text{ N/mm}^2$

Gegevens situatie:

- Verdeelde belasting van 5,11 kN/m
- Lengte profiel = lengte lift 981 ($\approx 1000\text{mm}$) + 2·200mm (marge voor bevestiging) + 2·100mm (oplegging bron: [34]) = 1600
- Hoogte profiel = maximum 200 mm
- Dikte profiel = niet bepaald
- diepte profiel = rond 185mm zodat even breed als muur

Voor deze gegevens zijn dan de dwarskrachten en momentenlijnen bepaald. Dit is via het programma Clearcalcs ook nog eens geverifieerd. Onderstaande figuur 46 geeft de situatie weer.



Figuur 46: Dwarskrachten en momenten balk

De maximale dwarskracht bedraagt: $V_{max} = \frac{5,11\text{kN/m} \cdot 1,4\text{m}}{2} = 3,58\text{kN}$.

Het maximale moment bedraagt: $M_{max} = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{5,11\text{kN/m} \cdot (1,4\text{m})^2}{12} = 0,835\text{kNm}$

Met behulp van het maximale moment kan vervolgens het benodigde weerstandsmoment worden bepaald: $W_{benodigd} = \frac{M_{max}}{\sigma_{toelaatbaar}} = \frac{0,835\text{kNm}}{180\,000\text{kN/m}^2} = 4,639 \cdot 10^{-6}\text{m}^3 = 4,639\text{ cm}^3$

Als deze waarde wordt vergeleken met de waarden voor het weerstandsmoment in tabellen dan valt er te concluderen dat het gebruik van I of H profielen in deze toepassing voor een overdimensionering zouden zorgen. Als we een veiligheidsfactor van 1,2 in rekening brengen bedraagt het weerstandsmoment $5,6\text{ cm}^3$.

Uitwerking I-profiel vs ongelijkzijdig hoekprofiel:

I-profiel DIN 1025-S235JR- IPB 100 : breedte 100mm, $W_x = 89,9\text{cm}^3$ en $I_x = 349\text{cm}^4$

Voor een I-profiel met brede flenzen dient ook de schuifspanning gecontroleerd te worden. Deze kan op de volgende manier berekend worden [35]:

$$\sigma_{\text{schuifspanning}} = \frac{V_{\text{max}}}{A_{\text{lijfplaat}}} = \frac{3,58 \text{ kN}}{100 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm}} = 5,97 \text{ MPa} < 140 \text{ N/mm}^2$$

Ook de doorbuiging kan worden gecontroleerd:

$$v_{\text{max}} = \frac{-5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{-5 \cdot 5,11 \text{ kN/m} \cdot (1,4 \text{ m})^4}{384 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 349 \text{ cm}^4} = 0,35 \text{ mm}$$

Uitwerking ongelijkzijdig hoekproefiel:

L EN 10056-1-100x65x7-S235JR: breedte 100mm, $W_y = 7,53 \text{ m}^3$ en $I_y = 37,6 \text{ cm}^4$ (W_y en I_y is hier genomen omdat lange zijde onderaan ligt).

Ook hier wordt de doorbuiging gecontroleerd:

$$v_{\text{max}} = \frac{-5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{-5 \cdot 5,11 \text{ kN/m} \cdot (1,4 \text{ m})^4}{384 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 37,6 \text{ cm}^4} = 3,24 \text{ mm}$$

Opleg controleren

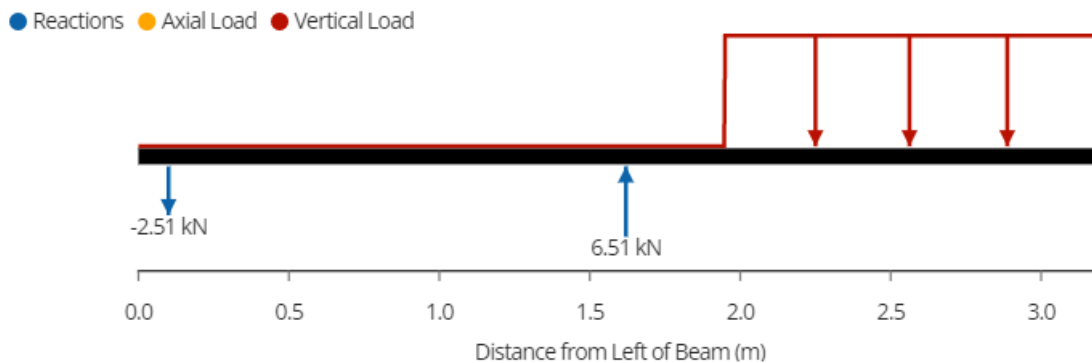
Aangezien het profiel op metselwerk wordt bevestigd moet er ook gekeken worden of de opleg sterk genoeg is om de latei te ondersteunen. Aangezien dit metselwerk al verouderd is vormt dit wel een probleem aangezien de sterkte ervan moeilijk te bepalen is. De druksterkte van een baksteen verschilt per type en ligt grofweg tussen 5 en 140 N/mm² [36].

Het oppervlakte waarop de latei ligt is gelijk aan 100x100= 10000mm². De maximale dwarskracht bedraagt 3,58kN. De gemiddelde druksterkte bedraagt dus: 3.58kN/10000mm²= 0,358N/mm².

Er kan dus gezegd worden dat het niet nodig is om de opleg nog verder te verstevigen.

5.2 Berekening ophanging

Voor de krachten in de ophangpunten werd op papier een berekening gemaakt die te zien is in bijlage D. Deze zijn ook geverifieerd met het programma clearcalcs zoals is weergegeven op figuur 47.



Figuur 47: Berekening ophanging

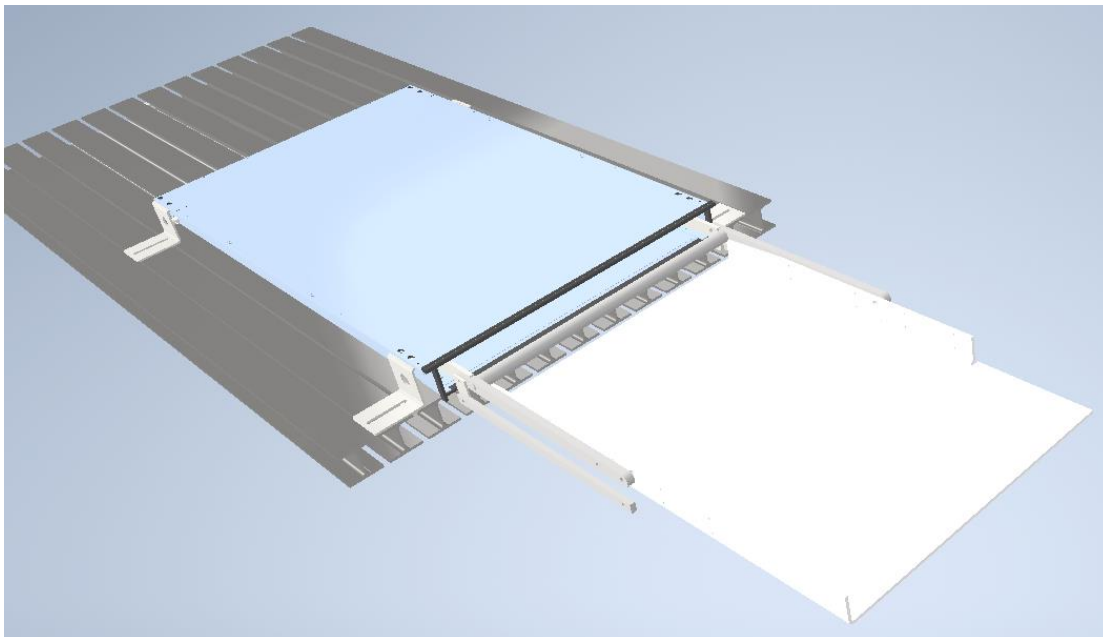
De krachten in de ophangpunten van de lift zijn 2.51kN en 6.51kN. Deze krachten worden telkens door 2 ophangpunten gedeeld. Als we een veiligheidsfactor van 1,5 in rekening brengen dan is de maximale kracht in de bevestiging $6.51/2 \times 1,5 = 4,88\text{kN}$.

Met behulp van deze waarde kan een ankerbout worden gekozen. De keuze wordt hier gemaakt op basis van tabel x. Deze tabel geeft verschillende groottes voor een bepaald type ankerbout weer.

Door de bout met ankerdiameter M12 en standaard verankeringsdiepte te nemen van 70 mm zijn de bouten sterk genoeg om de krachten op te vangen die normaal door de 2 steunpunten worden opgevangen. Dit is noodzakelijk aangezien men niet weet in welke staat het beton is en er eventueel al scheuren kunnen inzitten.

5.3 Ontwerp proefopstelling

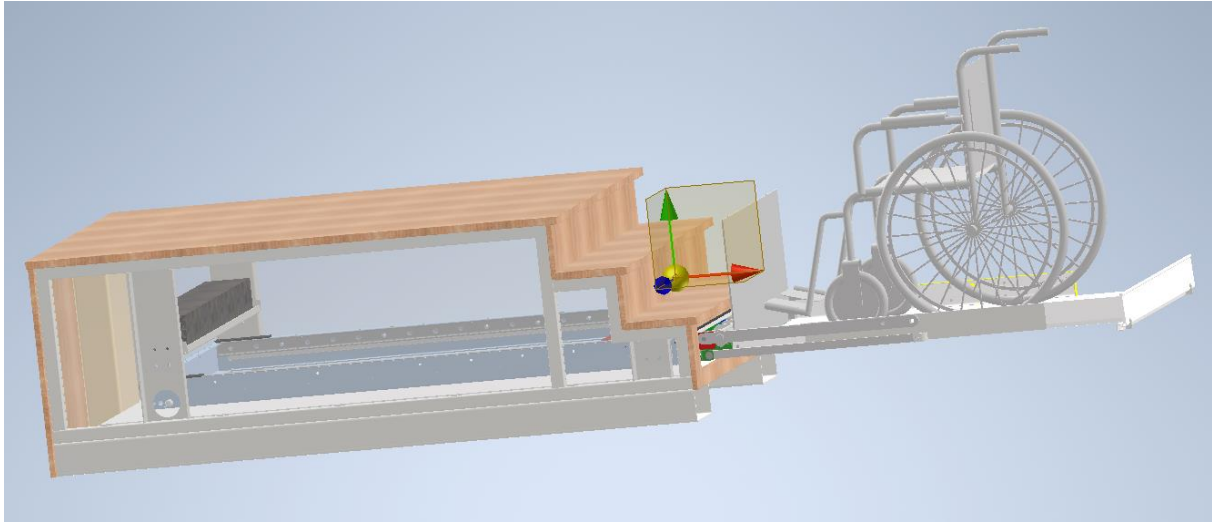
Om een proefopstelling voor de lift te kunnen maken moesten houders ontworpen worden die op een lastafel kunnen worden gemonteerd. Figuur 48 geeft dit weer.



Figuur 48: Ontwerp proefopstelling

5.4 Ontwerp toonzaaltrap

Omdat de bouwkundige werken werden uitgesteld voor de situatieschets in Hasselt is er besloten om nog een toonzaalmodel te ontwikkelen. De vereisten voor dit toonzaalmodel waren dat het genoeg tegengewicht heeft om de liftbeweging uit te voeren. Om aan deze vereiste te voldoen werd het zwaartepunt in Inventor bepaald wanneer de lift in de meest kritische toestand 300kg draagt. Om dit zwaartepunt verder naar achter te leggen werd een gewicht 40kg voorzien achteraan de toonzaaltrap. Figuur 49 geeft dit weer.



Figuur 49: Toonzaaltrap met tegengewicht

Ook moet de lift met een heftruck vervoert kunnen worden. Dit is voorzien op 2 manieren. Er zijn 2 buisprofielen voorzien waarin de vorken van de heftruck kunnen gaan. Als de heftruck echter kleinere vorkafmetingen heeft kan er ook tussen de buisprofielen worden gegaan met de vorken. Door een plaat aan de toonzaaltrap toe te voegen is er een bescherming naar boven toe voorzien.

Verder is aan de zijkant ook nog plexiglas bevestigd. Zo kan men het inwendige van de trap ook tonen aan potentiële klanten.

5.5 Ontwerp logo

Verder is er ook nog een logo ontwikkeld voor de lift. In bijlage D zijn de verschillende voorontwerpen weergegeven van het logo. De letters NTR verwijzen hierbij naar het Engelse woord "Enter" dat de link legt met het binnengaan van een woning. Figuur 50 geeft het resultaat weer.



Figuur 50: Logo lift

6. Besluit

In deze masterproef is er getracht een lift te ontwerpen die een oplossing geeft voor situaties waar voorlopig nog geen afdoende oplossing is. Via een literatuurstudie zijn de afmetingen bepaald die nodig waren voor het ontwerp van de lift. De gegevens van de normen hebben samen met het eisenpakket gezorgd voor een eliminatieprocedure waar uiteindelijk nog één concept overbleef.

Uit de verschillende situatieschetsen is ook gebleken dat het concept niet kon worden gebruikt wanneer de ondergrond hellend was. Hiervoor is een speciaal mechanisme ontworpen dat kan worden gebruikt. Ook is er voor gezorgd dat er zijwaarts aan de lift kan worden opgereden indien de stoep een breedte heeft van minimaal twee meter.

Er is ook een beweegbaar toonzaalmodel ontworpen en gerealiseerd in de praktijk zodat potentiële klanten dit nieuw type lift op een beurs kunnen ontdekken. Verder zijn ook de berekeningen gemaakt voor de plaatsing van de lift in een huis.

Voor de toekomst moet er enkel nog een volledig dossier opgesteld worden zoals beschreven in de literatuurstudie. Wanneer dit voltooid is kan de lift ook daadwerkelijk op de markt gebracht worden.

Referentielijst

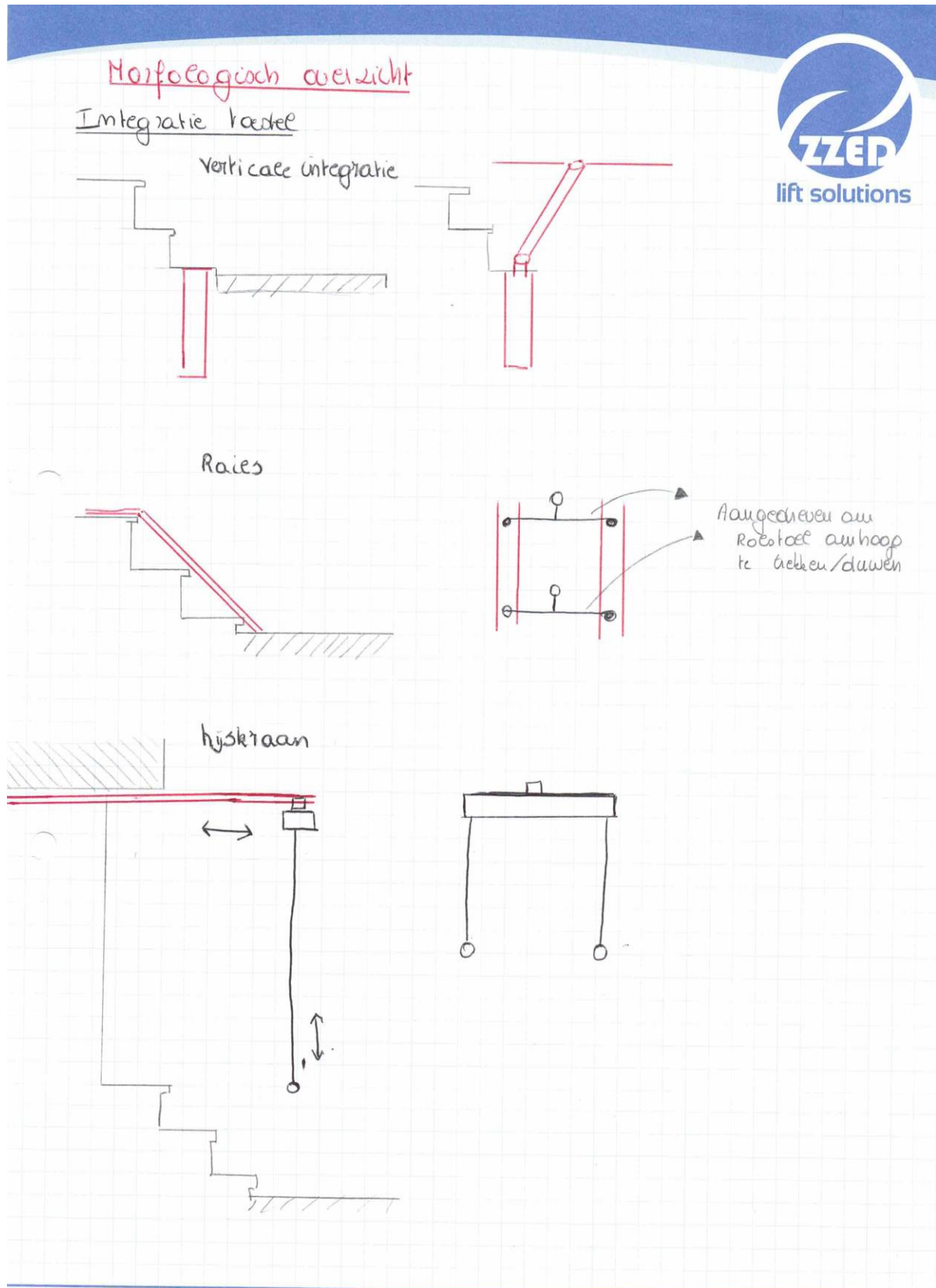
Bibliografie

- [1] ZZED, „ZZED Lift Solutions,” [Online]. Available: <https://www.zzed.be/>. [Geopend 2021 10 10].
- [2] ATC, „Hydrolifts,” [Online]. Available: <https://www.at-c.de/en/hydrolift-en.html>. [Geopend 2021 10 7].
- [3] Liftup, „Flexstep by Liftup,” [Online]. Available: <https://www.liftup.dk/en/products/flexstep/>. [Geopend 2021 10 7].
- [4] F. J. Siers, „Probleemdefiniërende fase,” in *Methodisch ontwerpen volgen H.H. van den Kroonenberg*, Groningen, Noordhoff Uitgevers, 2004, pp. 53-58.
- [5] OCW, „Cahier voetgangerstoegankelijkheid,” juni 2014. [Online]. Available: <https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/04-vm-pbm-nl-web.pdf>. [Geopend 28 april 2022].
- [6] Agentschap TOEGANKELIJK VLAANDEREN, „Inspiratiebundel toegankelijkheid van voorzieningen voor personen met een handicap,” 2015. [Online]. Available: https://www.inter.vlaanderen/sites/default/files/inspiratiebundel_pmh_122015_webk.pdf. [Geopend 28 april 2022].
- [7] Federale Belgische Overheidsdienst, „De bevoegdheden van de gewesten,” belgium.be, 2022. [Online]. Available: https://www.belgium.be/nl/over_belgie/overheid/gewesten/bevoegdheden. [Geopend 28 april 2022].
- [8] Vlaamse minister voor ruimtelijke Ordening, „Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van een algemene bouwverordening inzake wegen voor voetgangersverkeer,” 29 04 1997. [Online]. Available: <https://codex.vlaanderen.be/Portals/Codex/documenten/1005401.html>. [Geopend 28 april 2022].
- [9] vzw Toegankelijkheidsbureau, „Toegankelijkheid van voetpaden,” 2021. [Online]. Available: <http://img.ice.be/files/1224/toegankelijkheid-van-voetpaden.pdf>. [Geopend 28 04 2022].
- [10] Enter vzw, „Toegankelijk publiek domein,” 21 10 2010. [Online]. Available: https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1624440360/2010-10-21_vademecum_toegankelijk_publiek_domein_k41kbn.pdf. [Geopend 28 04 april].
- [11] Inter, „Toegankelijkheid van voetpaden,” [Online]. Available: https://www.inter.vlaanderen/sites/default/files/Wenkenblad_toegankelijkheid_voetpaden.pdf. [Geopend 28 04 2022].
- [12] Service public de Wallonie, „CODE WALLON DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, DE L'URBANISME ET DU PATRIMOINE (CWATUP),” 29 december 2017. [Online]. Available: http://lampspw.wallonie.be/dgo4/tinymvc/apps/amenagement/views/documents/juridique/cwatup/CWATUP_20171229.pdf. [Geopend 28 april 2022].

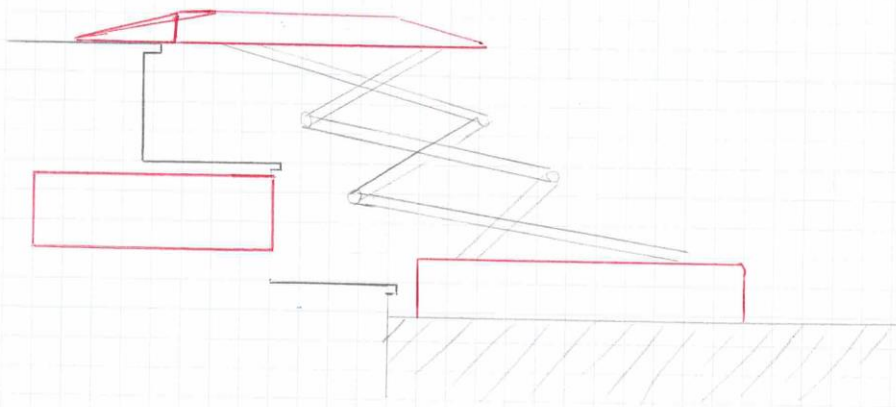
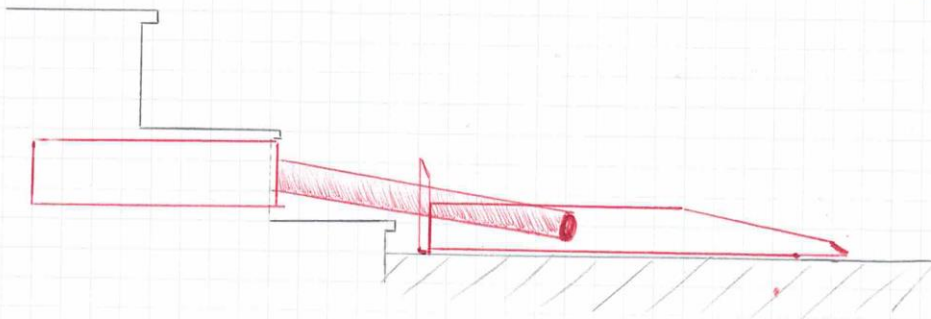
- [13] SPW, „Largeur d’un trottoir. Quelles,” maart 2021. [Online]. Available: http://mobilite.wallonie.be/files/eDocsMobilite/Conseiller%20en%20mobilit%c3%a9/question%20de%20cem/QC09_largeur-trottoir.pdf. [Geopend 28 april 2022].
- [14] OCW, „Verhardingen voor voetgangersvoorzieningen,” januari 2012. [Online]. Available: <https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/vm1-voetgangersvoorzieningen.pdf>. [Geopend 28 april 2022].
- [15] Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, „Bouwbesluit Online 2012,” 2012. [Online]. Available: <https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud>. [Geopend 28 04 2022].
- [16] M. S. Roys, „Serious stair injuries can be prevented by improved stair design,” april 2001. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687000000491>. [Geopend 28 april 2022].
- [17] Kaiser+Kraft, „drempelbrug, tweedelig,” [Online]. Available: <https://www.kaiserkraft.be/laaden-loshulpmiddelen/oprijplaten-en-oprijplaten/drempelbrug-tweedelig/draagvermogen-500-kg/p/M1081766/>. [Geopend 2022 april 28].
- [18] ThuiszorgWebshop.be, „DREMPELPLAAT ALUMINIUM SECUCARE,” [Online]. Available: <https://www.thuiszorgwebshop.be/nl/drempelplaat-aluminium.html>. [Geopend 2022 04 28].
- [19] Drempelhulp.nl, „Alluminium hellingbaan -Recht,” [Online]. Available: <https://drempelhulp.nl/op-maat/modulaire-hellingbaan/aluminium-hellingbaan-recht/>. [Geopend 28 april 2022].
- [20] KOC, „Oplossingen om zelfstandig een hoogteverschil,” april 2015. [Online]. Available: https://www.hulpmiddeleninfo.be/hulpmiddeleninfos/verticaaltransport/kw_verticaaltransport.pdf. [Geopend 28 april 2022].
- [21] Fod Economie, K.M.O Middenstand en Energie, „Machinerichtlijn (2006/42/CE) - Informatieve brochure,” 12 maart 2021. [Online]. Available: <https://economie.fgov.be/nl/publicaties/machinerichtlijn-200642ce>. [Geopend 28 april 2022].
- [22] Europees parlement, Raad van de Europes unie, „RICHTLIJN 2006/42/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 17 mei 2006,” Europese Unie, 2006.
- [23] I. Fraser, „Gids voor de toepassing van Machinerichtlijn 2006/42/EG,” Europese Commissie, 2010.
- [24] NBN, „NBN EN 81-70: Safety rules for the construction and installation of lifts,” 2021.
- [25] NBN, „NBN EN ISO 12100 veiligheid van machines - Basisbegrippen voor ontwerp - Risicobeoordeling en risicovermindering,” 2013.
- [26] Domicare lifting and handling, „Zweefliften voor rolstoel of tilband,” [Online]. Available: <https://www.domicare.nl/zweeflift/>. [Geopend 28 april 2022].
- [27] MASTERGRABBAR, „Have you Heard About This New Type of Stairlift?,” 28 februari 2020. [Online]. Available: <https://mastergrabbar.com/blog/stairs/have-you-heard-about-this-new-type-of-stairlift>. [Geopend 28 april 2022].
- [28] Domicare lifting and handling, „Flexstep plateaulift H-1250 Flex,” [Online]. Available: <https://www.domicare.nl/flexstep-plateaulift/>. [Geopend 10 08 2022].

- [29] CIBES Uplifting Design, „Cibes SwingOn,” april 2019. [Online]. Available: <https://kaunoliftai.lt/wp-content/uploads/2019/04/Swing-on-katalogas.pdf>. [Geopend 28 april 2022].
- [30] AMF BRUNS, „Cassette Lift K90,” [Online]. Available: Cassette Lift K90. [Geopend 28 april 2022].
- [31] Espacenet, „EP1254858A1 Lifting system for a stairway,” [Online]. Available: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/008180258/publication/EP1254858A1?q=pn%3DEP1254858A1%3F>. [Geopend 28 april 2022].
- [32] H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch en J. Vobiek, Roloff/Matek machineonderdelen, Amsterdam: Boom, 2018.
- [33] wtcb, „NBN EN 1991-1-1 ANB : Eurocode 1 - Belastingen op constructies - Deel 1-1 : Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen.,” 2007. [Online]. Available: <https://www.wtcb.be/publicaties/normen-reglementen/nbn-en-1991-1-1-anb-nl/>. [Geopend 14 april 2022].
- [34] Certacon, [Online]. Available: NBN EN 1991-1-1 ANB : Eurocode 1 - Belastingen op constructies - Deel 1-1 : Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen.. [Geopend 25 mei 10].
- [35] R. C. Hibbeler, Sterkteleer, Amsterdam: Pearson, 2017.
- [36] KNB, „PRODUCTSPECIFICATIE METSELBAKSTEEN VOLGENS NEN-EN 771-1,” [Online]. Available: <https://www.knb-keramiek.nl/media/266010/folder-metselbaksteen-16-5-2019.pdf>. [Geopend 10 mei 2022].
- [37] M. F. Ashby, Materials selection in mechanical design, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2017.

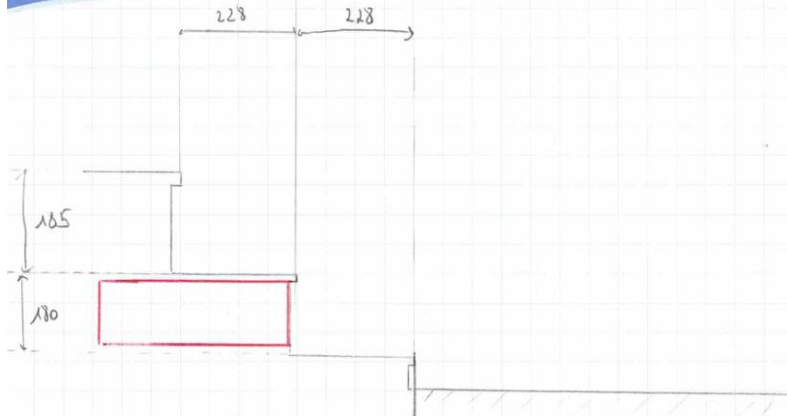
Bijlage A: Morfologisch overzicht



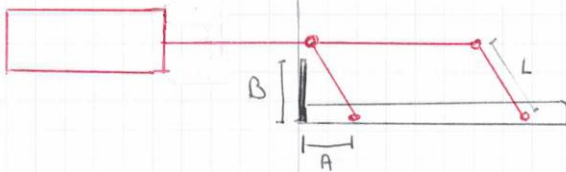
cadette + schaarlift



Bijlage B: Keuze concept

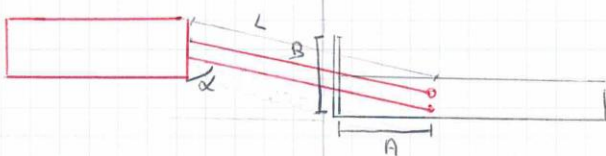


Oplossing 1



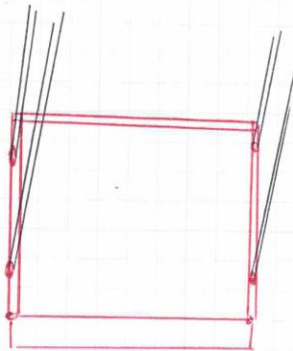
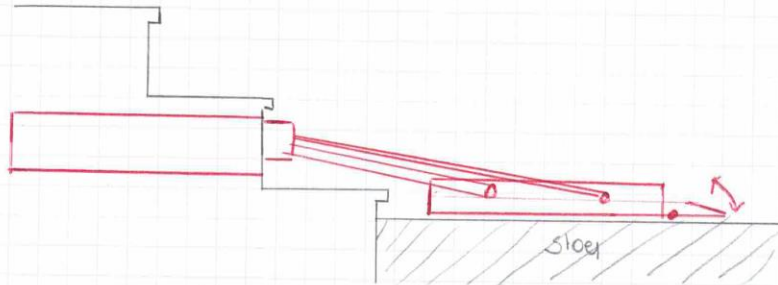
- Maximum hoogte te overwinnen = $L \times 2$ ⚠ Enke B als diepte
- Maximum diepte te overwinnen = $L \times 2 + B$ ⚠ geen hoogte overwinnen

Oplossing 2



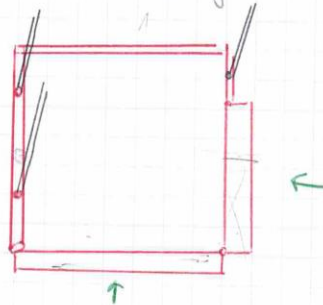
- Maximum hoogte te overwinnen = $\cos \alpha \cdot L + L \cos 10^\circ$
- Maximum diepte te overwinnen = $(L - L \sin 10^\circ) + B$

Voor situatie in Halle:
 $\text{Max } \alpha \approx \tan^{-1} \left(\frac{228}{90} \right) = 68^\circ$



↳ Enkel laaps voor bereikbaar = probleem

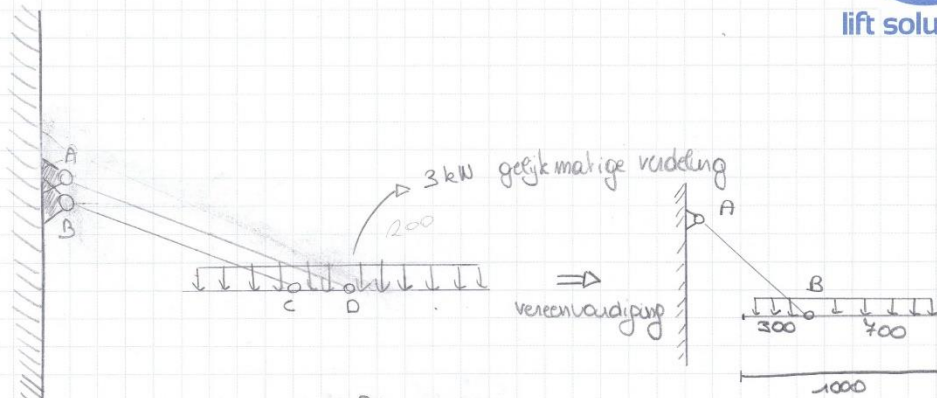
Opn: armen laaps 1 kant (Deels) weghalen



Bijlage C: Manuele berekeningen draagplateau



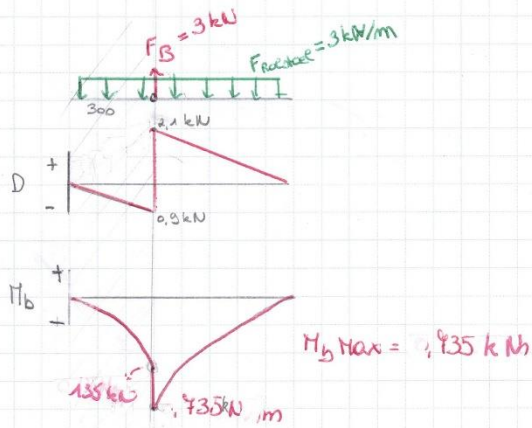
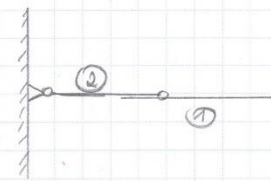
KRACHTBEREKENINGEN Lift



$$I_{\text{sam}} = \frac{1000 \cdot 6^3}{12} + 2 \cdot 1000 \cdot 6 + 2 \cdot \left(\frac{644^3}{12} + 23^2 \cdot 44.6 \right) = 406\,436 \text{ mm}^4$$

$y_m = 5$

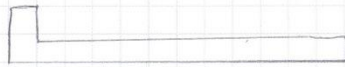
① Krachten → MAXIMALE als lift horizontaal:



Stee Materiaal =
 ALUMINIUM ⇒ $\bar{\sigma} = 414 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
 S235 ⇒ $\bar{\sigma} = 235$

$$\Rightarrow \sigma_b = \frac{M_{b\text{max}} \cdot y}{I} = \frac{735 \cdot 45}{406\,436} = 81,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Wat verandert als 1 kant niet geplooid?

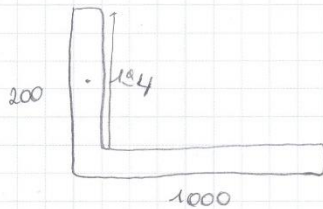


$$y = 4,05$$

$$I = 218\ 656$$

$$\Rightarrow \sigma_0 = \frac{735 \cdot 10^3 \cdot 46}{218\ 656} = 154,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{zeer hoog}$$

Als we 1 kant groter maken?



$$y = 6,3 \left(\frac{1000 \cdot 6 \cdot 3 + 6 \cdot 103 \cdot 44}{6 \cdot 184 + 1000 \cdot 6} \right)$$

$$I = \frac{1000 \cdot 6^3}{12} + 3 \cdot 3^2 \cdot 1000 \cdot 6 + \frac{6 \cdot 184^3}{12} + 102,7^2 \cdot 184 \cdot 6$$

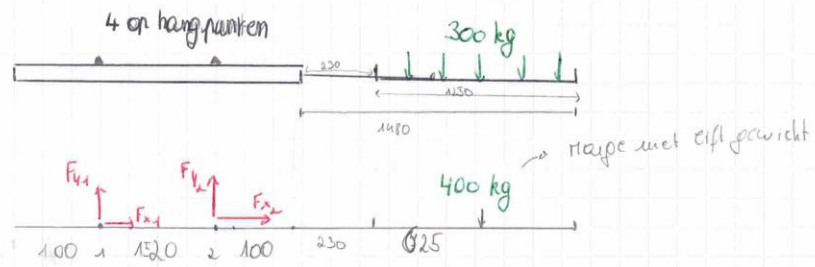
$$= 1,6 \times 10^7$$

$$\Rightarrow \sigma_b = \frac{735 \cdot 10^3 \cdot 193,7}{1,6 \times 10^7} = 8,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \Rightarrow \text{Toeslaatbaar}$$

Maar krachten worden weer door 1 arm gehouden

Bijlage D: Krachten in ophangpunten

Krachten op eift



$$F_{x1} = F_{x2} = 0$$

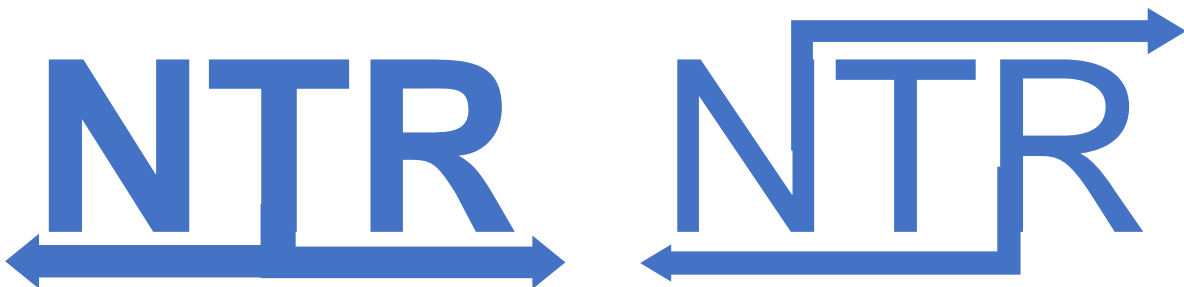
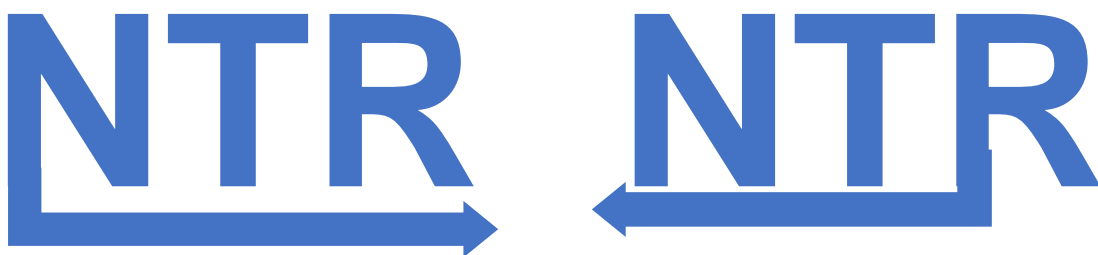
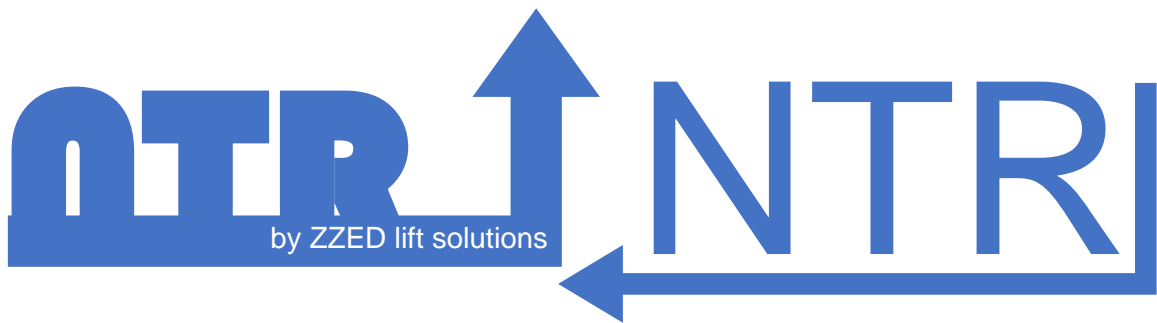
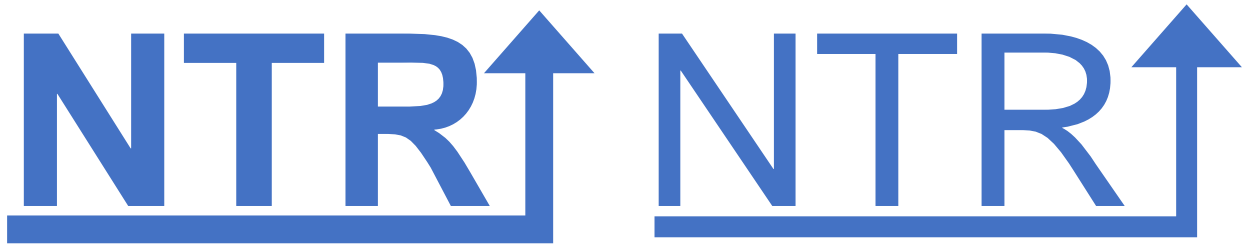
$$F_{y1} + F_{y2} - 4000 \text{ N} = 0$$

$$\sum \pi_1 = 0 \Rightarrow 1520 \cdot F_{y2} - 2475 \cdot 4 \text{ kN} = 0$$

$$\Rightarrow F_{y2} = 6,51 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow F_{y1} = -6,51 \text{ kN} + 4 = -2,51 \text{ kN}$$

Bijlage D: Ontwerp logo



N↑R

N↑
NTR

NTR
by ZZED
lift solutions

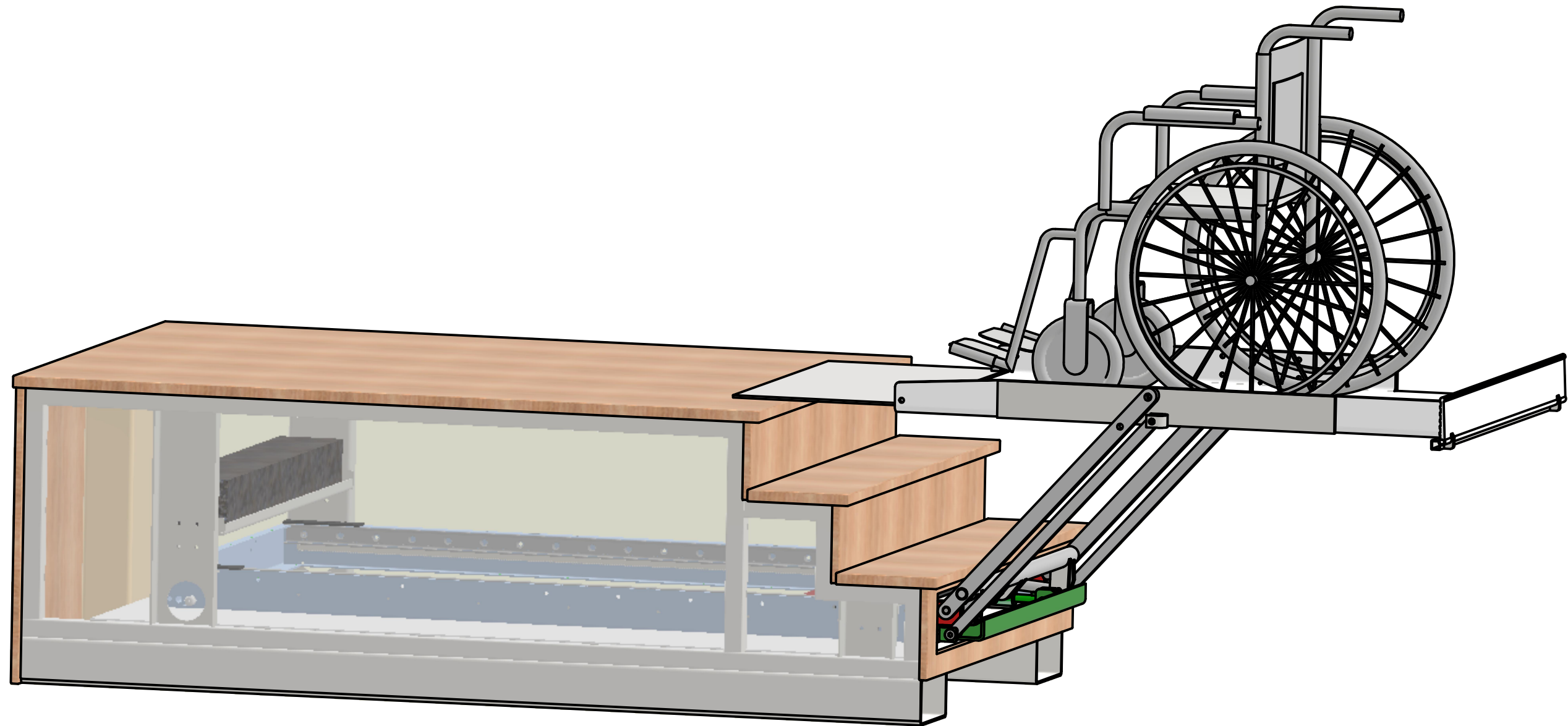
N↑↑
NTR

↑NTR↑
▲


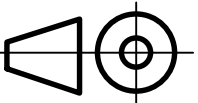
NTR↑
by ZZED lift solutions

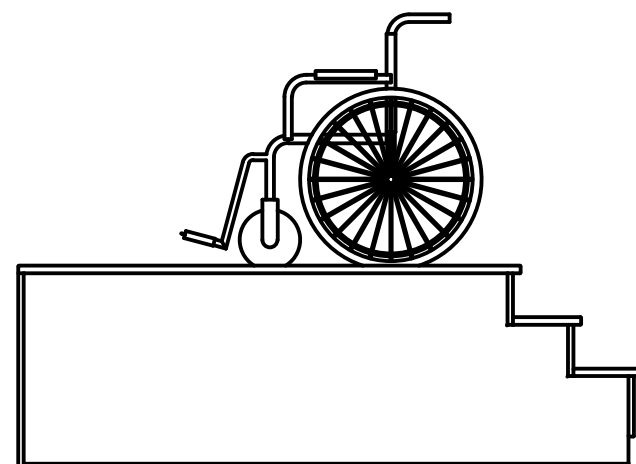
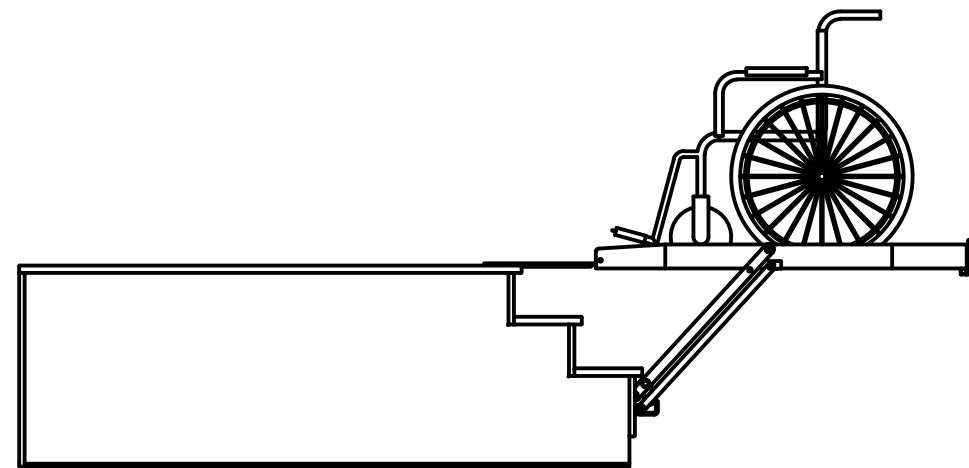
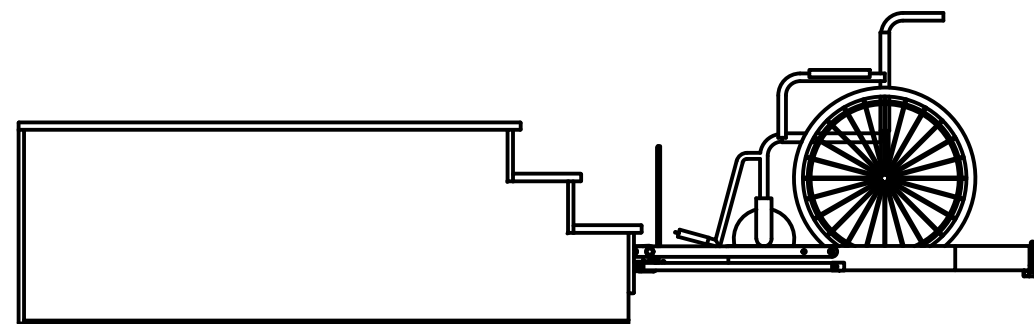
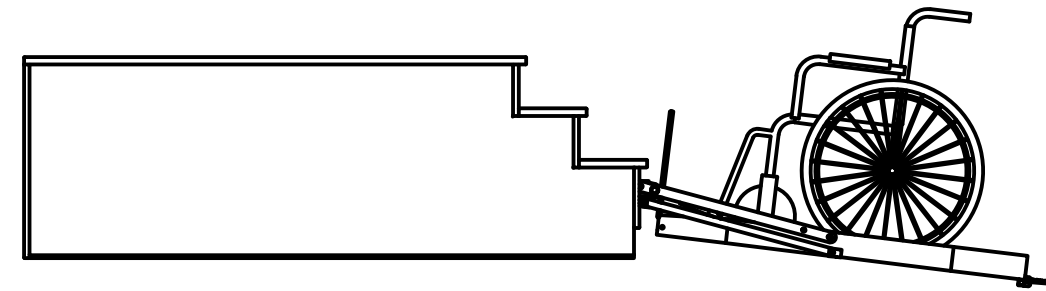
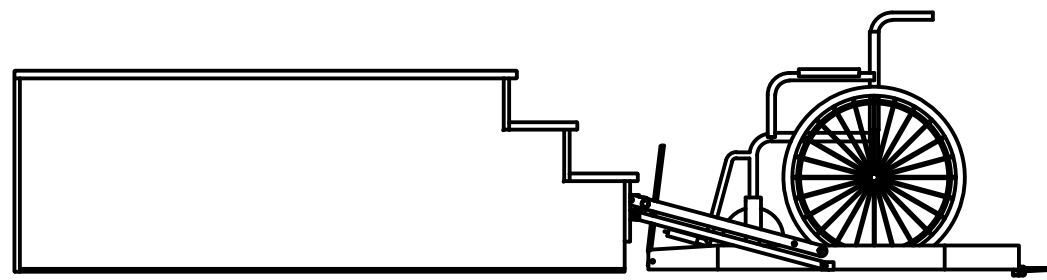
Bijlage E: Tekeningen

Ontwerp en realisatie van een universele minimaal invasieve mindervalideninbouwlift


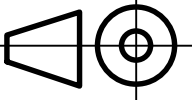


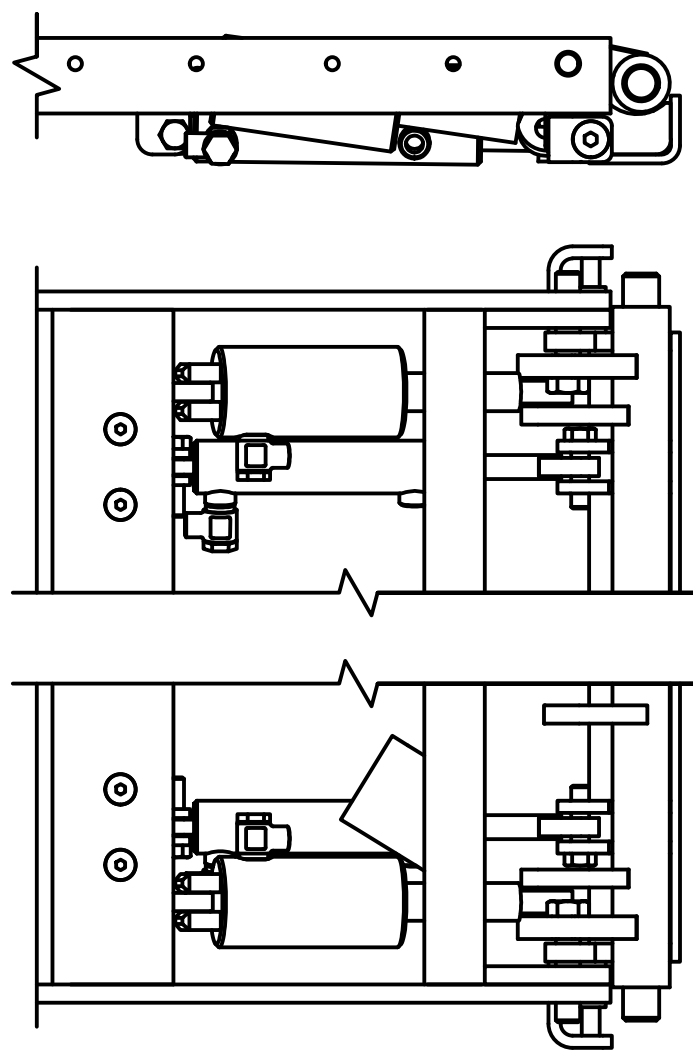
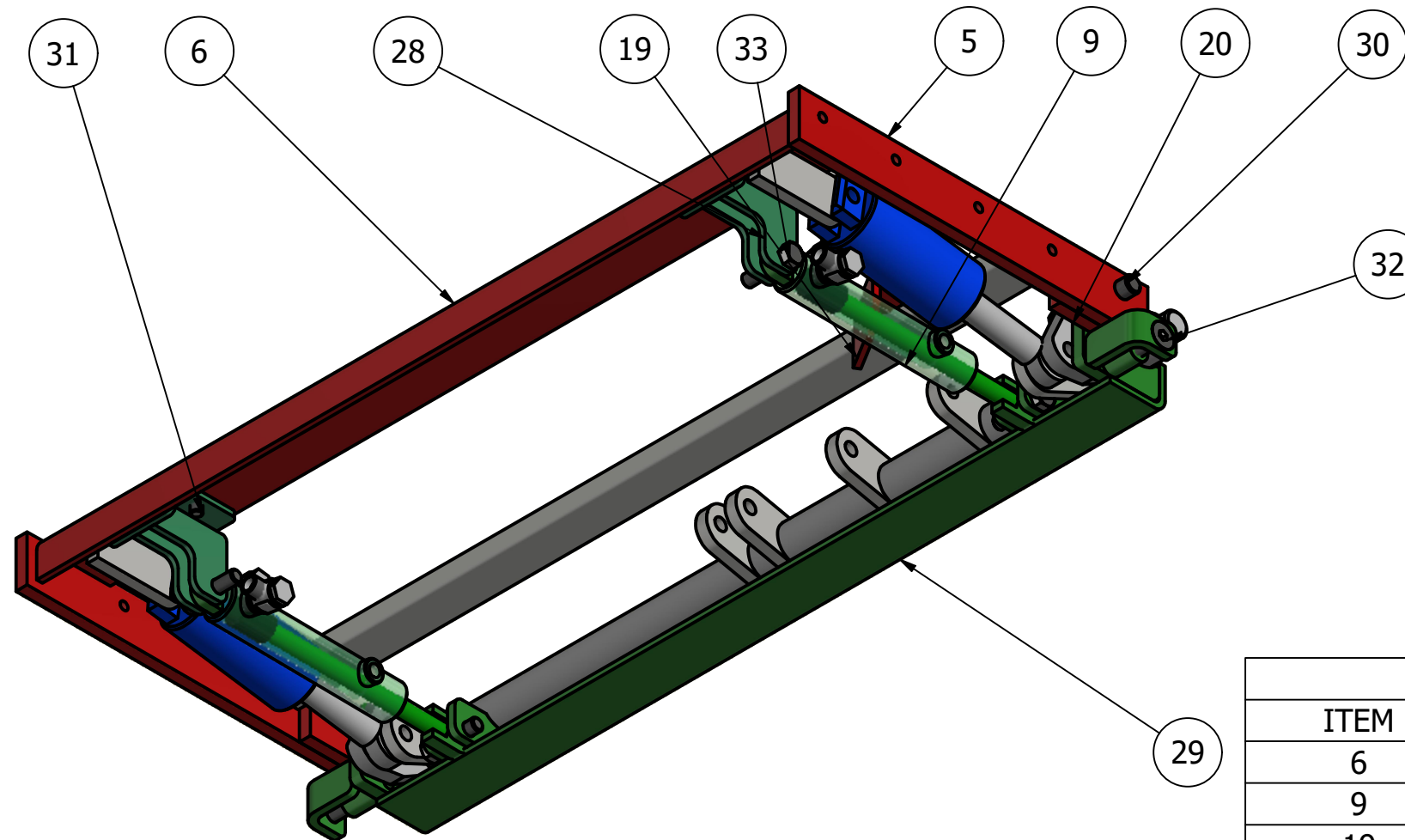
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal:		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming:		Tek. nr: S0		Aantal:
		Stuk nr:		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		




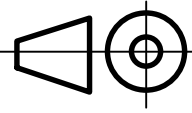
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

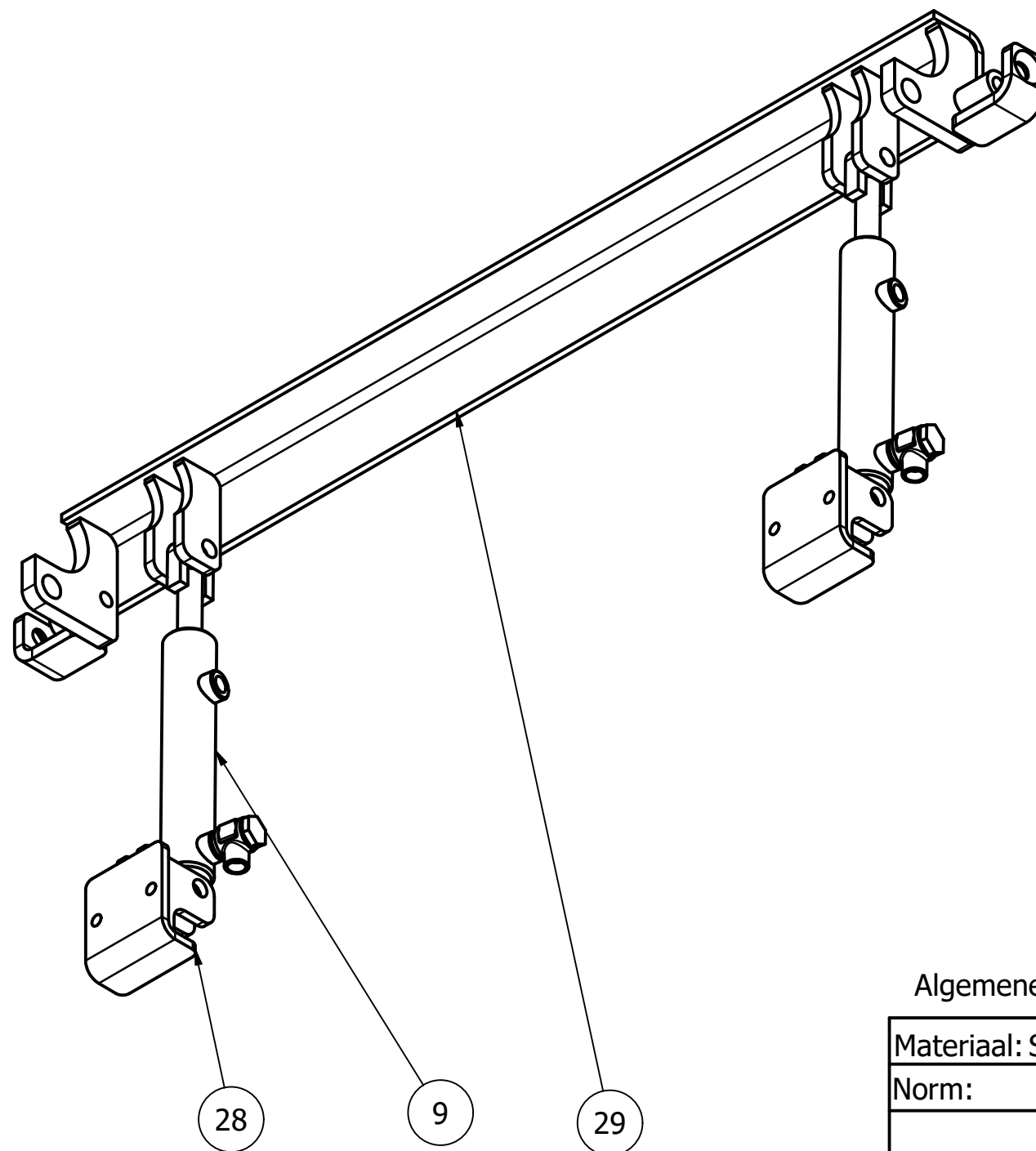
Materiaal:		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming: standen		Tek. nr: S0.1		Aantal:
		Stuk nr:		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/25	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
6	1	2207	
9	2	cilinder 16_25	
19	1	2217	
20	2	2218	
28	2	82201	
29	1	82202	
30	2	DIN 7990 - M16 x 70	Hex-Head Bolt
31	4	DIN 7991 - M10x20	Hexagon socket countersunk head cap screws
32	2	DIN 7991 - M12x40	Hexagon socket countersunk head cap screws
33	4	DIN 7990 - M12 x 45	Hex-Head Bolt


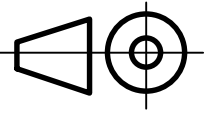
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

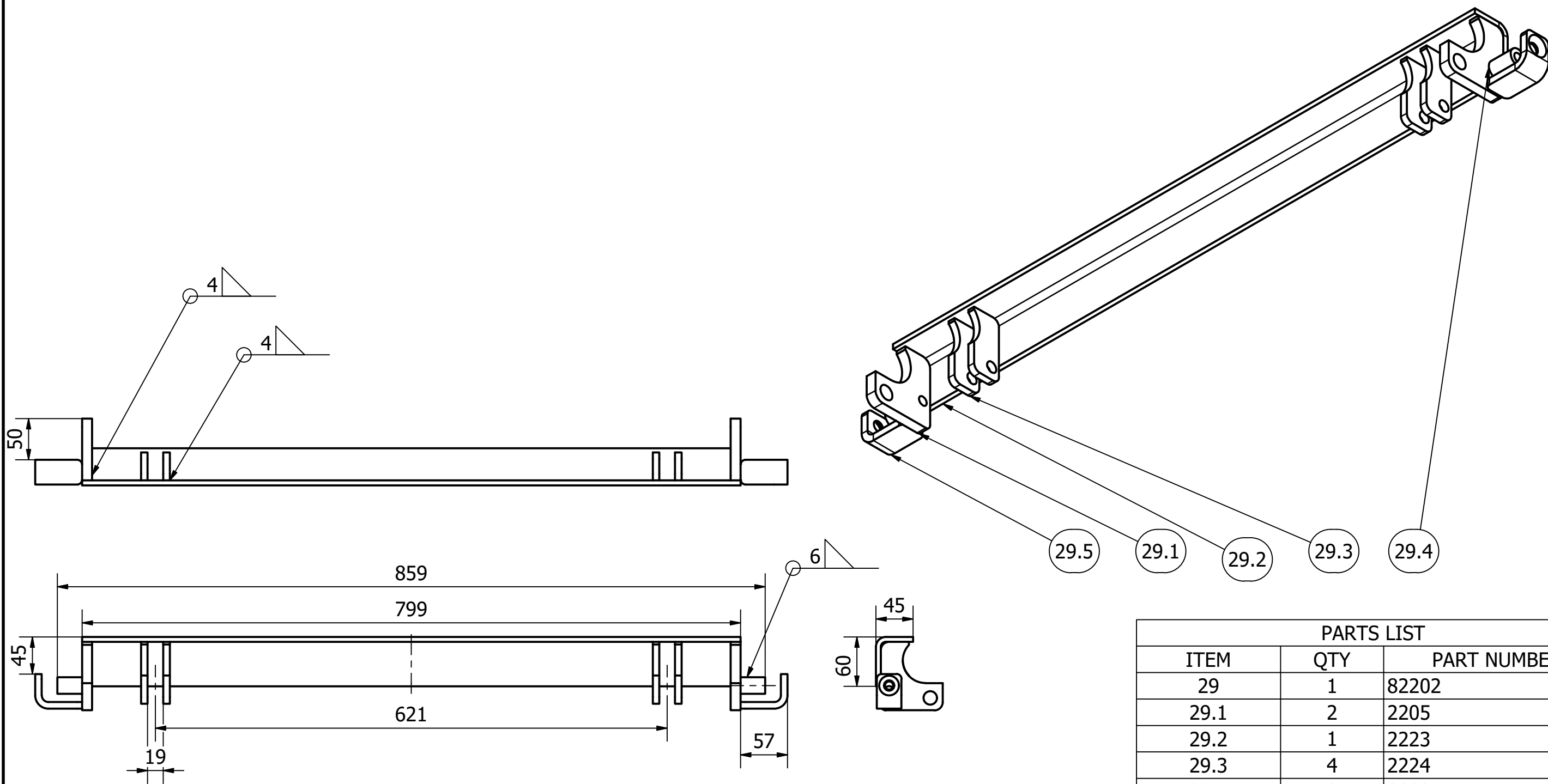
Materiaal:		Ruwmaten:	
Norm:		Behandeling:	
Benaming: kantel systeem		Tek. nr: S1	Aantal:
		Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/5
	Groep:	Datum: 25/07/2022	
			



PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
9	2	cilinder 16_25
28	2	82201
29	1	82202


Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

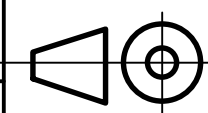
Materiaal: S235		Ruwmaten:	
Norm:		Behandeling:	
Benaming: toevoeging		Tek. nr: S1.1	Aantal: 1
		Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/5
	Groep:	Datum: 25/07/2022	
			

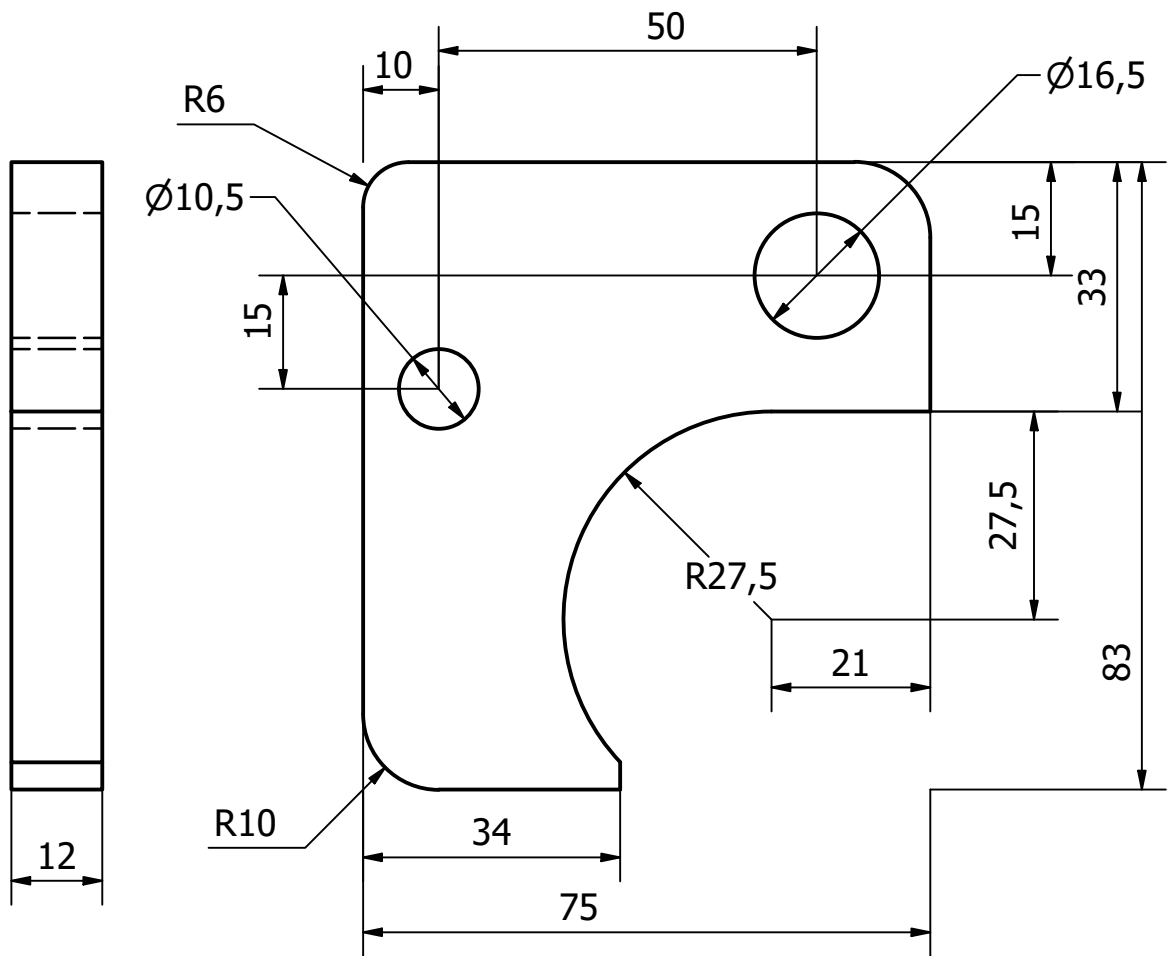


PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
29	1	82202
29.1	2	2205
29.2	1	2223
29.3	4	2224
29.4	2	2222
29.5	2	2247


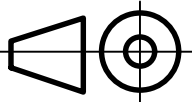
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

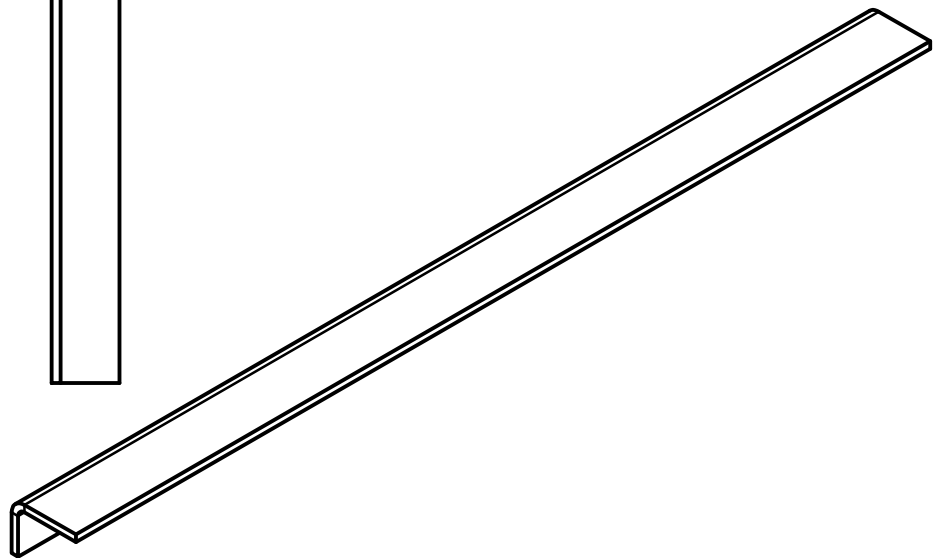
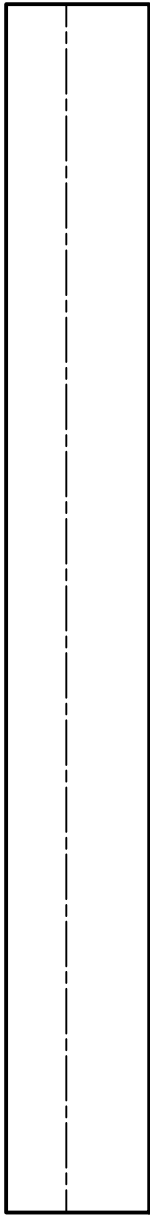
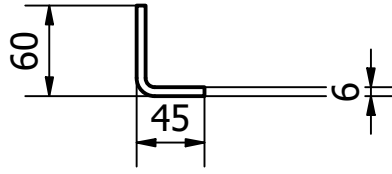
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling: poederlakken RAL9007	
Benaming: hulparm		Tek. nr: S1.1.1	Aantal: 1
		Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/5
	Groep:	Datum: 25/07/2022	




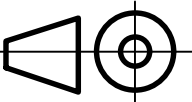


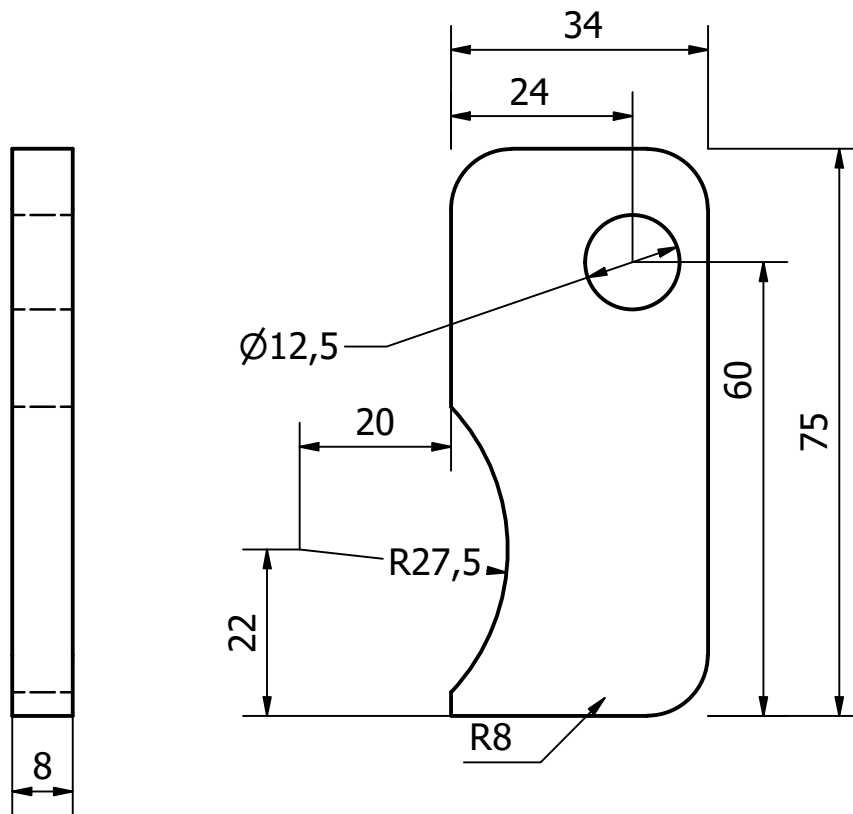
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:			
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:			
Benaming: 2205		Tek. nr: S1.1.1-29.1		Aantal: 2	
		Stuk nr: 29.1		Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh		Formaat: A4	Schaal: 1 : 1	
	Groep:		Datum: 25/07/2022		


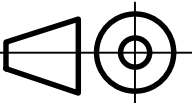


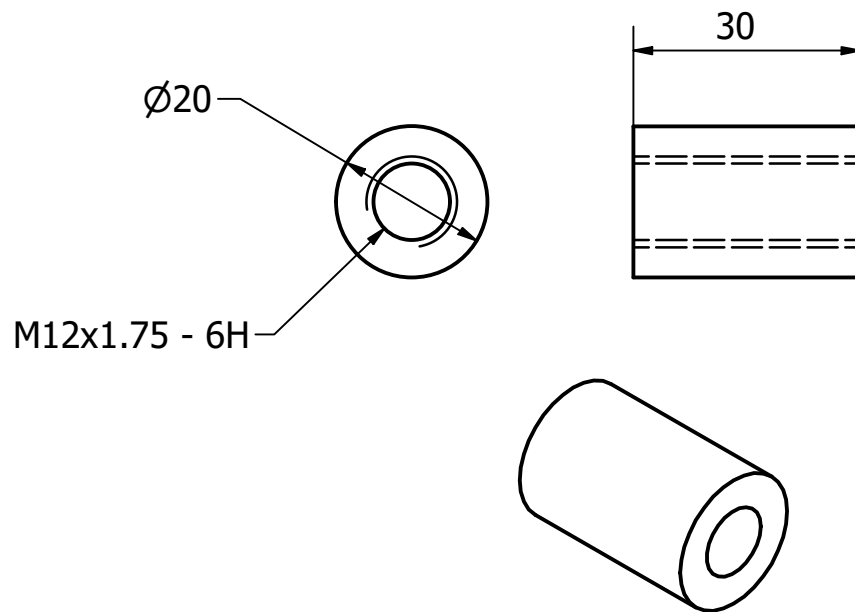
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 2223		Tek. nr: S1.1.1-29.2		Aantal: 1
		Stuk nr: 29.2		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/5	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


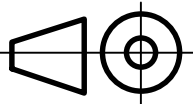


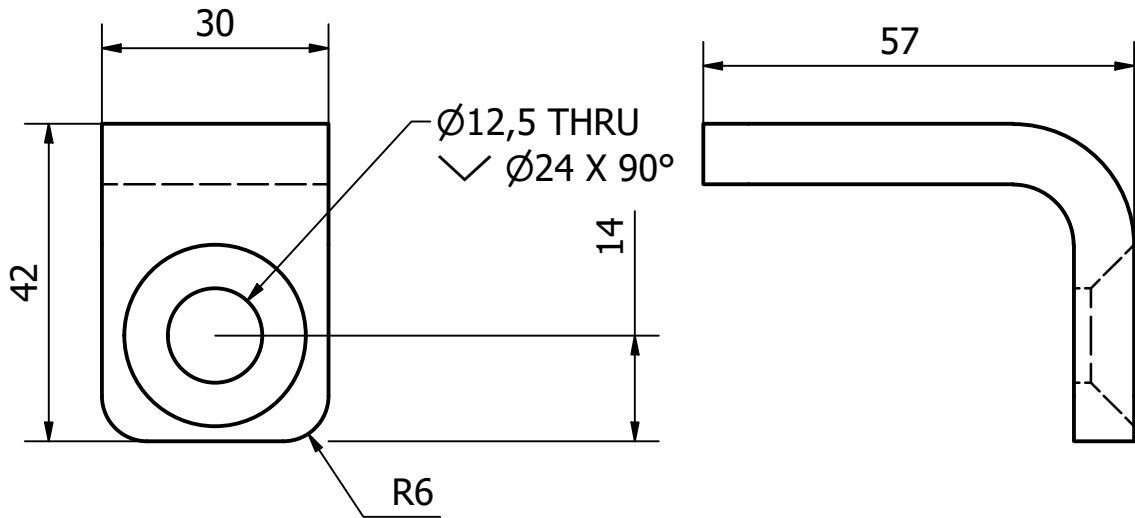
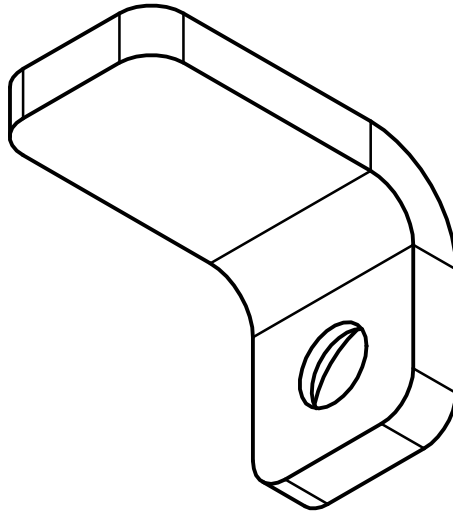
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 2224		Tek. nr: S1.1.1-29.3		Aantal: 4
		Stuk nr: 29.3		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/1	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


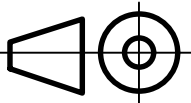


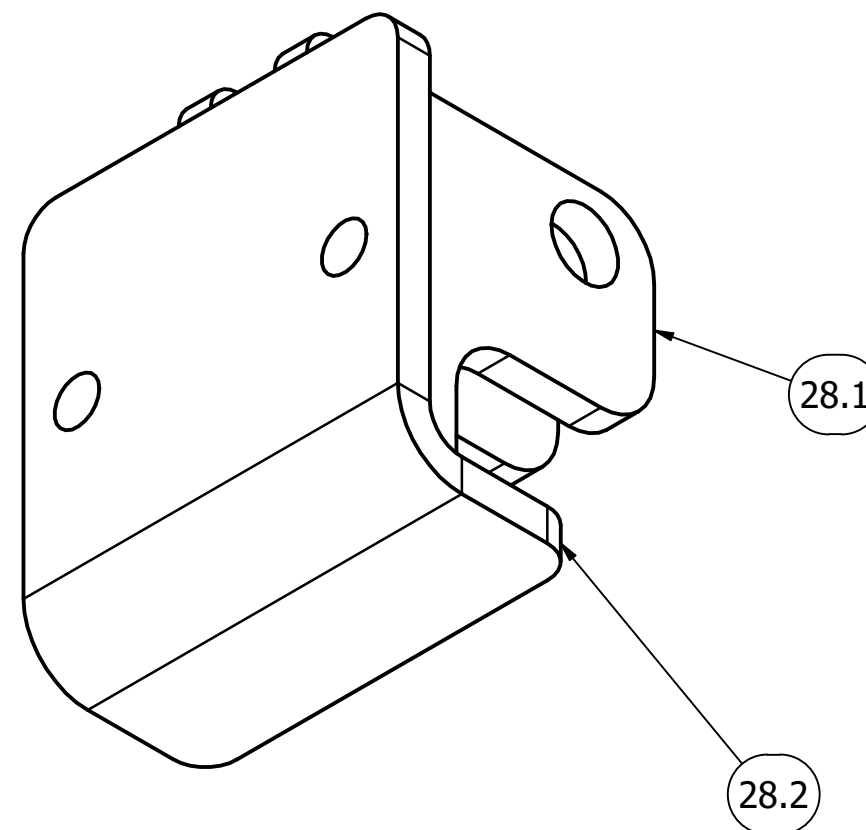
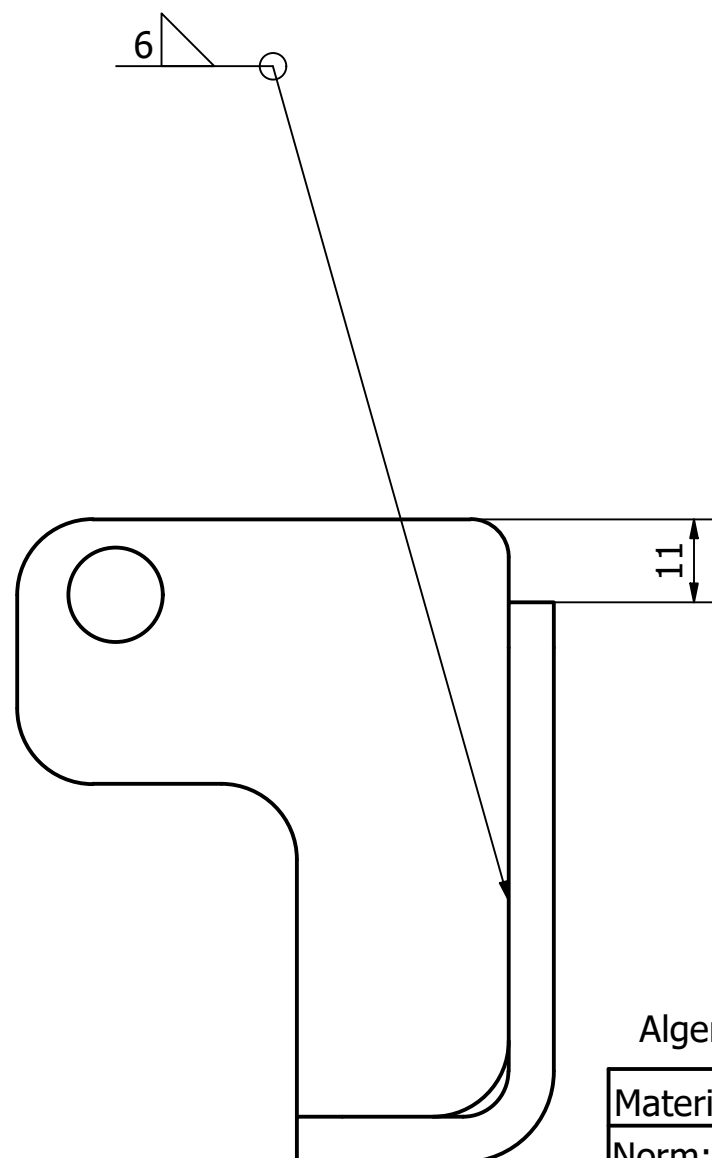
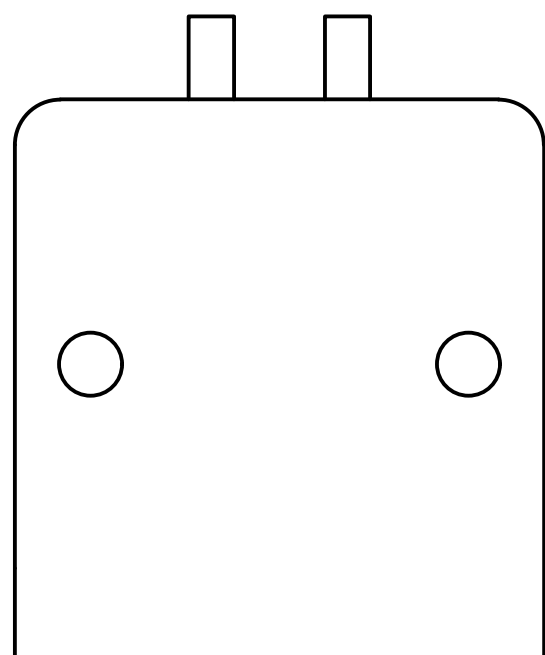
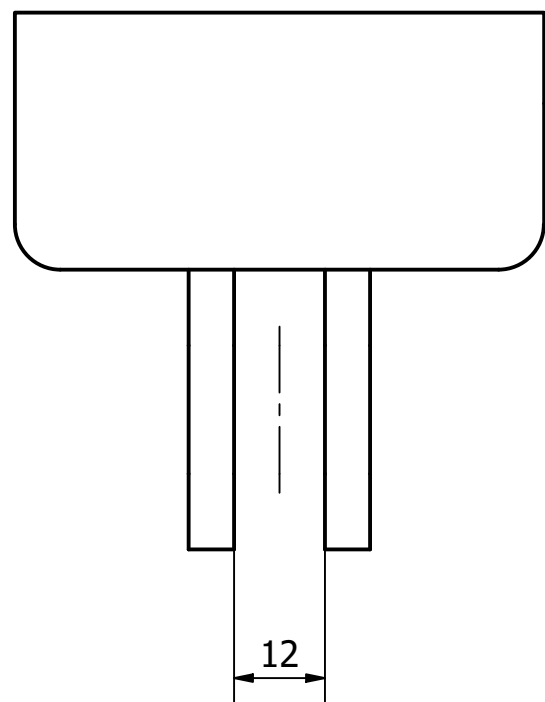
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:	
Benaming: 2222		Tek. nr: S1.1.1-29.4	Aantal: 2
		Stuk nr: 29.4	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/1
	Groep:	Datum: 25/07/2022	
			




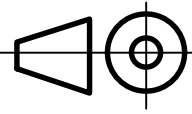
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

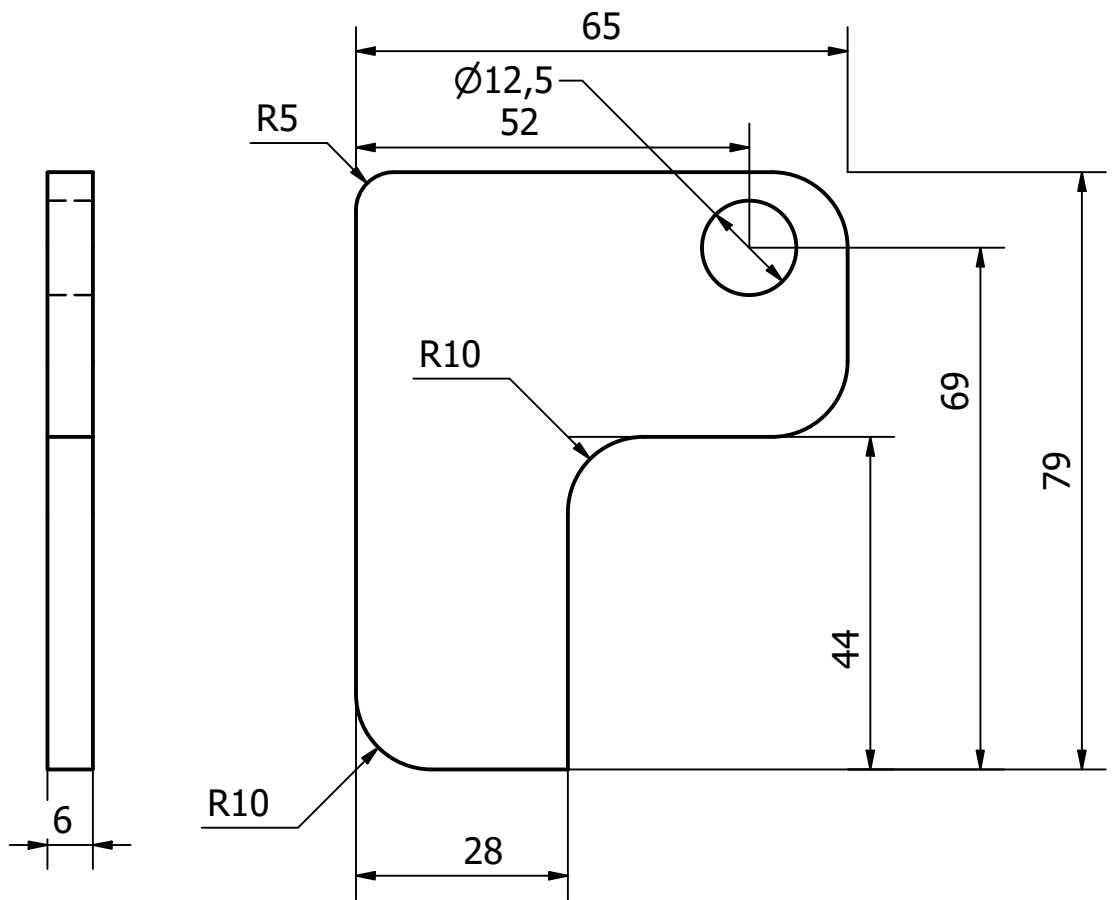
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 2247		Tek. nr: S1.1.1-29.5		Aantal: 2
		Stuk nr: 29.5		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/1	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		




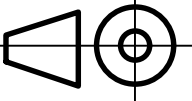
PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
28	2	82201
28.1	2	2225
28.2	1	2219

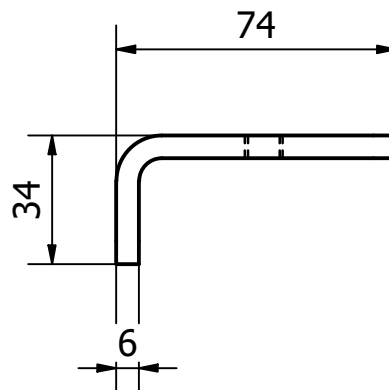
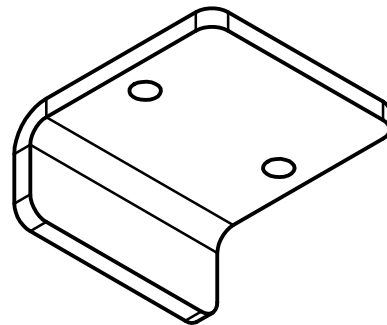
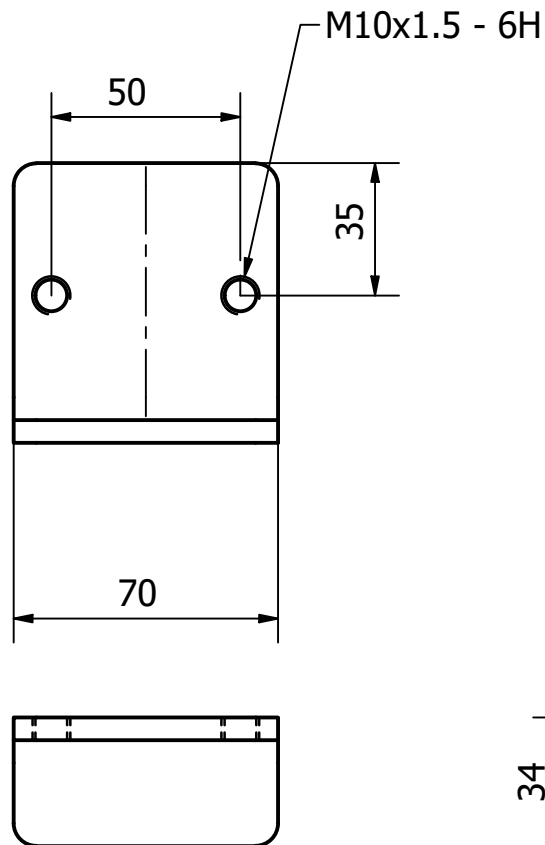
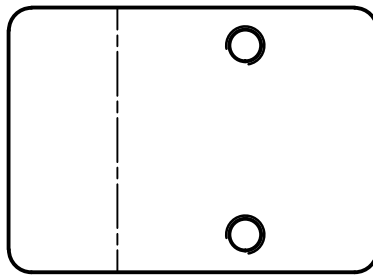
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:	
Benaming: support cilinder		Tek. nr: S1.1.2	Aantal: 1
		Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1
	Groep:	Datum: 25/07/2022	
			


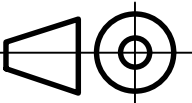


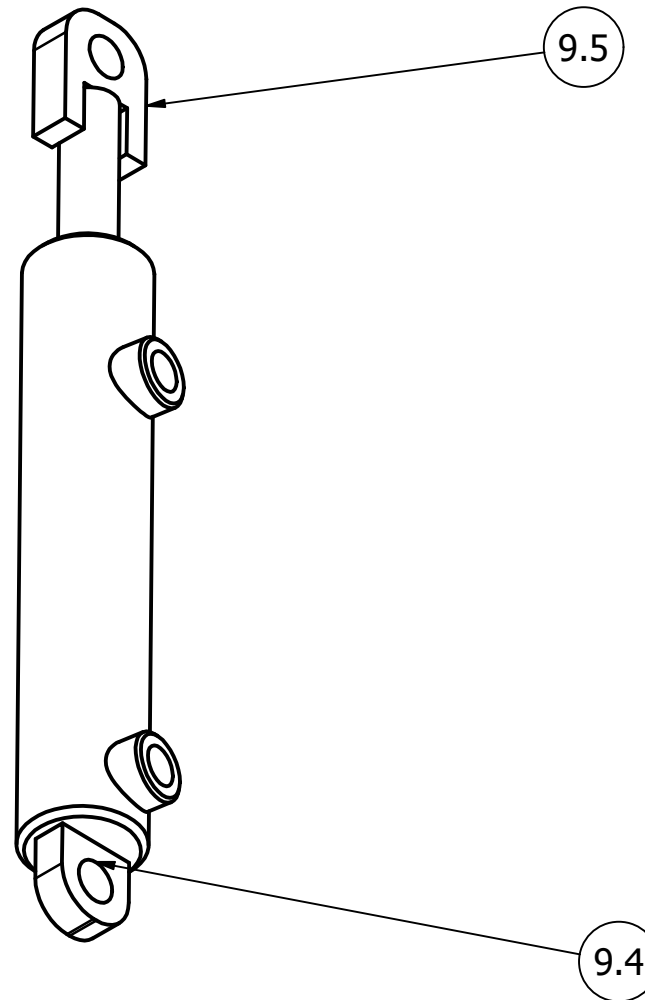
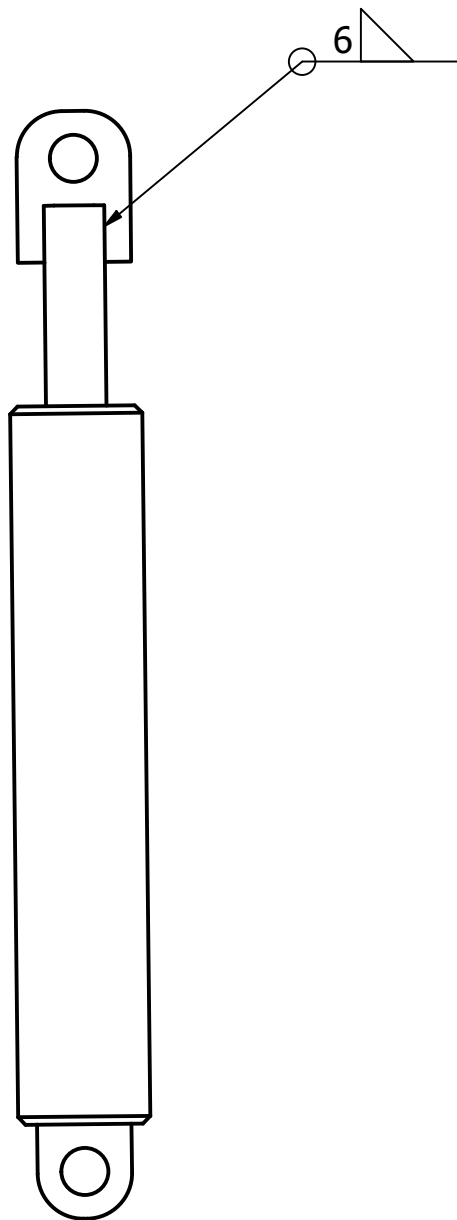
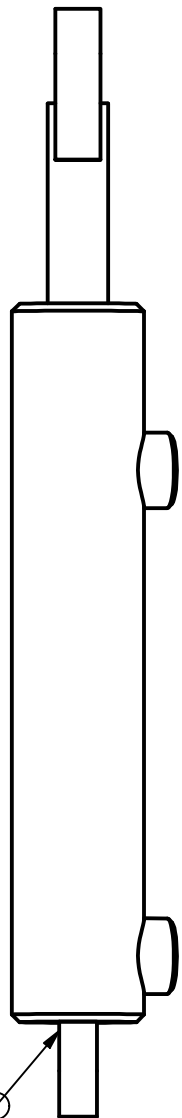
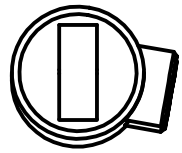
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 2225		Tek. nr: S1.1.2-28.1		Aantal: 4
		Stuk nr: 28.1		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/1	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		




Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

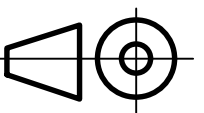
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 2219		Tek. nr: S1.1.2-28.2		Aantal: 2
		Stuk nr: 28.2		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/2	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		

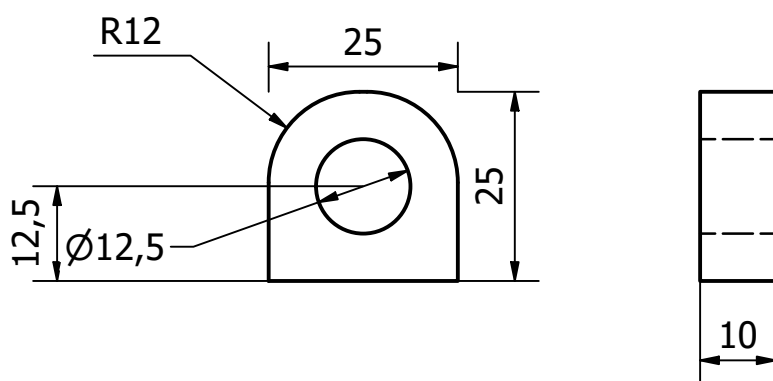
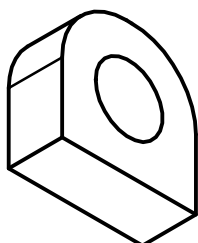


PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
9	2	cilinder 16_25
9.4	1	2301
9.5	1	2302


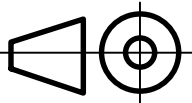
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

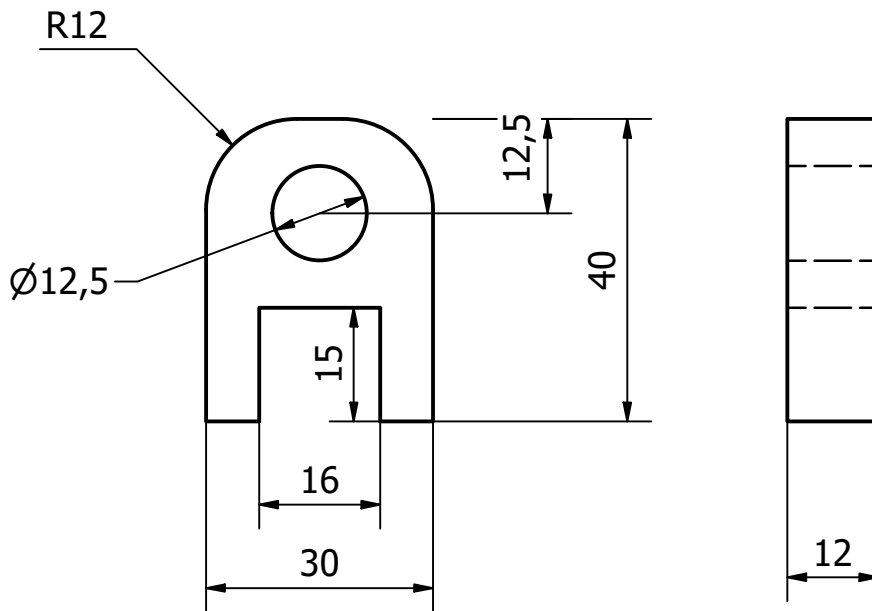
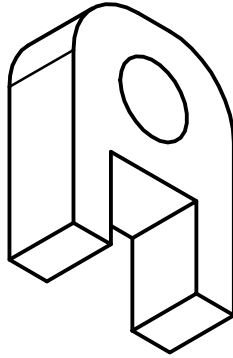
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:	
Benaming: hulp cilinder		Tek. nr: S1.1.3	Aantal: 1
		Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/2
	Groep:	Datum: 25/07/2022	




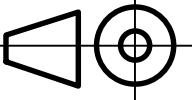


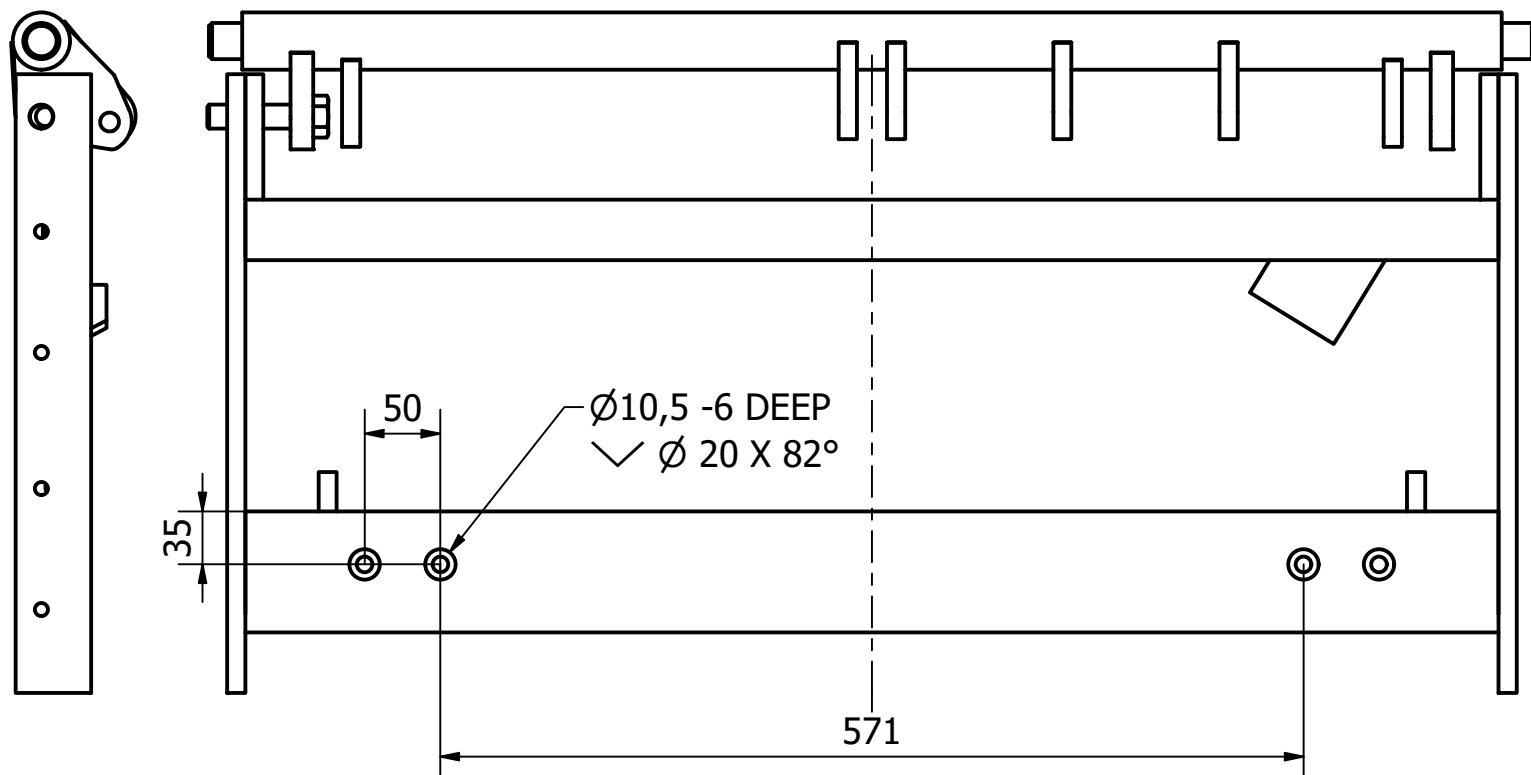
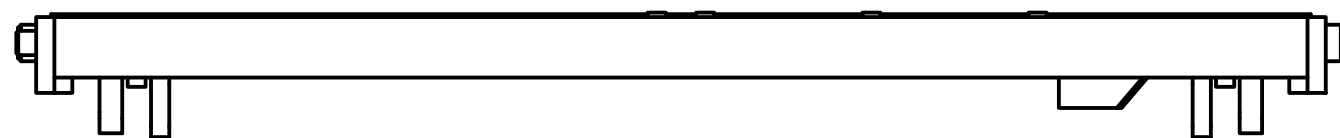
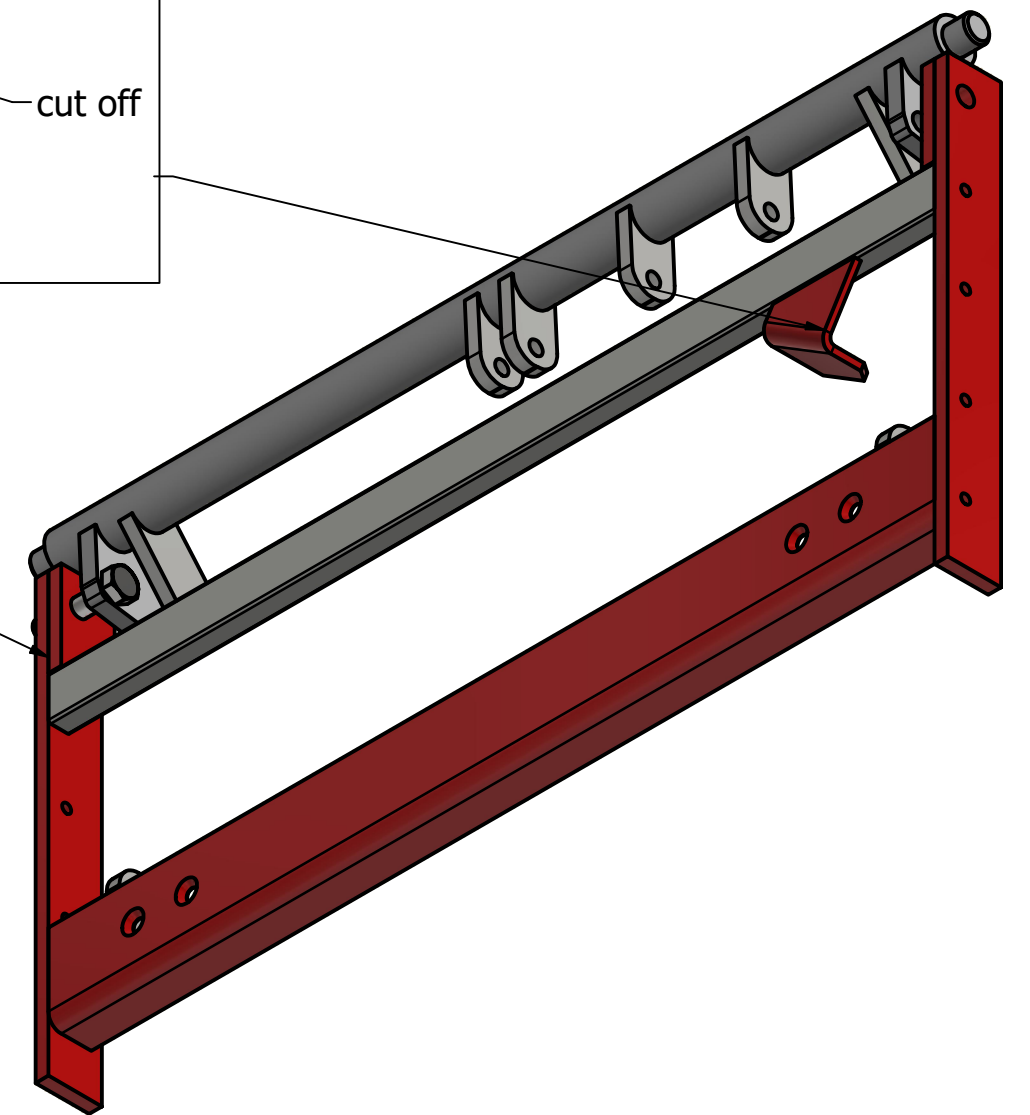
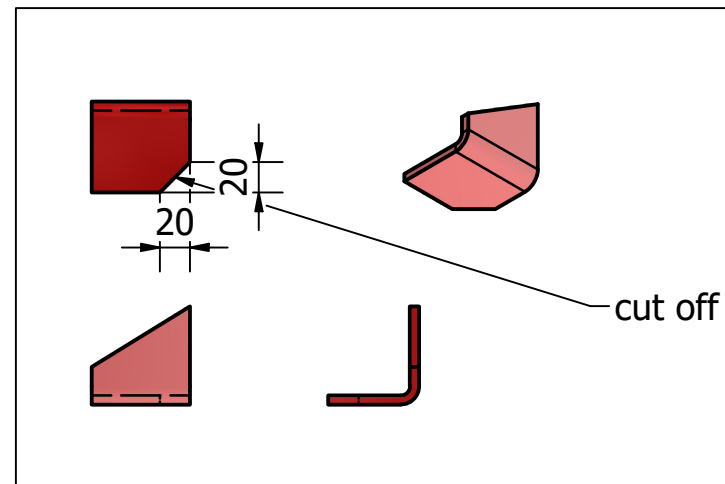
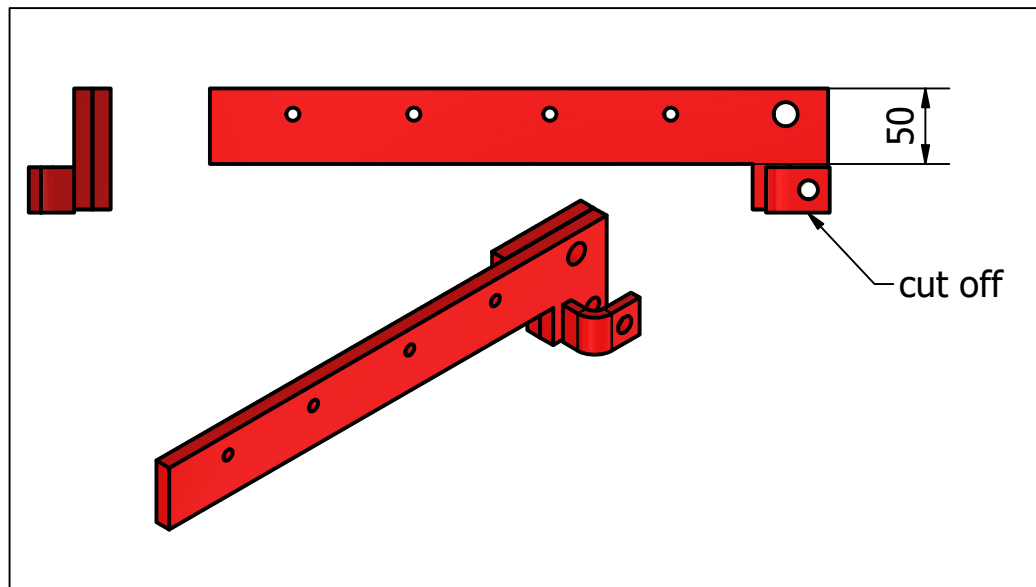
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 2301		Tek. nr: S1.1.3-9.4		Aantal: 2
		Stuk nr: 9.4		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/1	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		




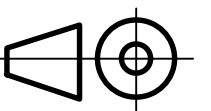
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

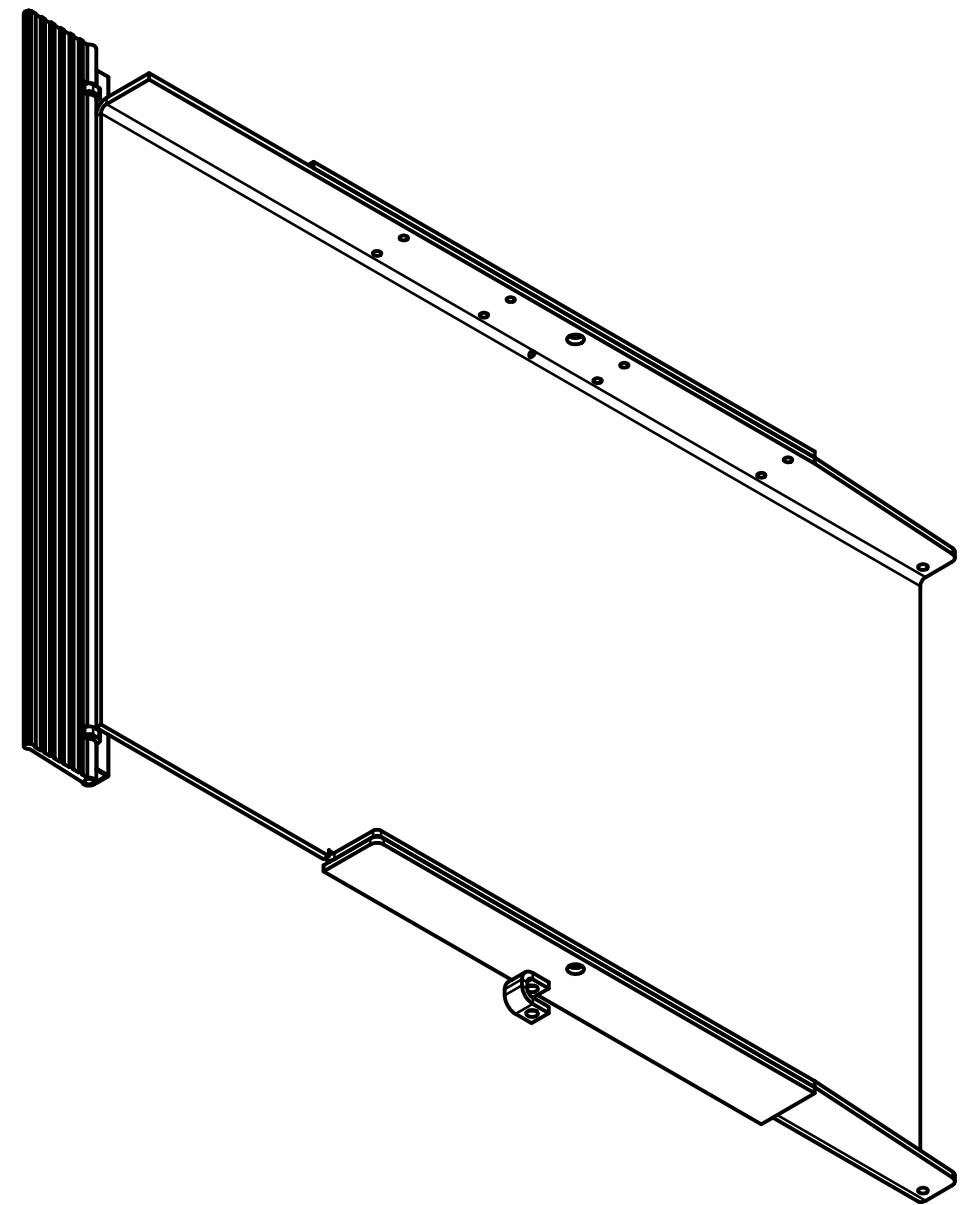
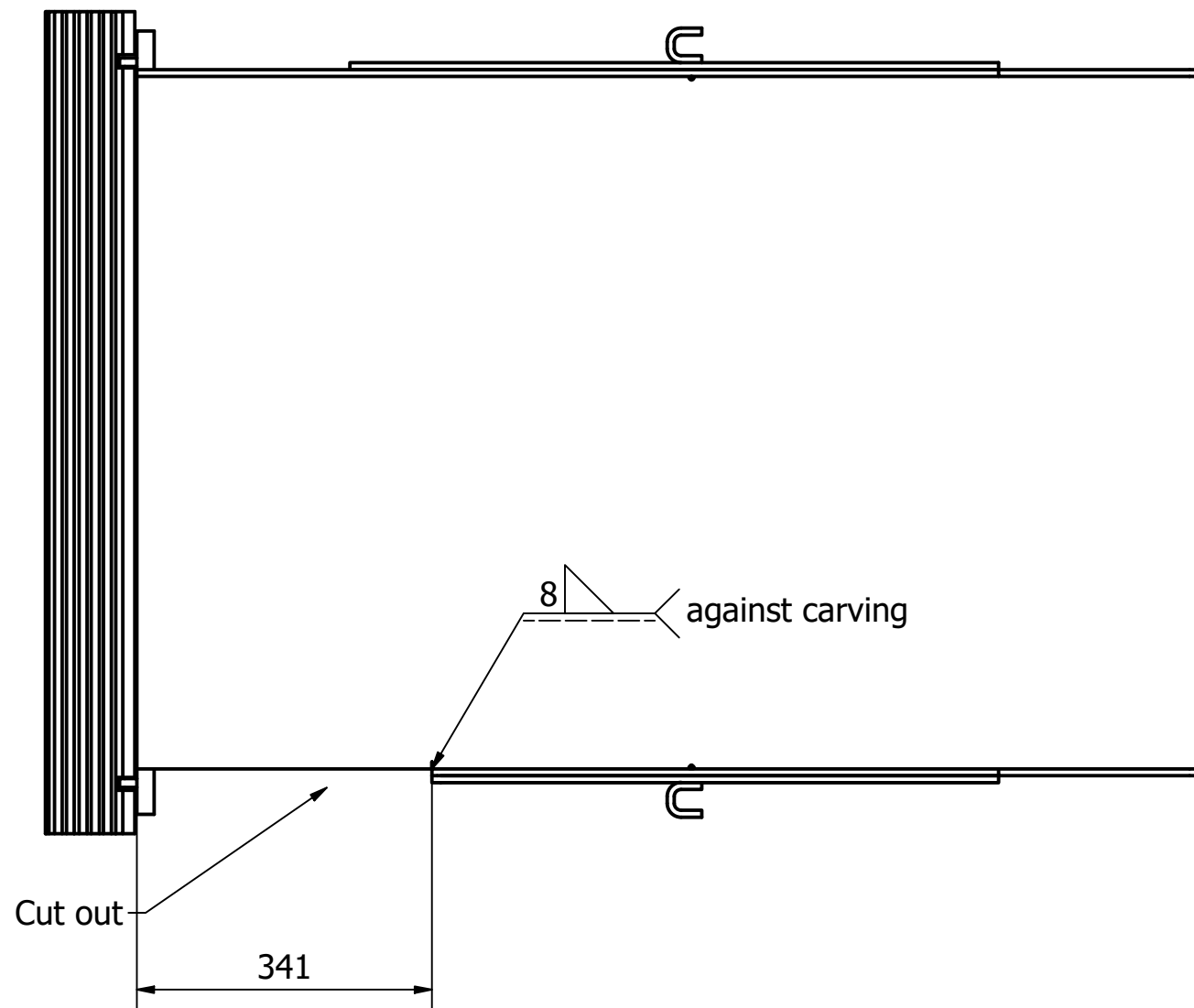
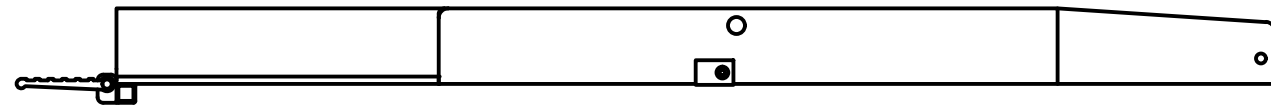
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 2302		Tek. nr: S1.1.3-9.5		Aantal: 2
		Stuk nr: 9.5		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1 : 1	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		




Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

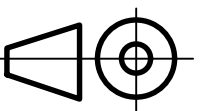
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm:		Behandeling:	
Benaming: Aan te passen		Tek. nr: S1.2	Aantal: 1
		Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/5
	Groep:	Datum: 25/07/2022	

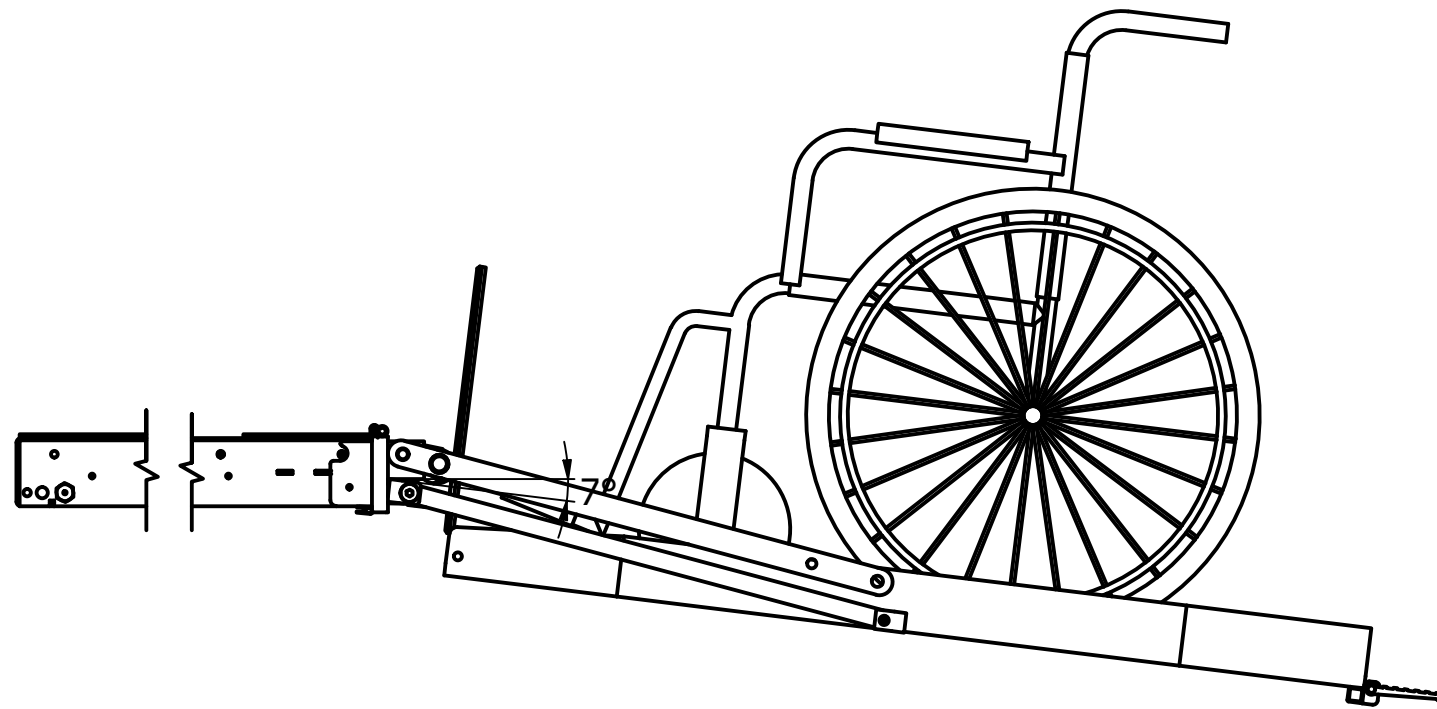
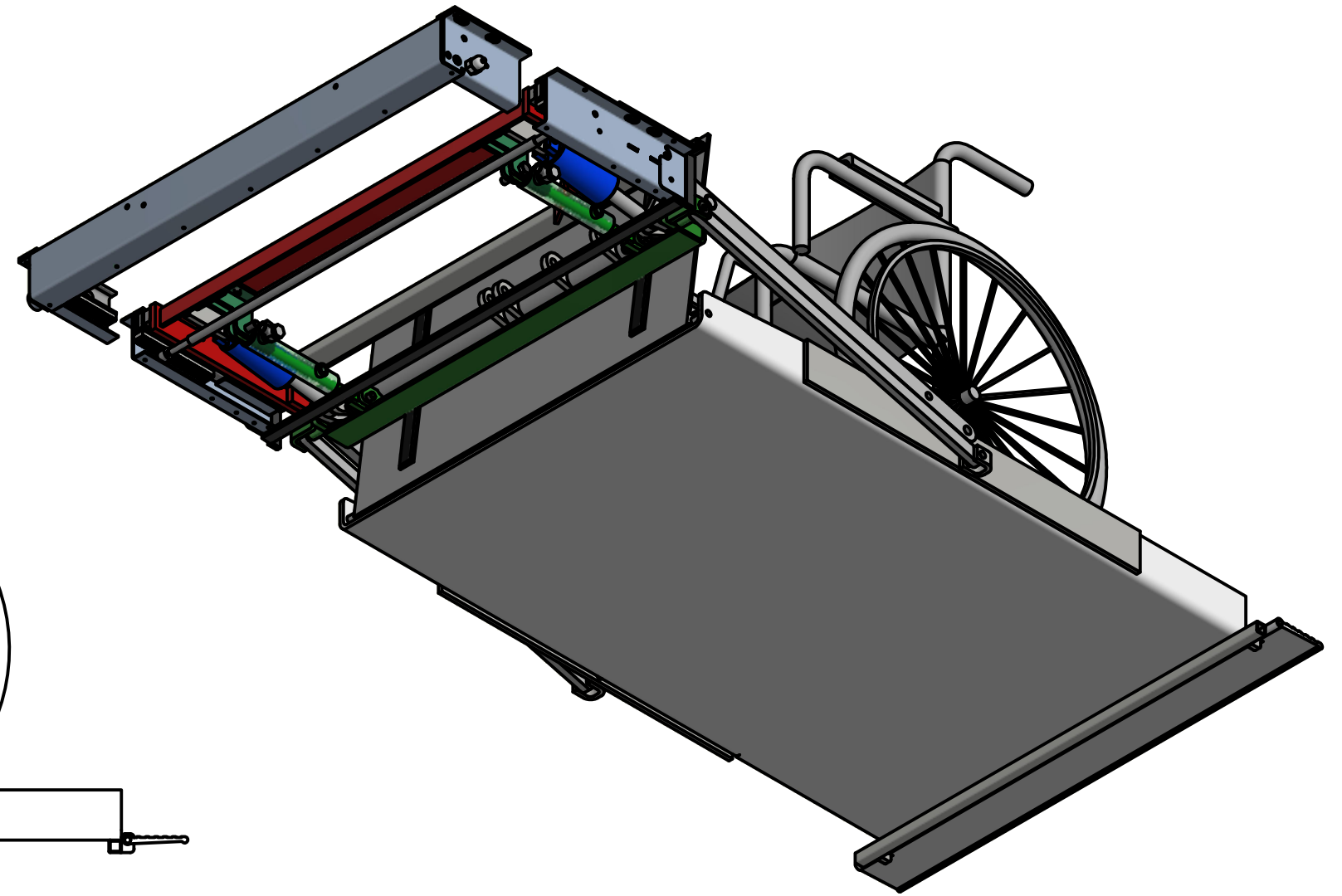
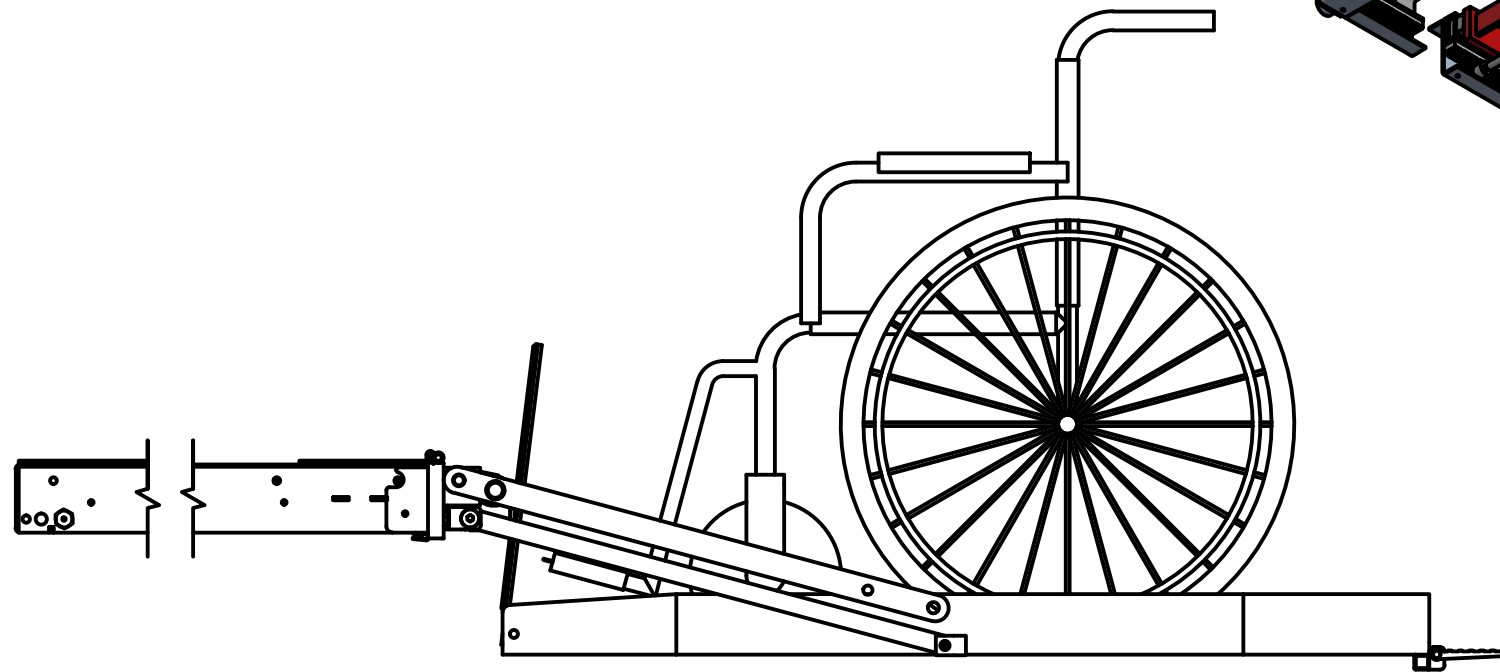





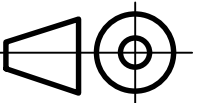
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: ENAW 6061		Ruwmaten:	
Norm: DIN EN 18800-1		Behandeling:	
Benaming: Aan te passen platform		Tek. nr: S1.3	Aantal: 1
		Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/8
	Groep:	Datum: 25/07/2022	

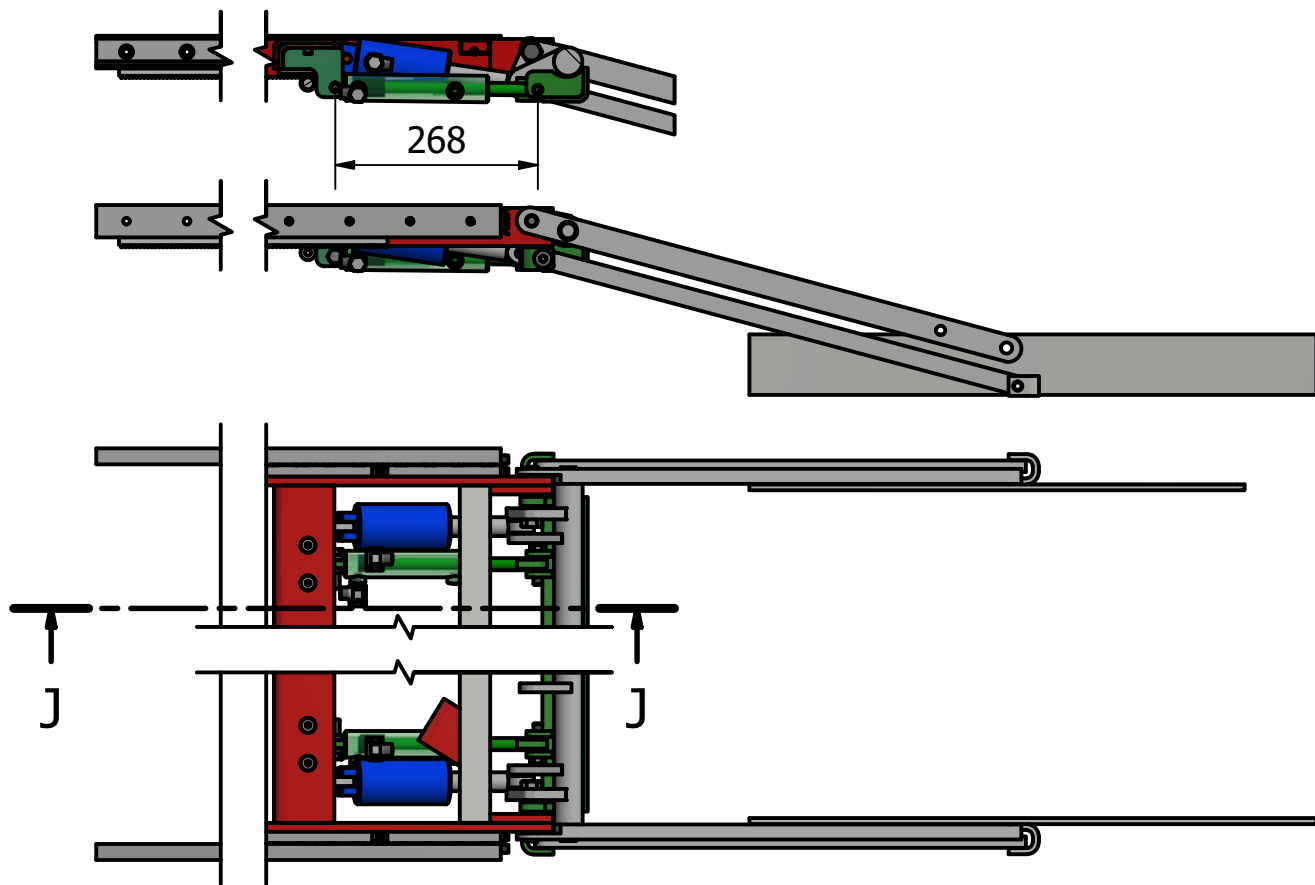




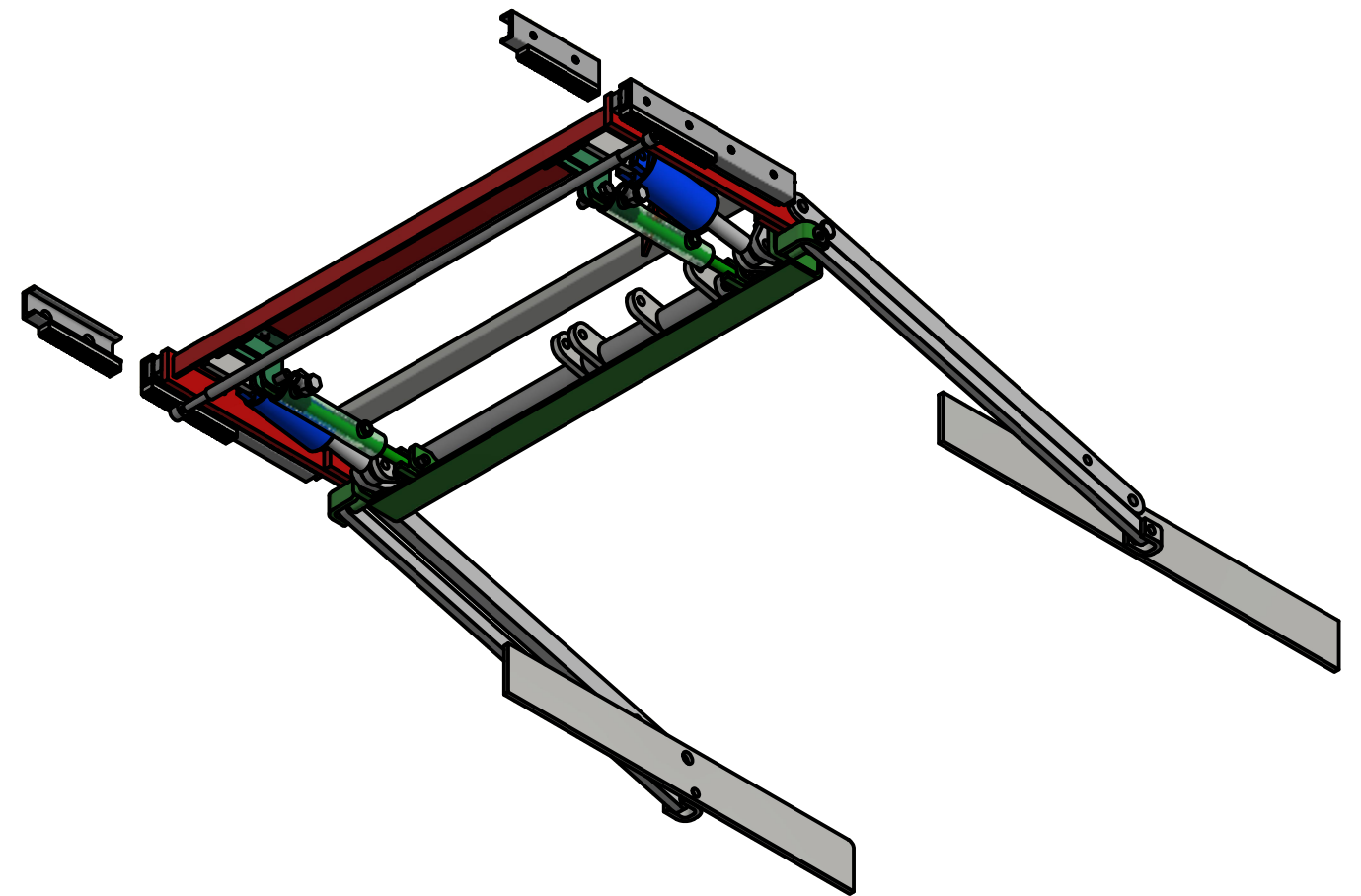
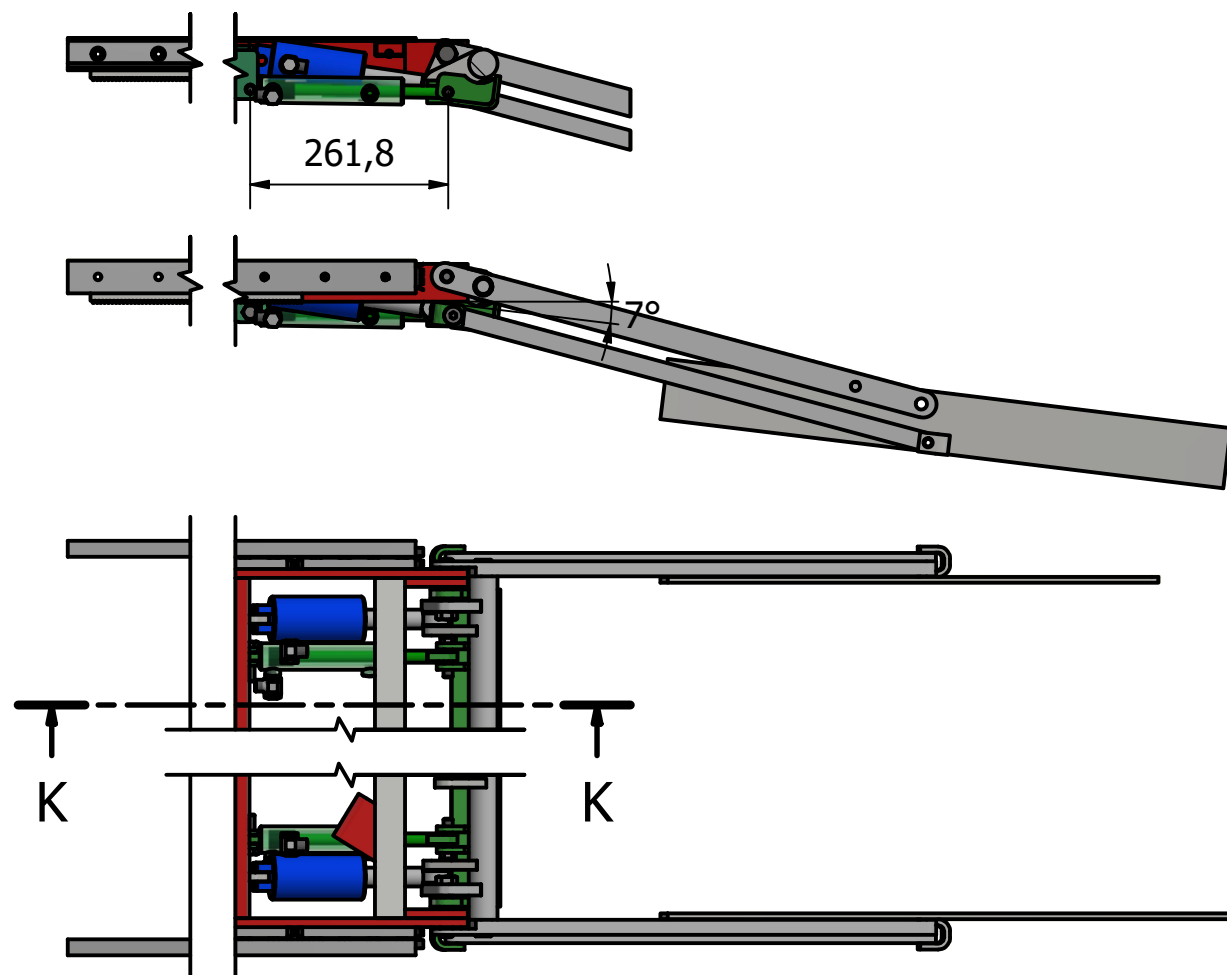
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal:		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming: extra kanteling		Tek. nr: S1.4		Aantal:
		Stuk nr:		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


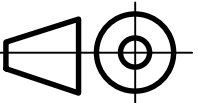
J-J (1/10)

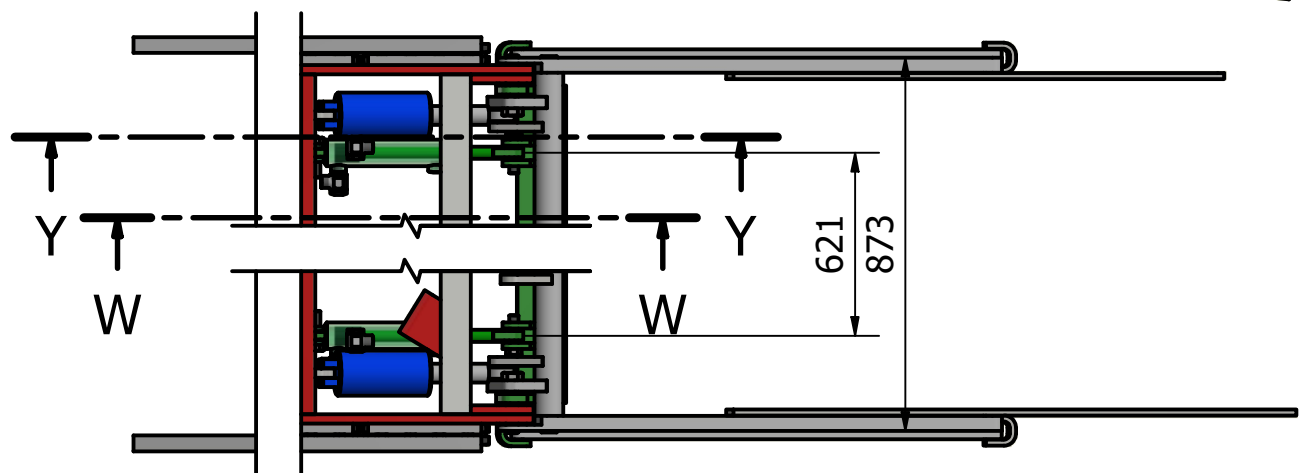
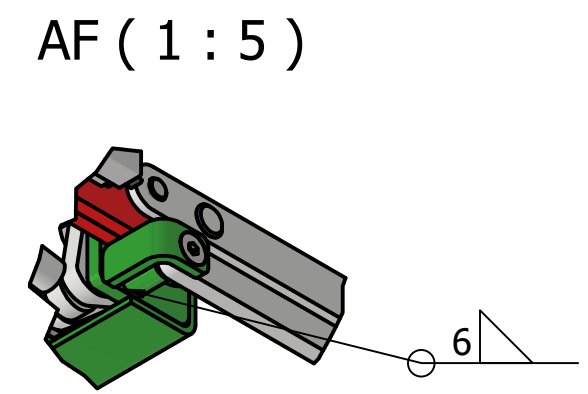
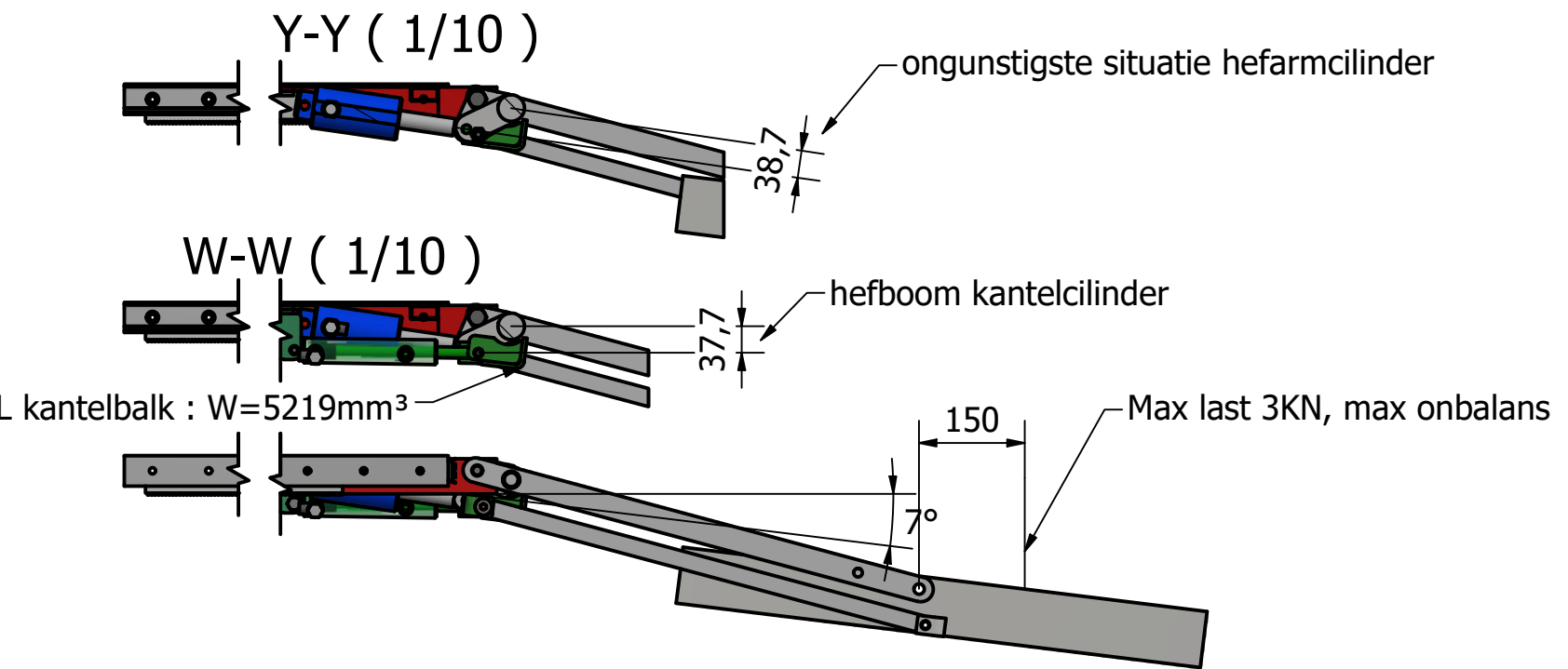
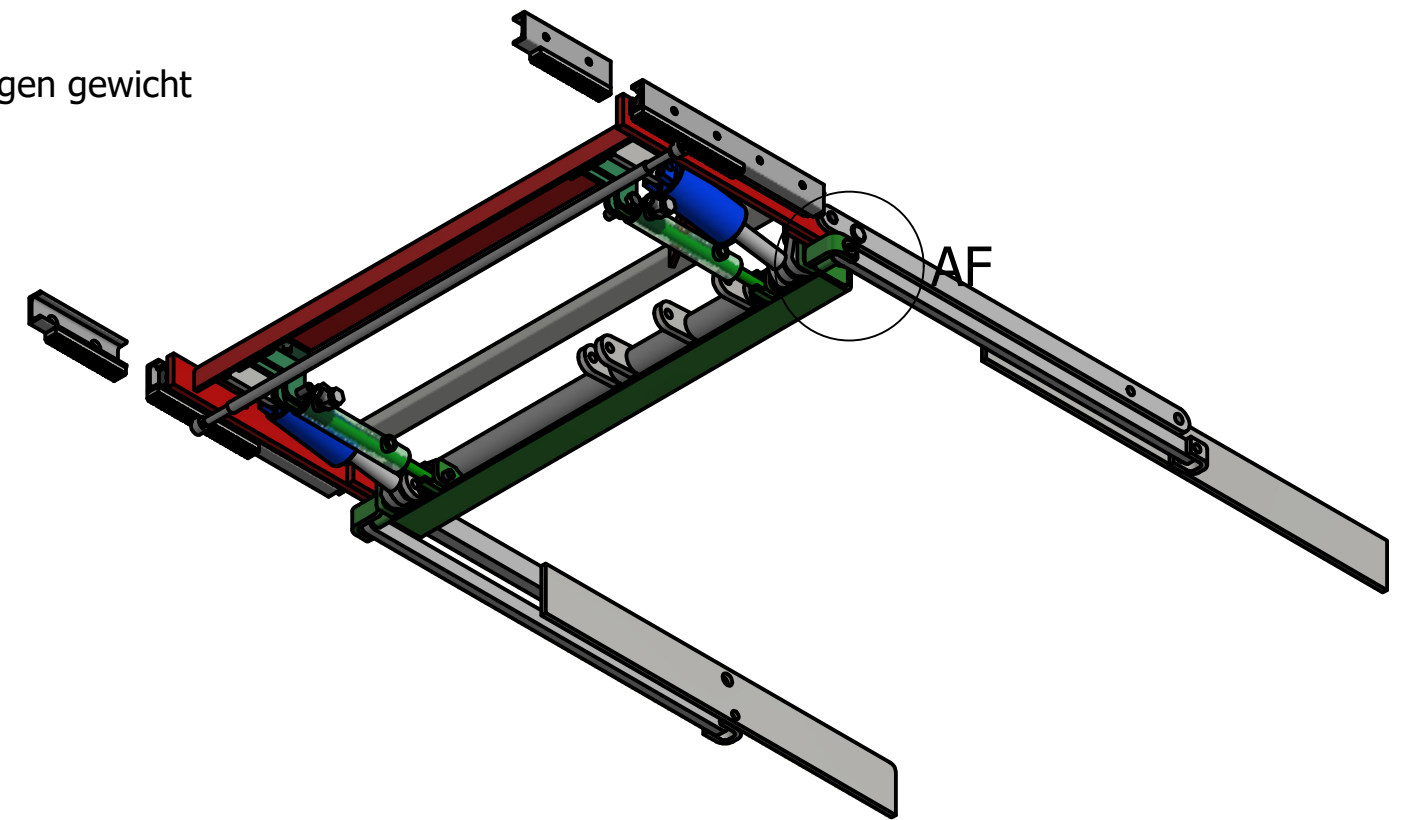
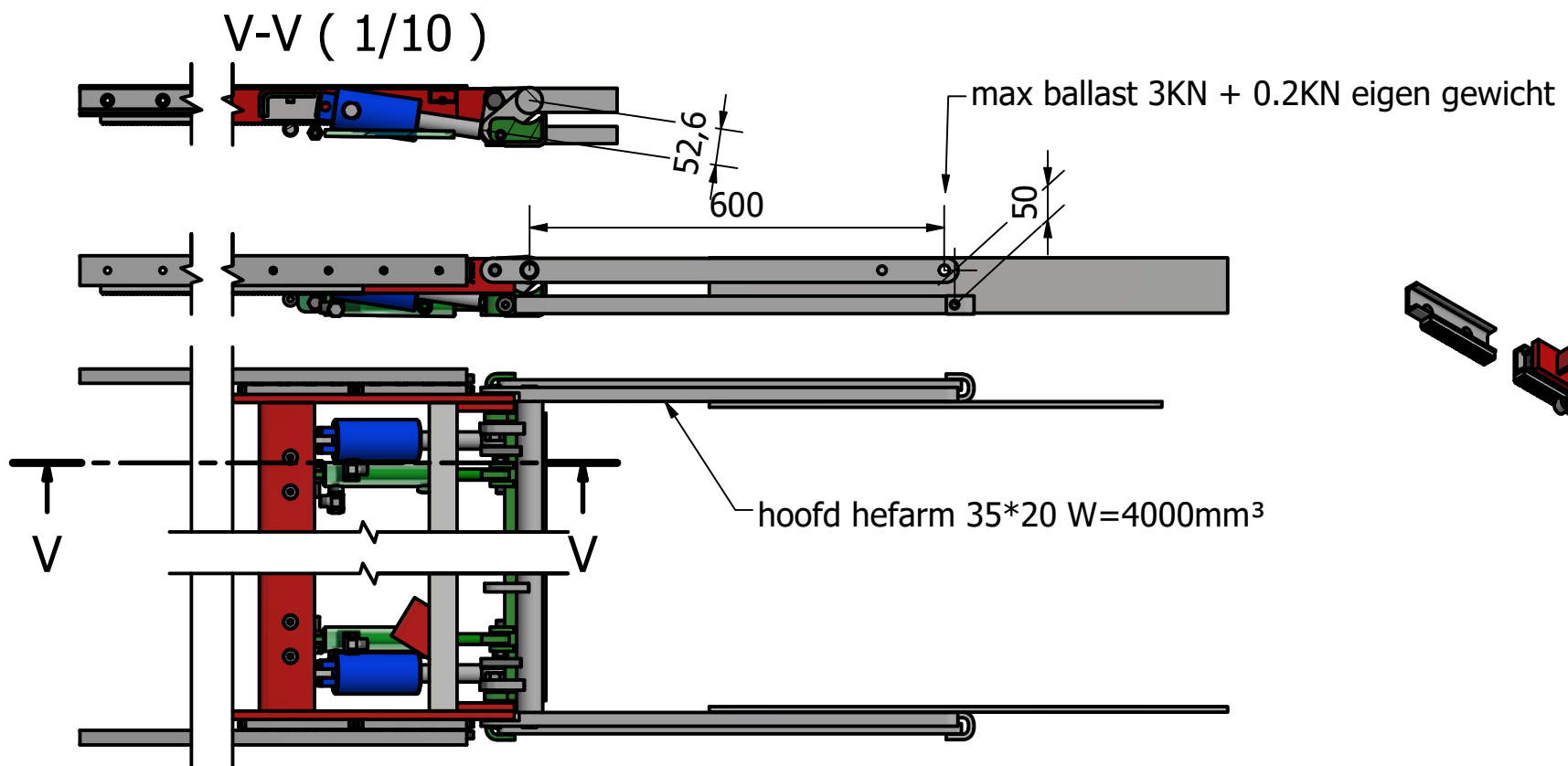


K-K (1/10)


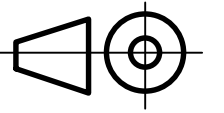


Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

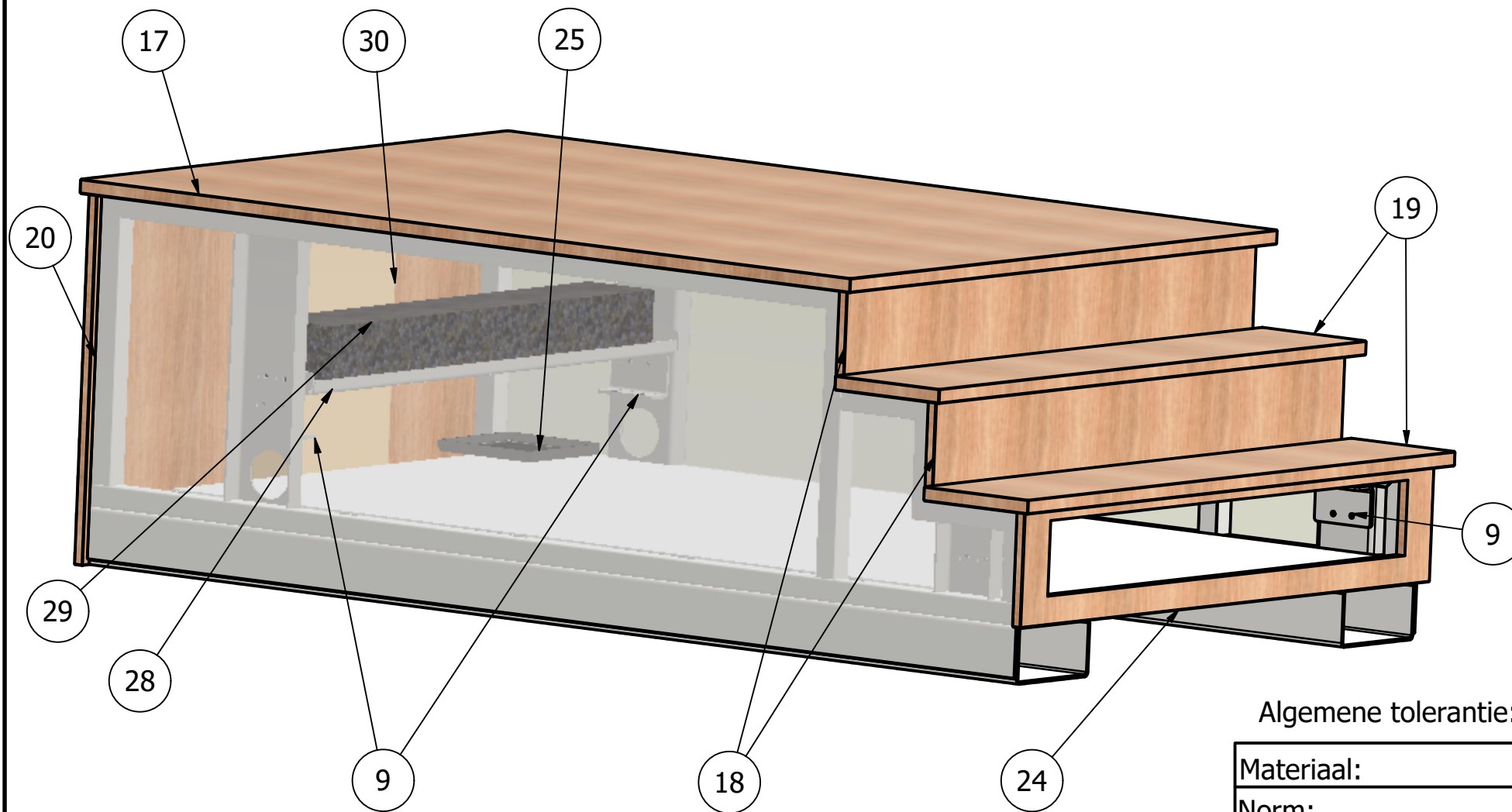
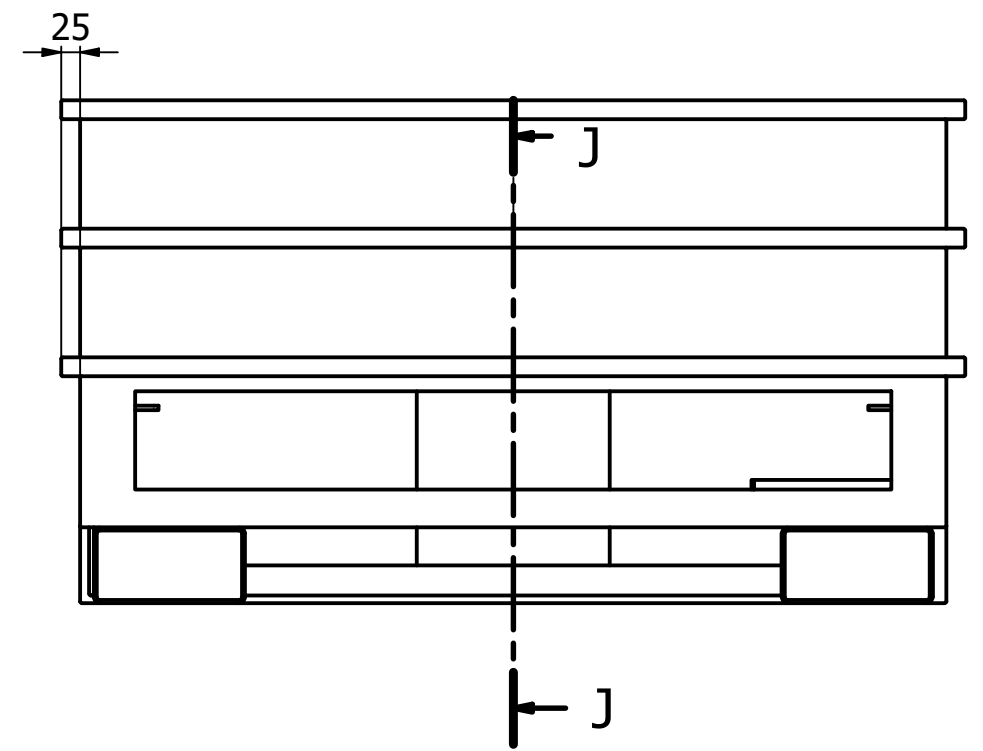
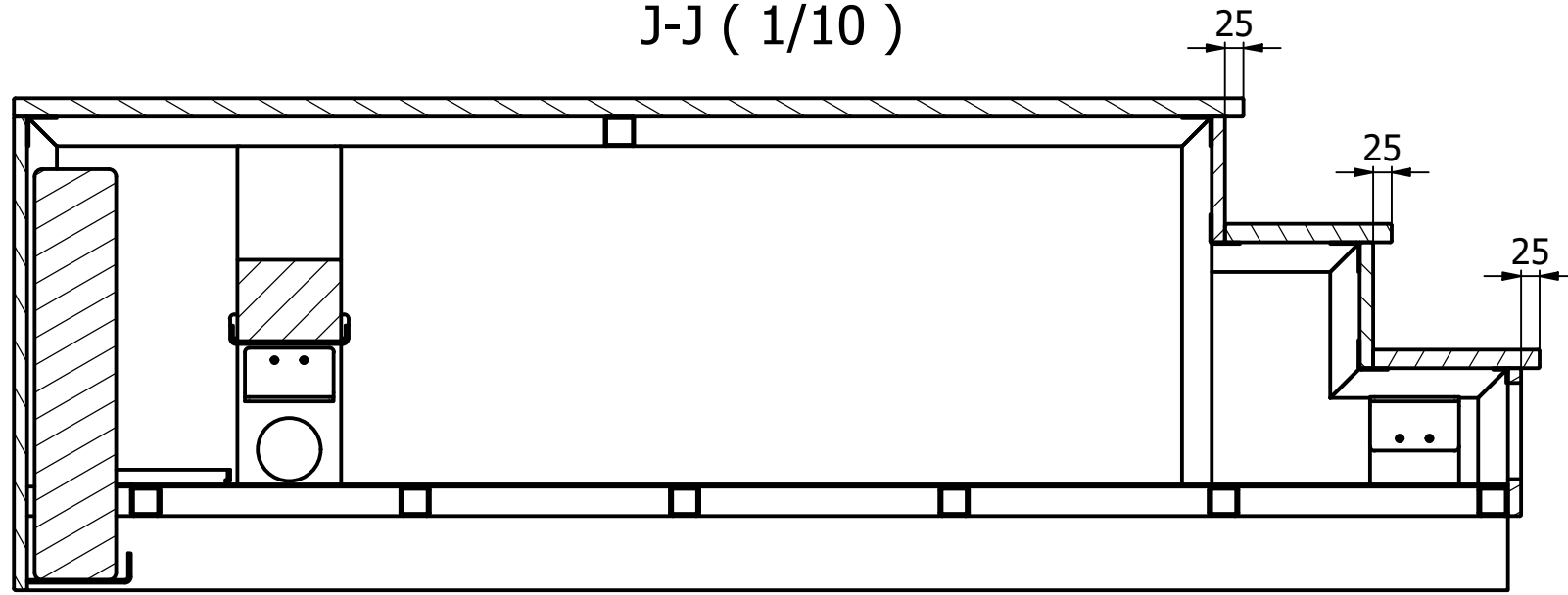
Materiaal:		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming: principe kanteling		Tek. nr: S1.4.1	Aantal:	
		Stuk nr:	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		



Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L


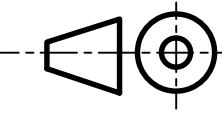
Materiaal:		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming: krachten berekeningen		Tek. nr: S1.4.2		Aantal:
		Stuk nr:		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		

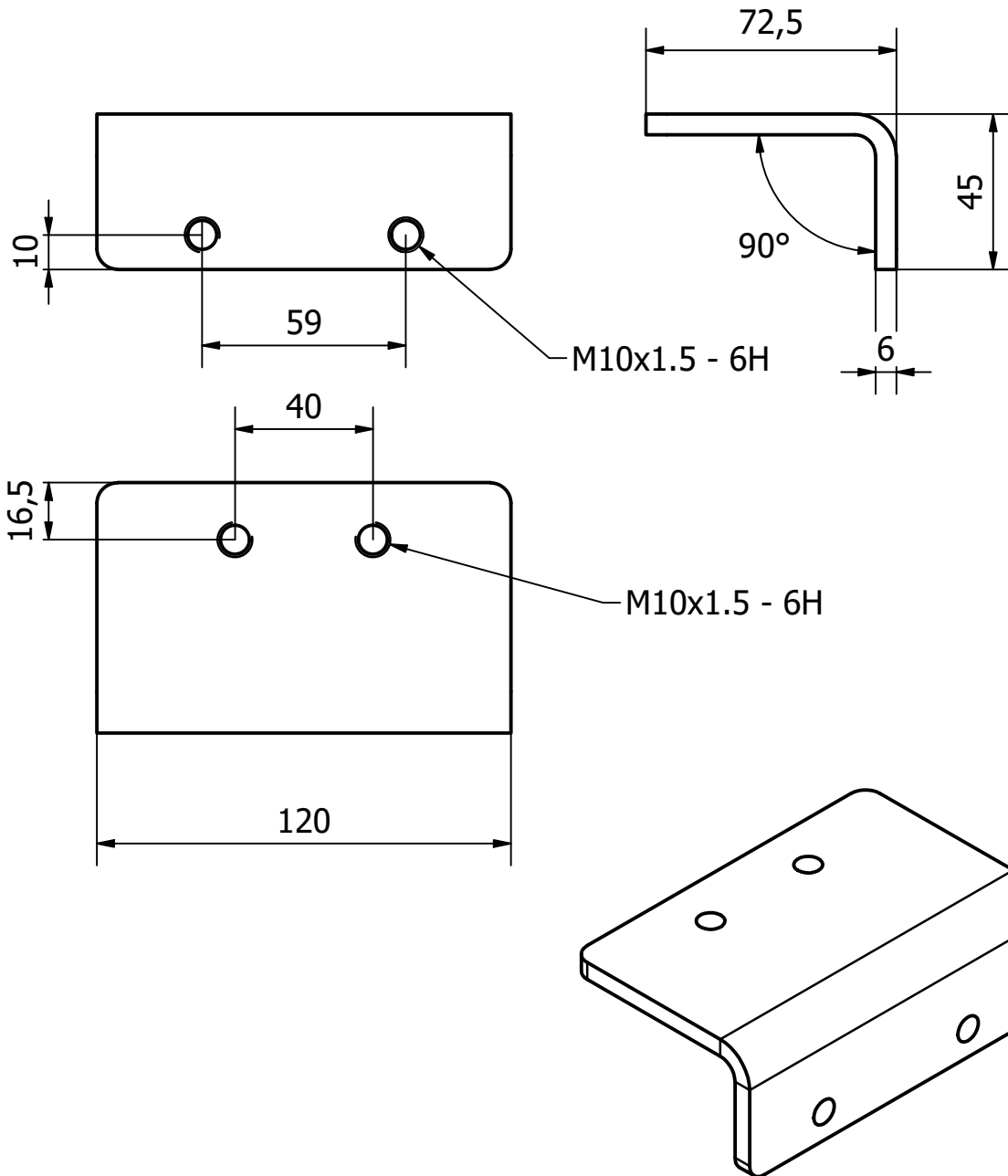
J-J (1/10)




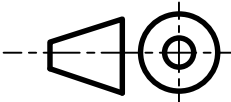
PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
9	4	2210
17	1	1101 boven
18	2	1102 v1
19	2	1103 h1
20	2	1104 zijkant
24	1	1106 voorkant
25	1	1301 batterijhouder
28	1	2213
29	1	1401 standaard betonblok
30	1	1201 pompgroep

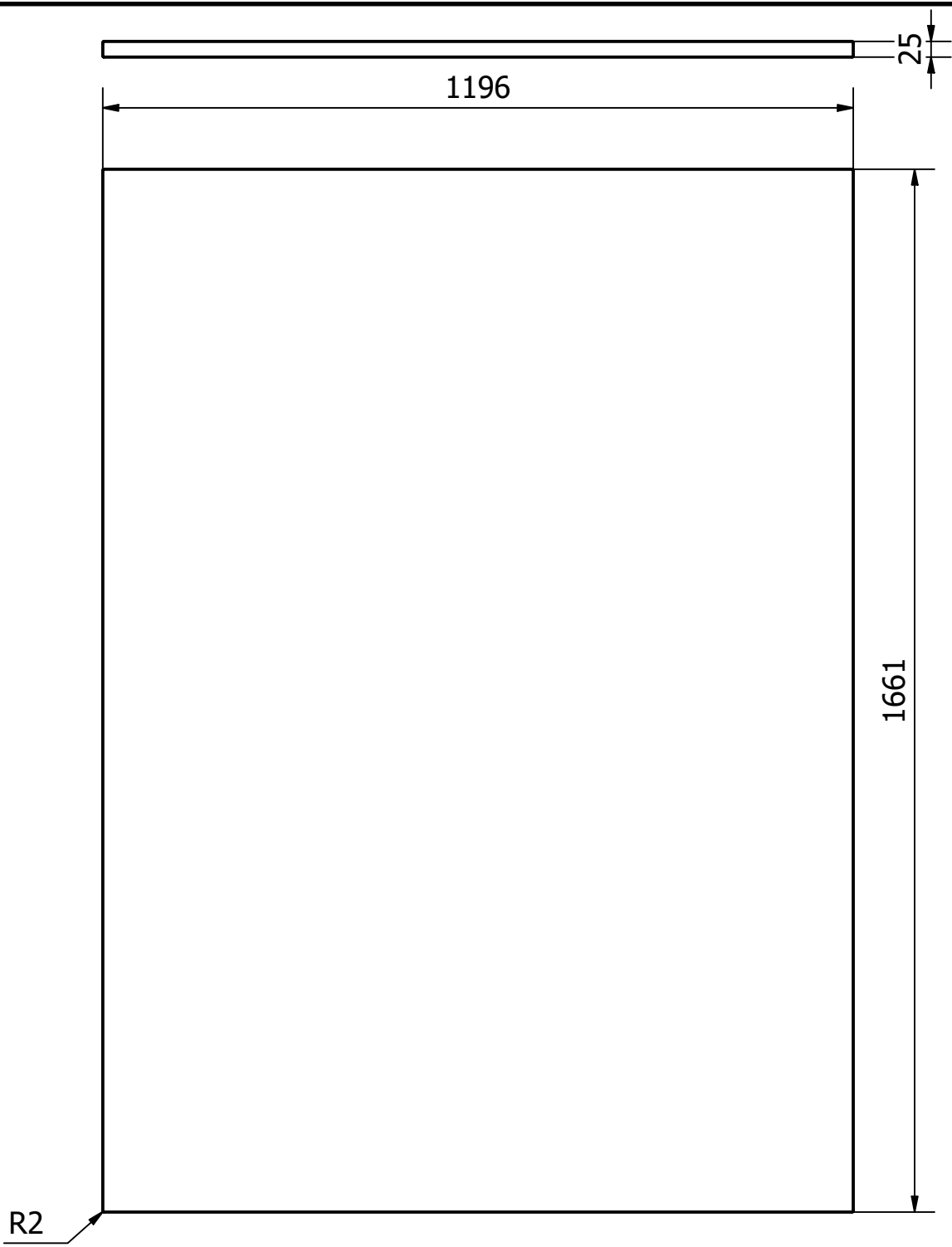
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal:		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming: inbouw toonzaal		Tek. nr: S2		Aantal:
		Stuk nr:		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


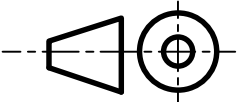


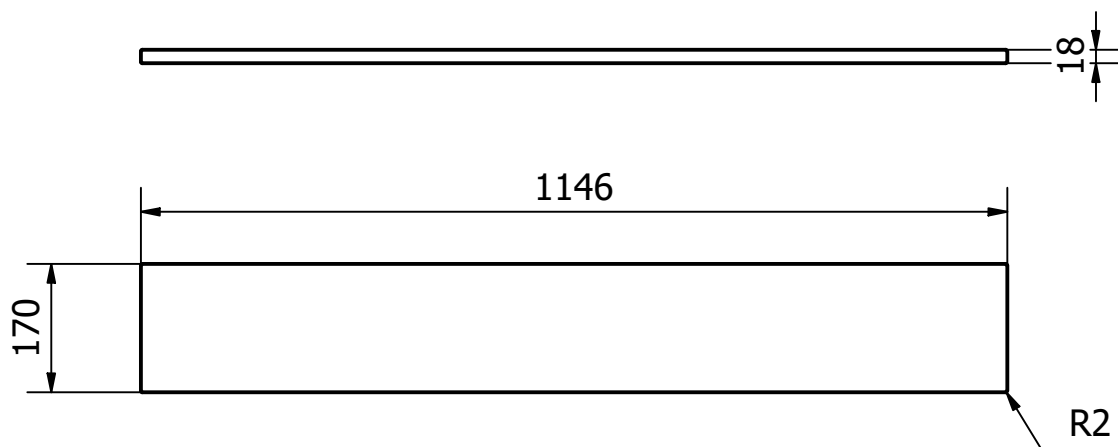
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:	
Benaming: 2210	Tek. nr: S2-9		Aantal: 4
	Stuk nr: 9		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh		
	Groep:		
		Formaat: A4	Schaal: 1/2


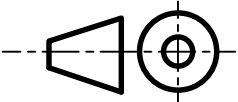


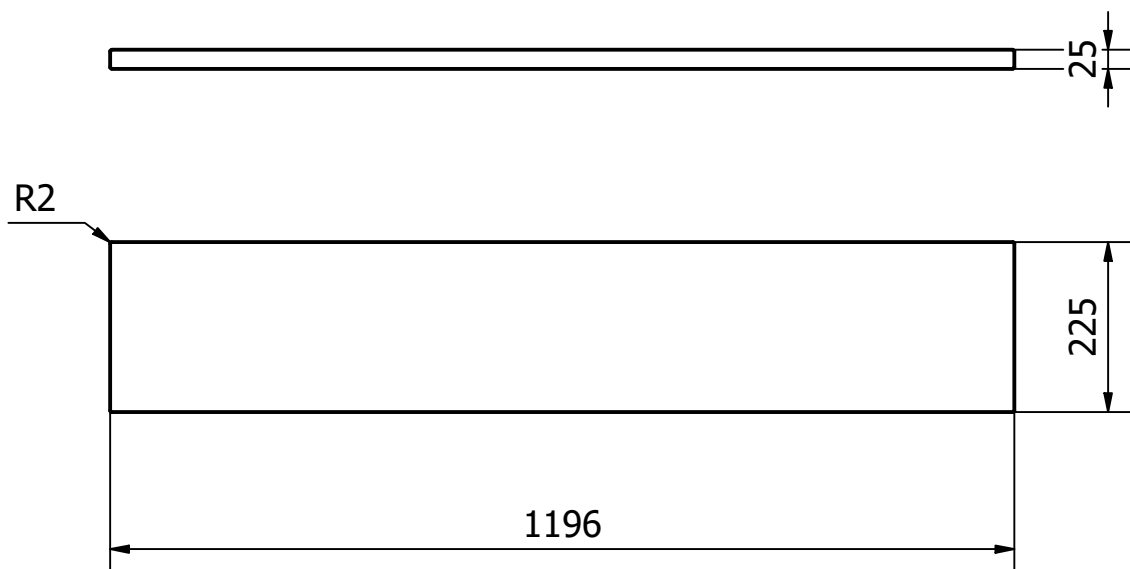
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: Hout		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming: 1101 boven		Tek. nr: S2-17	Aantal: 1	
		Stuk nr: 17	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


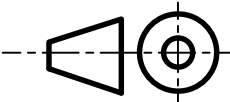


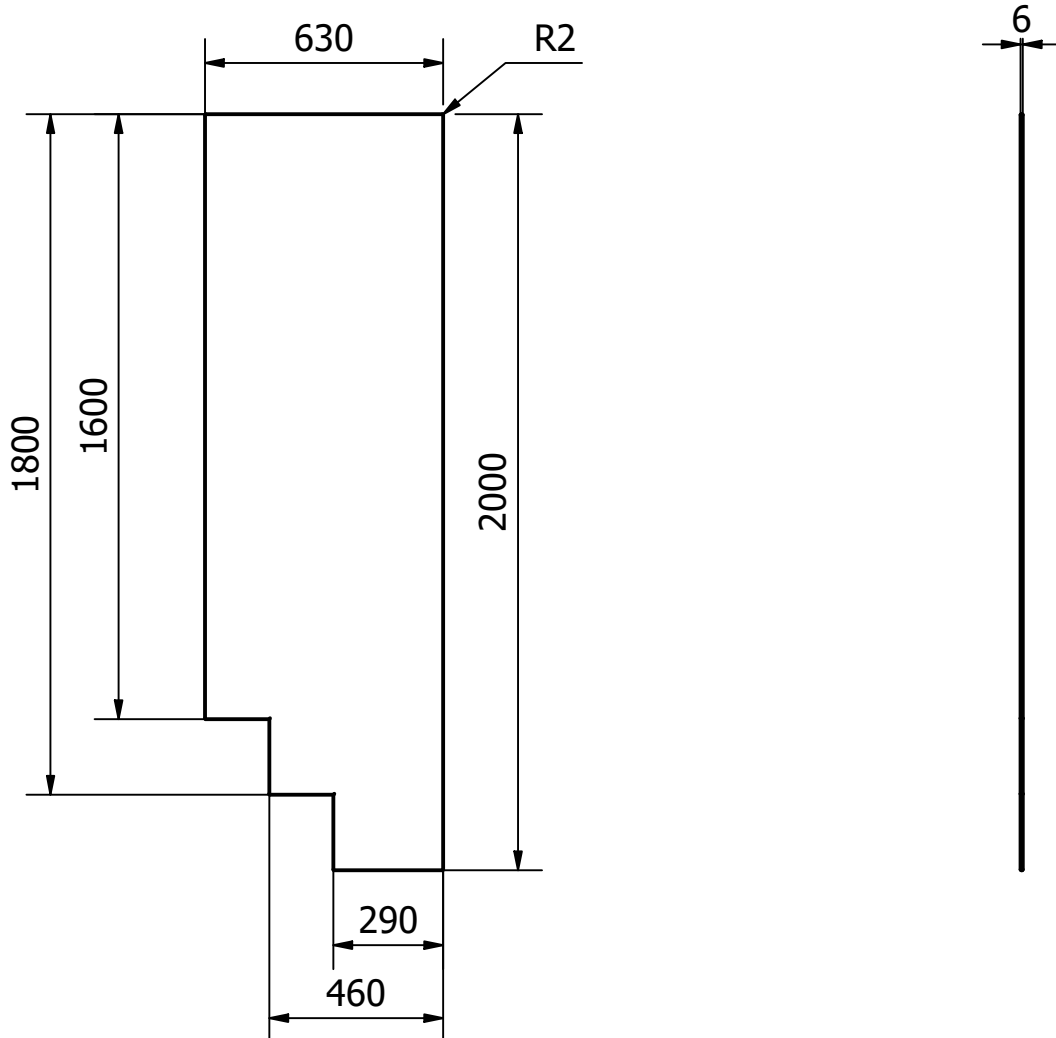
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: Hout		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming: 1102 v1		Tek. nr: S2-18	Aantal: 2	
		Stuk nr: 18	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		

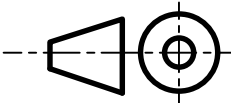


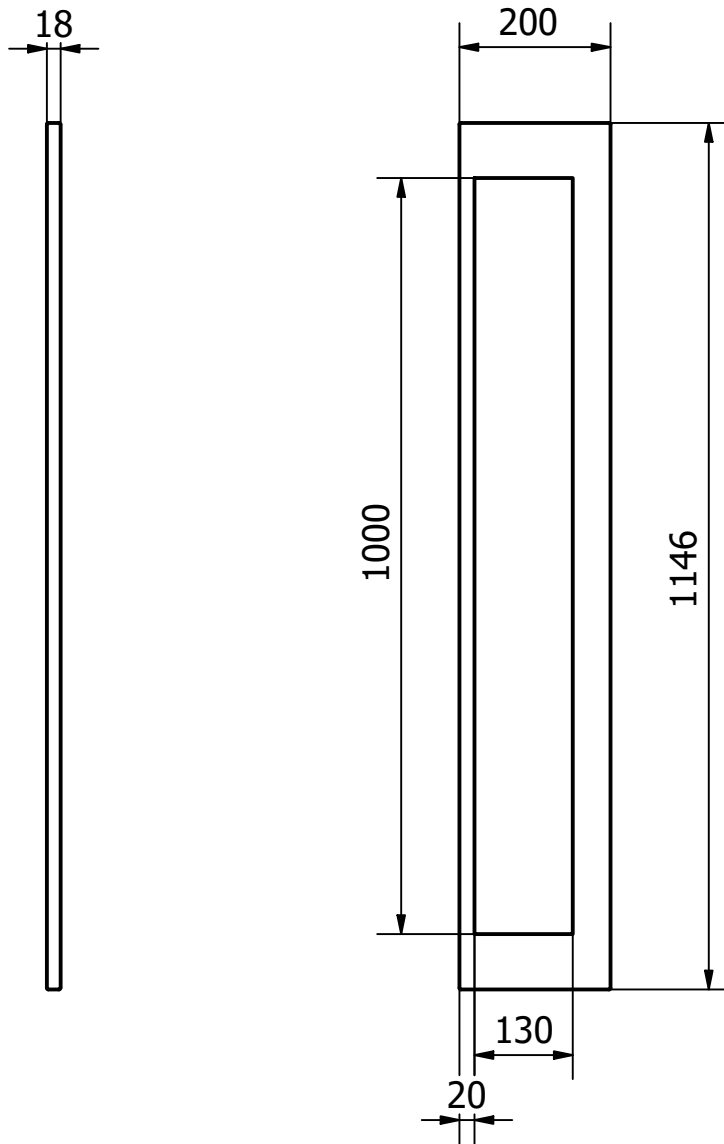
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: Hout		Ruwmaten:		
Norm:		Behandeling:		
Benaming: 1103 h1		Tek. nr: S2-19		Aantal: 2
		Stuk nr: 19		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


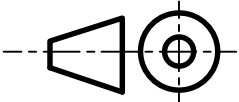


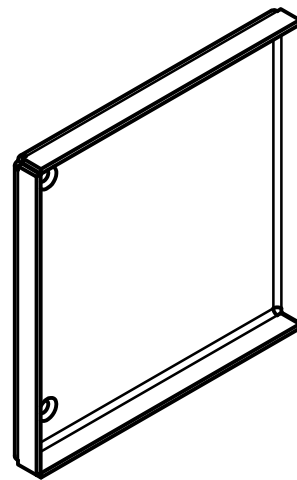
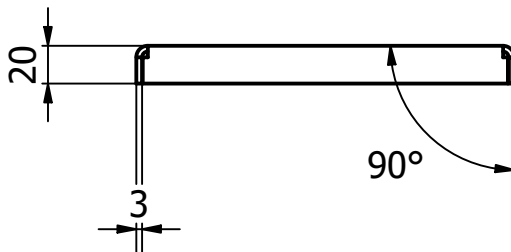
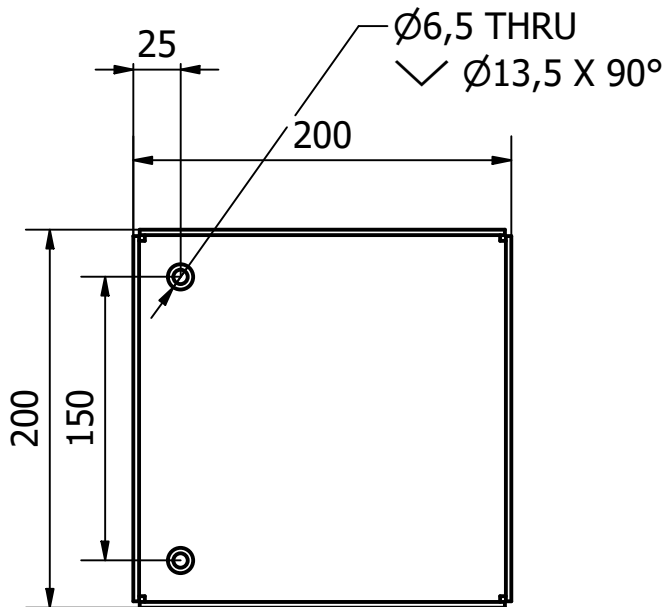
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: Plexi		Ruwmaten:	
Norm:		Behandeling:	
Benaming: 1104 zijkant		Tek. nr: S2-20	Aantal: 2
		Stuk nr: 20	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/20
	Groep:	Datum: 25/07/2022	
			


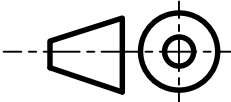


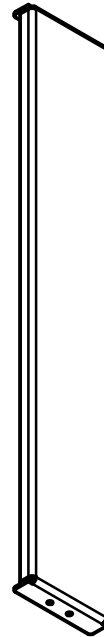
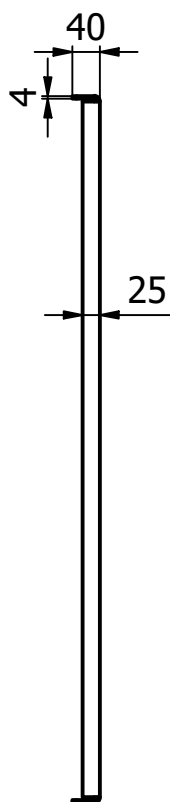
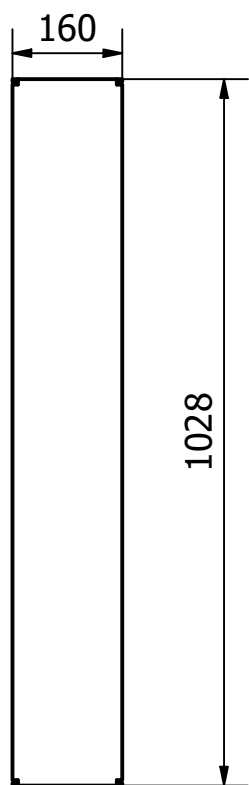
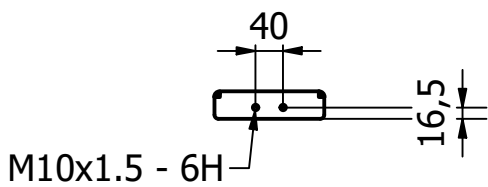
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: Hout		Ruwmaten:	
Norm:		Behandeling:	
Benaming: 1106 voorkant		Tek. nr: S2-24	Aantal: 1
		Stuk nr: 24	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/10
	Groep:	Datum: 25/07/2022	
			


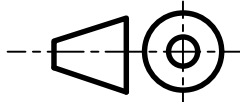


Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 1301 batterijhouder		Tek. nr: S2-25		Aantal: 1
		Stuk nr: 25		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1 : 4	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		

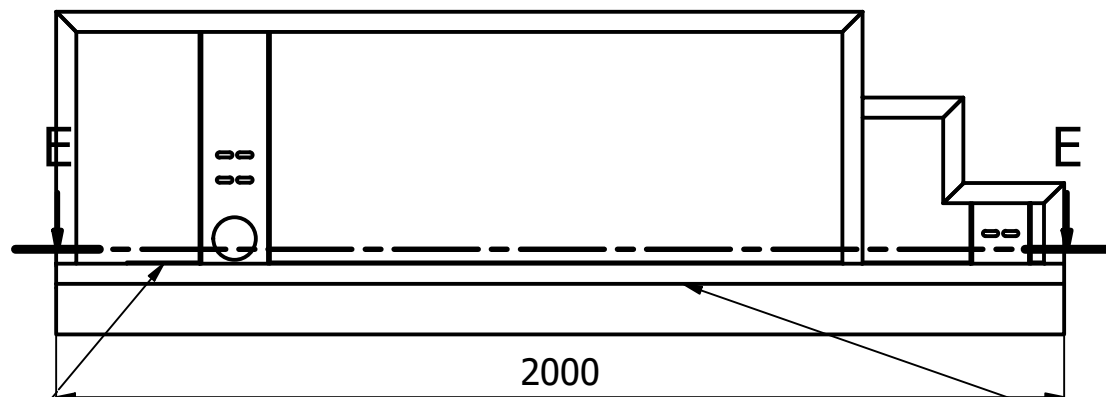


Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 2213		Tek. nr: S2-28		Aantal: 2
		Stuk nr: 28		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1 : 11	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		



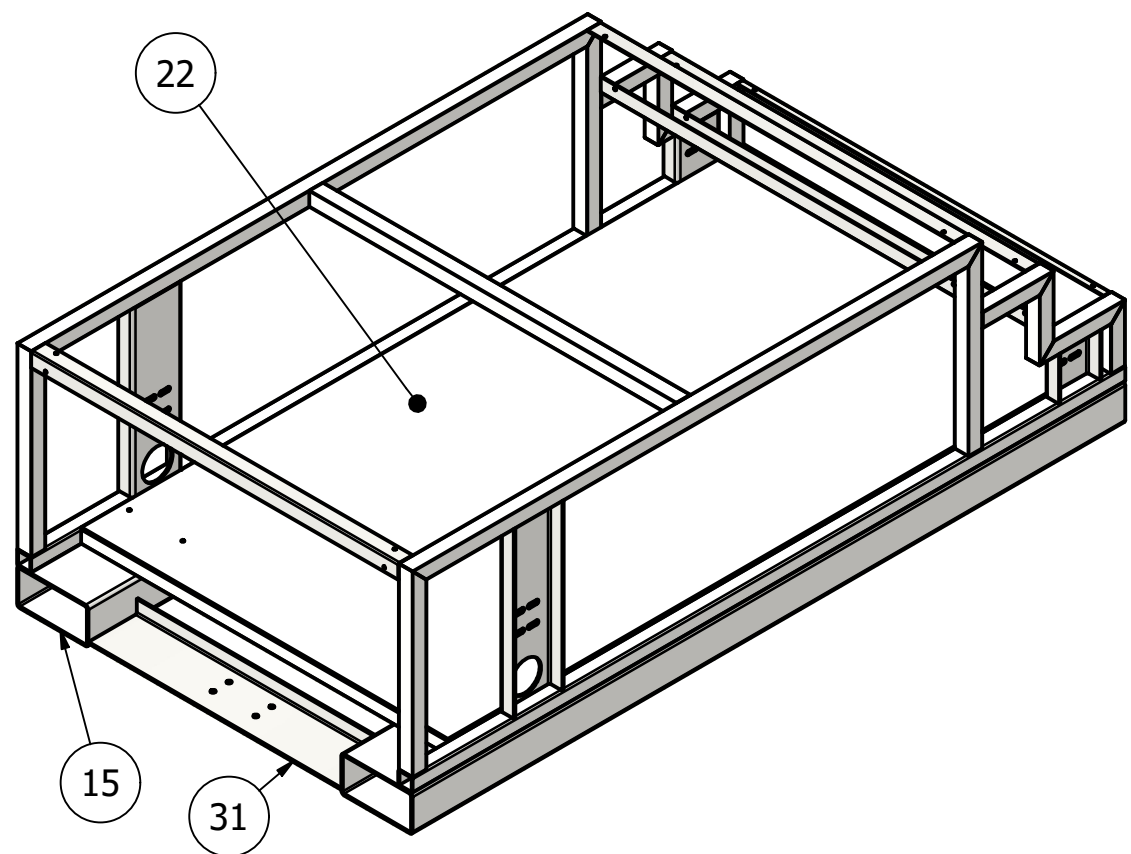
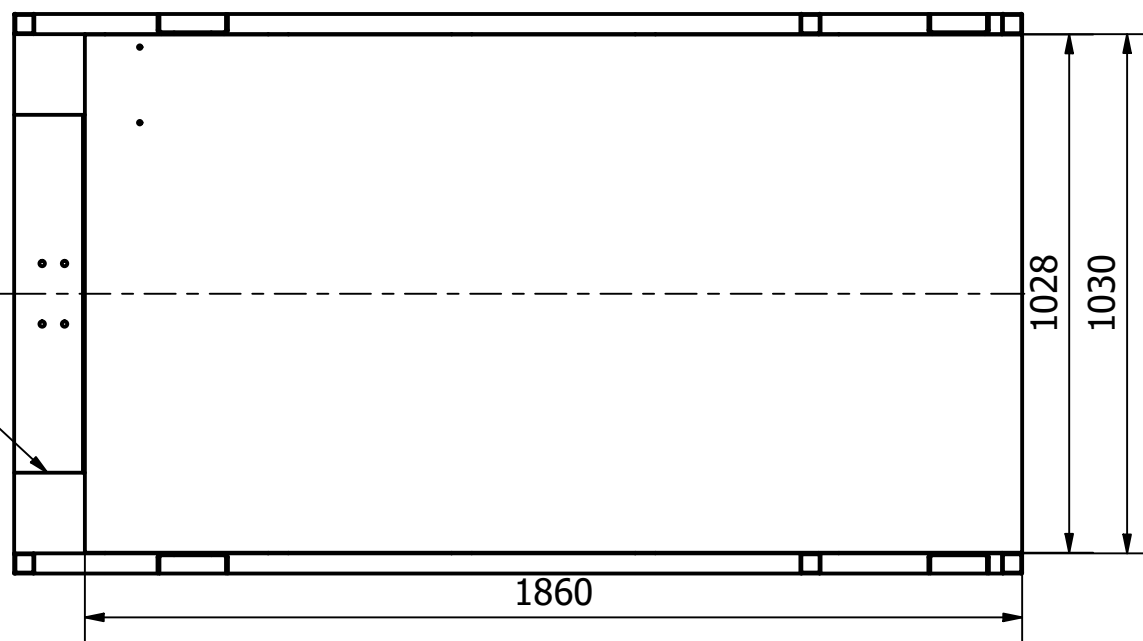
2x both sides 3 8x20(200)



E-E (1/15)


3 8x20(200) 2x both sides
3 8x20(200)

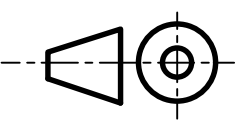
2x both sides 3

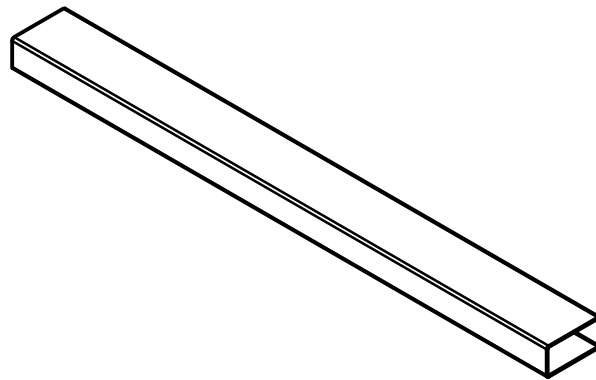
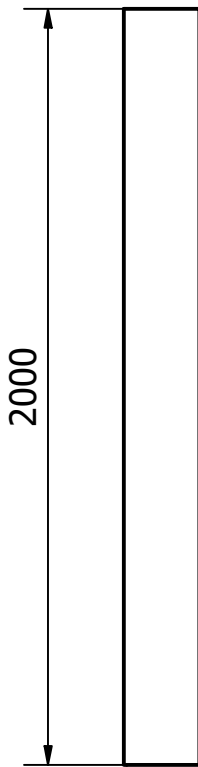
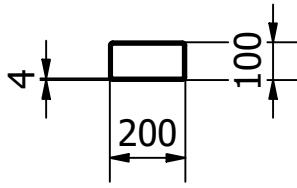


PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
15	4000,000 mm	1013 lange buis
22	1	1015 plaat
31	1	1202 montageplaat pompgroep


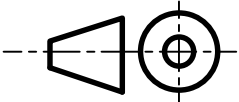
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

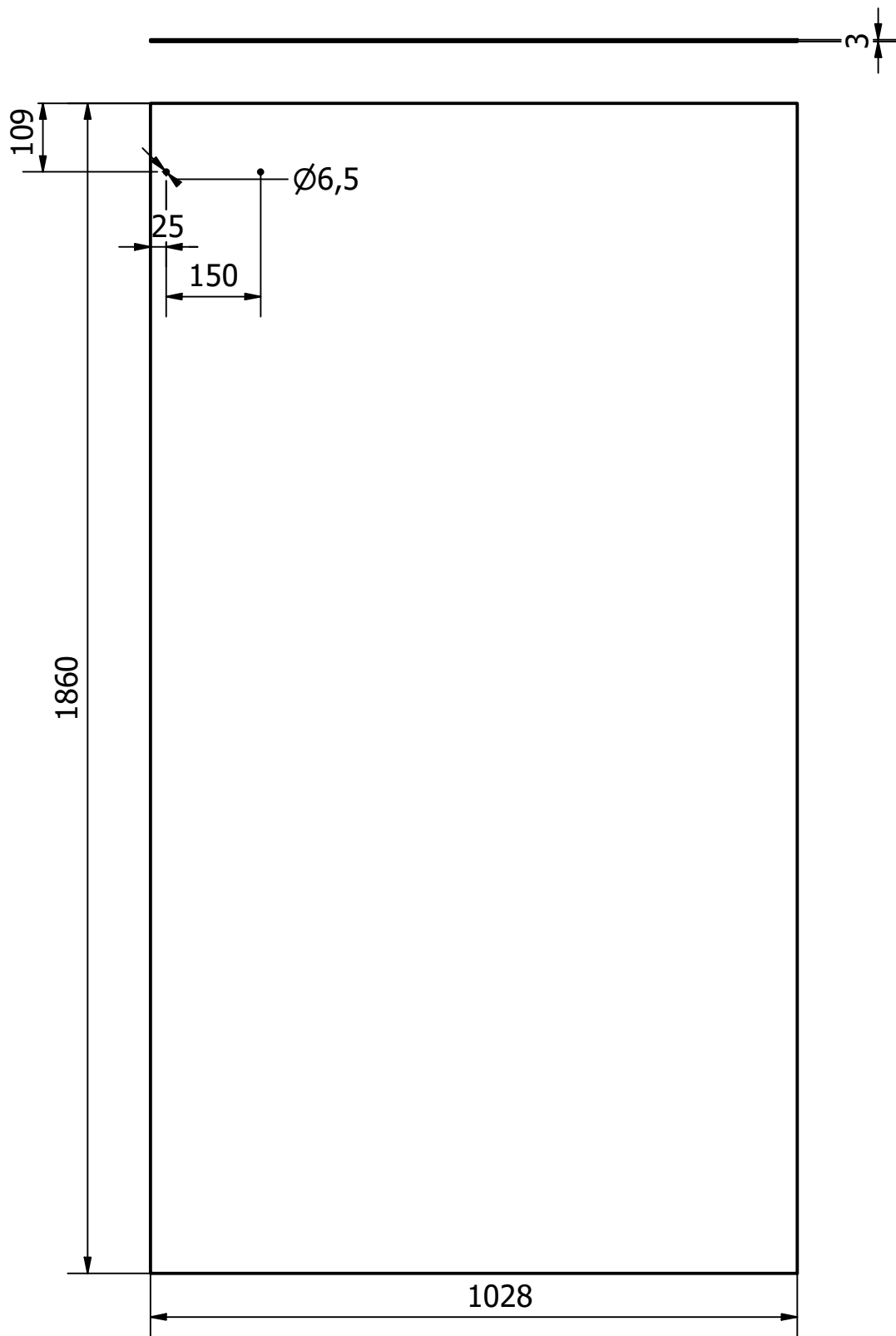
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN 18800-1		Behandeling: poederlakken RAL 9007	
Benaming: lassamenstelling 2		Tek. nr: S2.1	Aantal:
		Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A3	Schaal: 1/15
	Groep:	Datum: 25/07/2022	






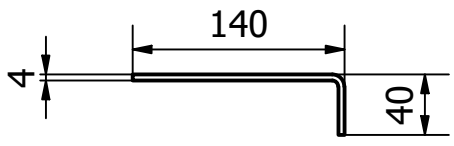
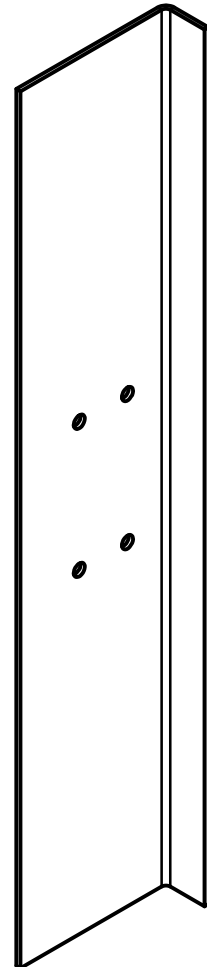
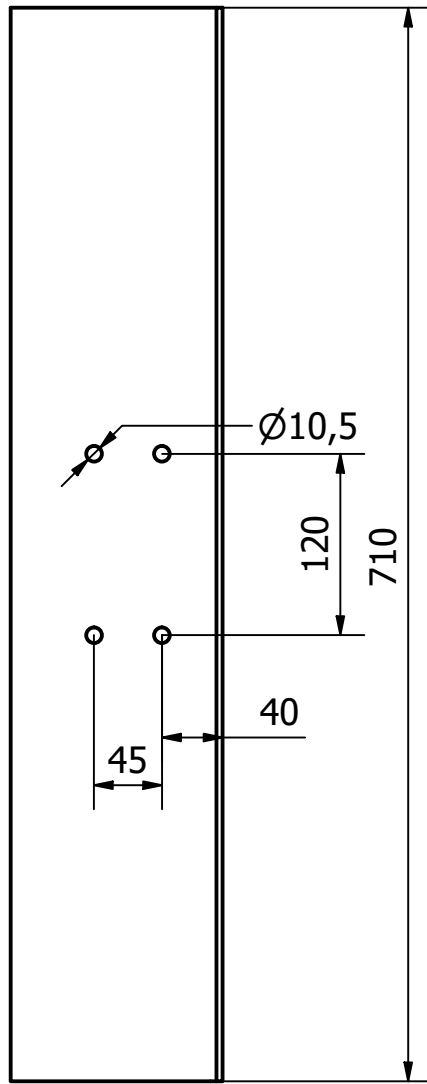
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1013 lange buis		Tek. nr: S2.1-15		Aantal: 2
		Stuk nr: 15		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/20	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


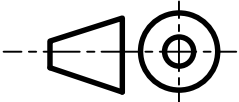


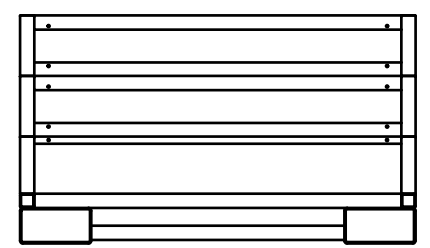
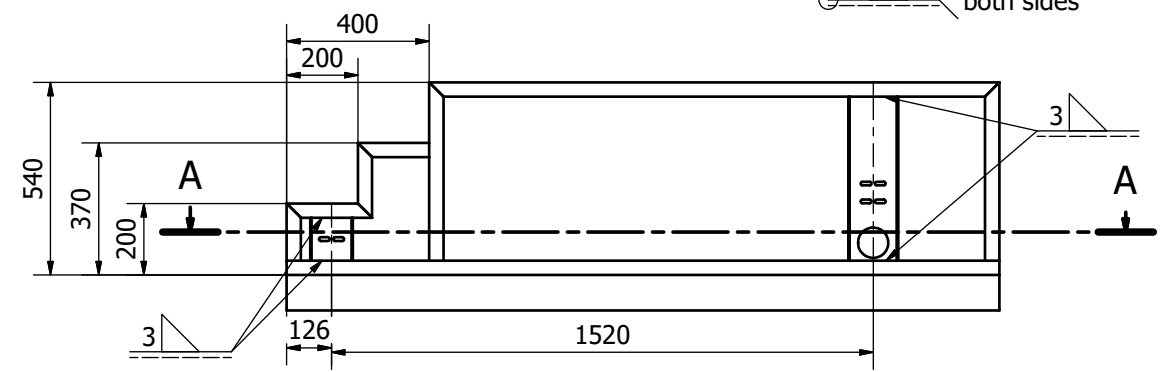
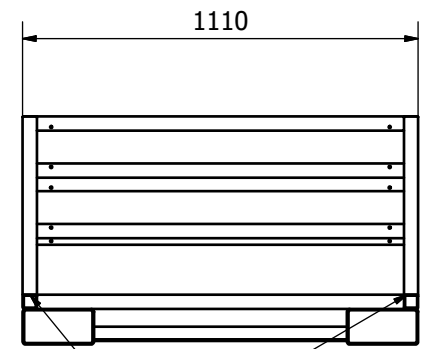
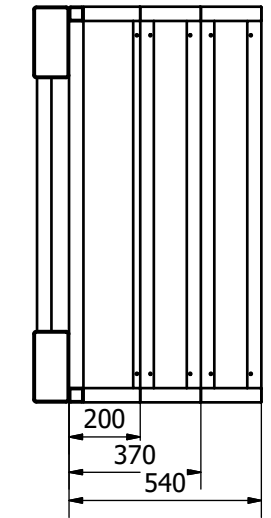
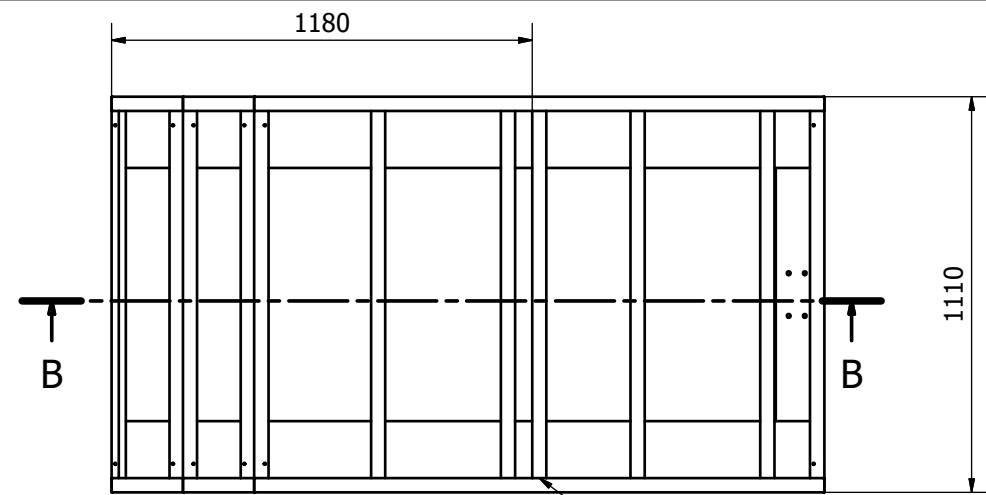
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 1015 plaat		Tek. nr: S2.1-22		Aantal: 1
		Stuk nr: 22		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		



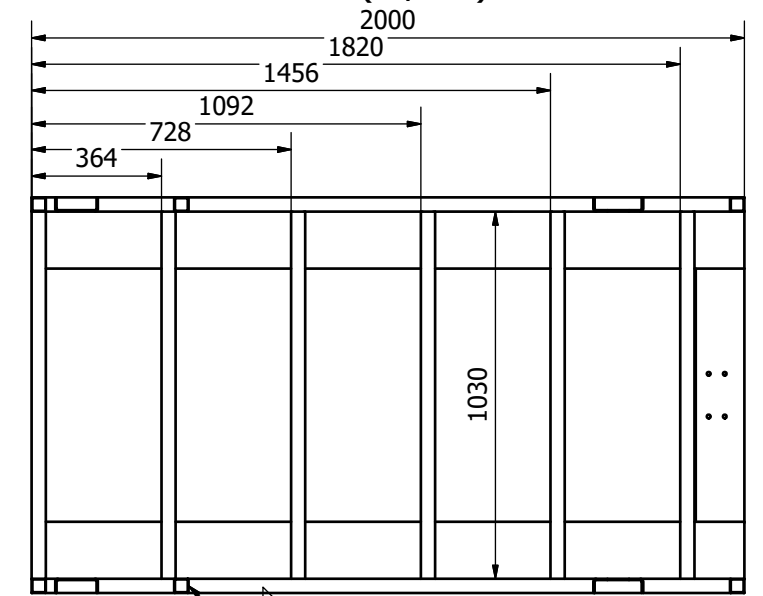
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:	
Benaming: 1202 montageplaat p		Tek. nr: S2.1-3	Aantal: 1
		Stuk nr: 31	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1/5
	Groep:	Datum: 25/07/2022	
			



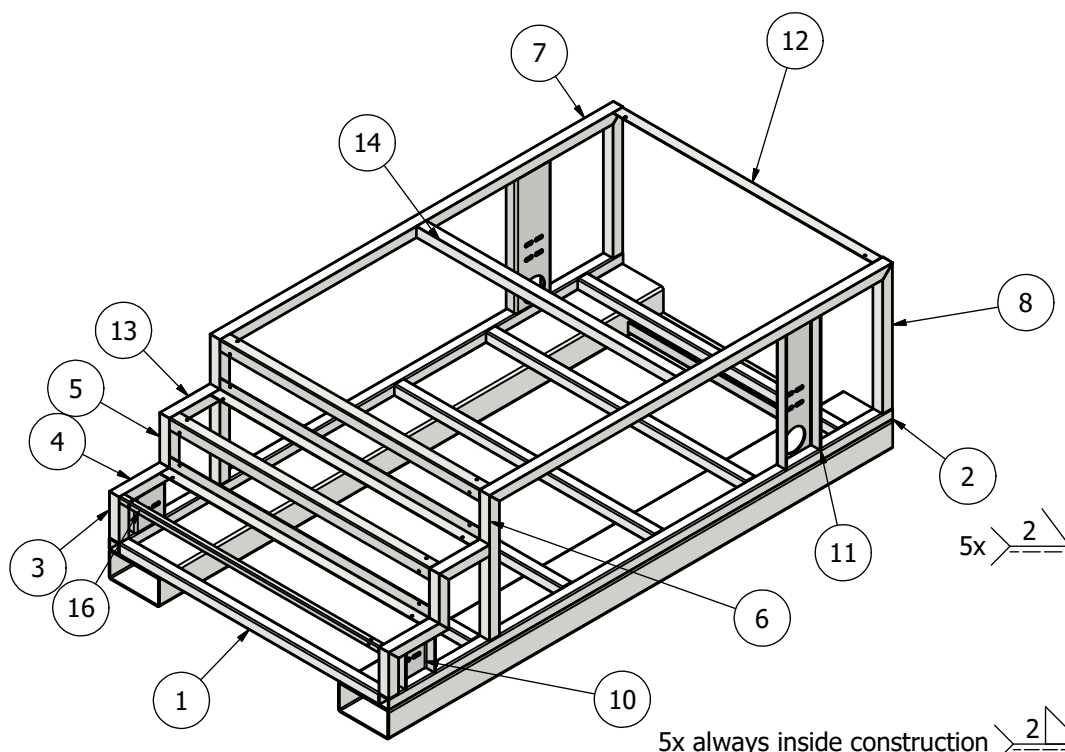
2x exteriors $\frac{2}{2}$

A-A (1/15)



$\frac{2}{2}$ 2x both sides

1180 B-B (1/15)



5x always inside construction $\frac{2}{2}$

5x $\frac{2}{2}$

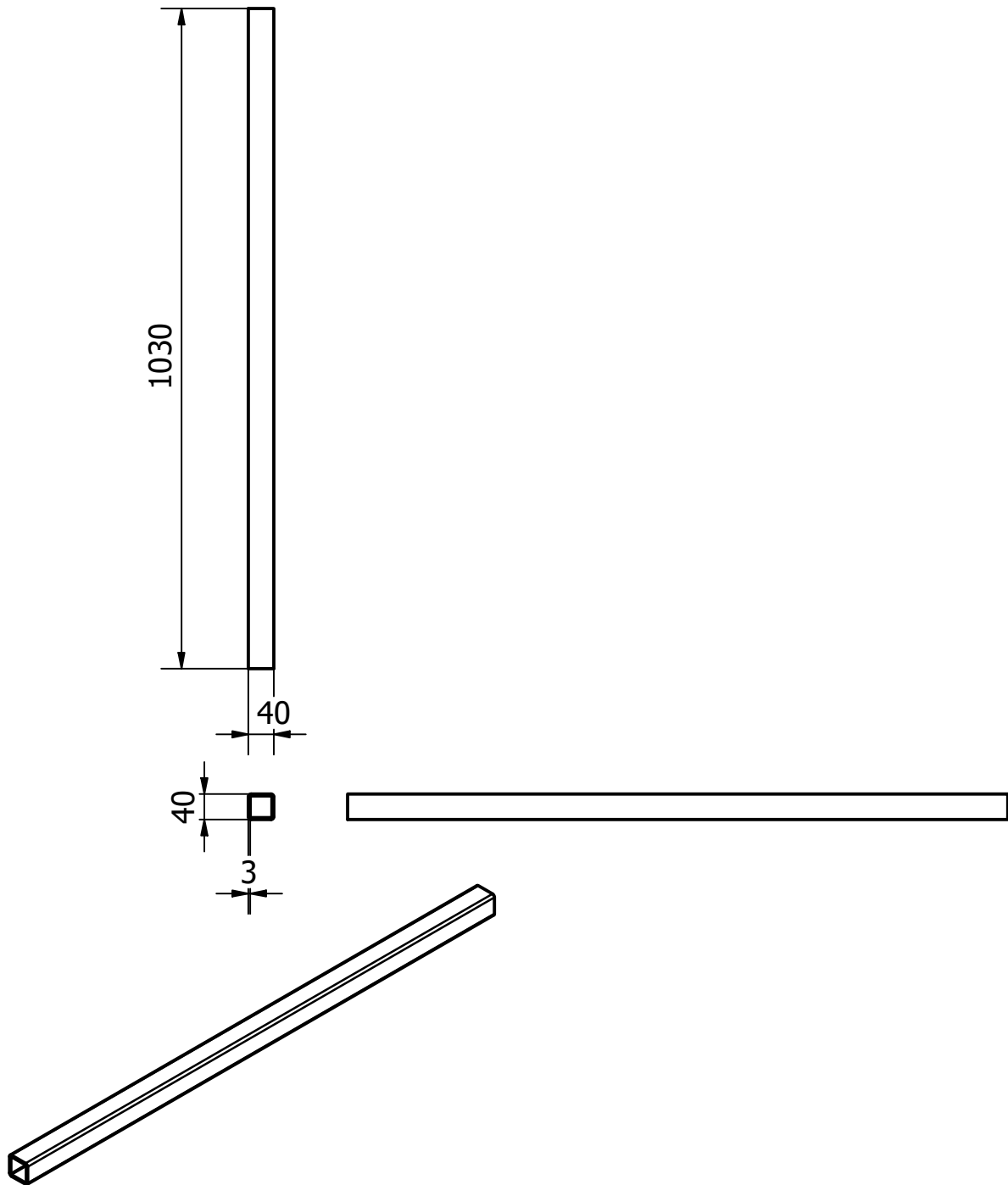
$\frac{3}{3}$ 6x both sides

PARTS LIST


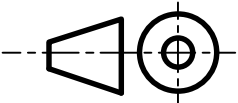
ITEM	PART NUMBER	ITEM QTY
1	1003 midden buis	6
2	1001 lange buis	2
3	1004 v1	2
4	1005 h1	2
5	1006 v2	2
6	1007 v3	2
7	1008 h2	2
8	1009 v4	2
10	2211	2
11	2212	2
12	1010 L profiel	5
13	1011 h3	2
14	1012 midden buis	1
16	1014 L profiel	1

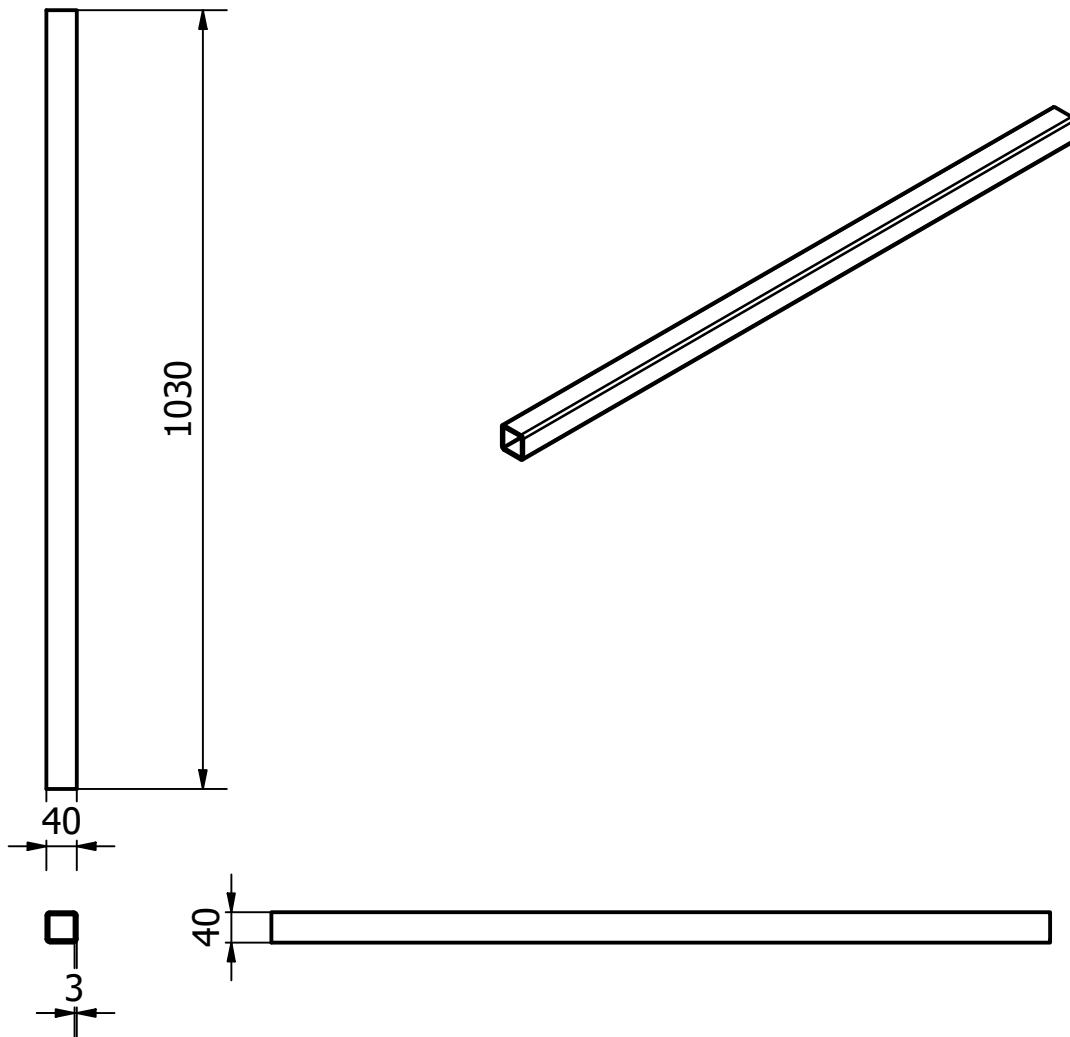
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR	Ruwmaten:	
Norm: DIN 18800-1	Behandeling: Poederlakken RAL9007	
Benaming: IJssamenstelling 1	Tek. nr: S2.1.1	Aantal:
	Stuk nr:	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A2
	Groep:	Schaal: 1/15
	Datum: 25/07/2022	


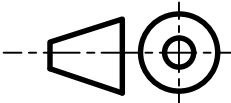


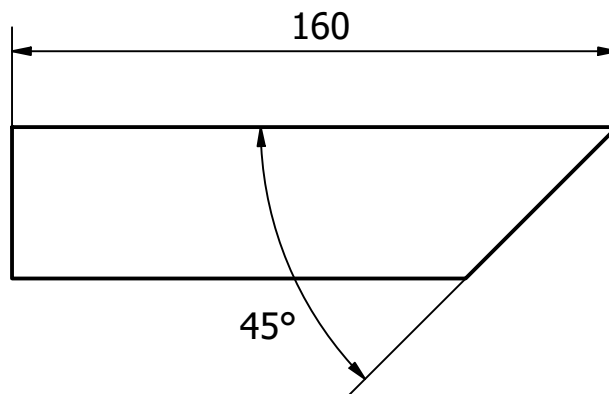
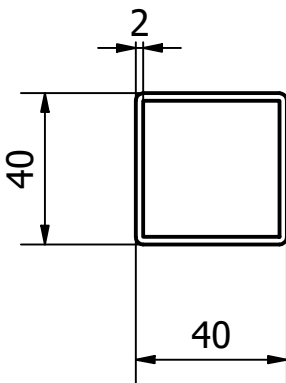
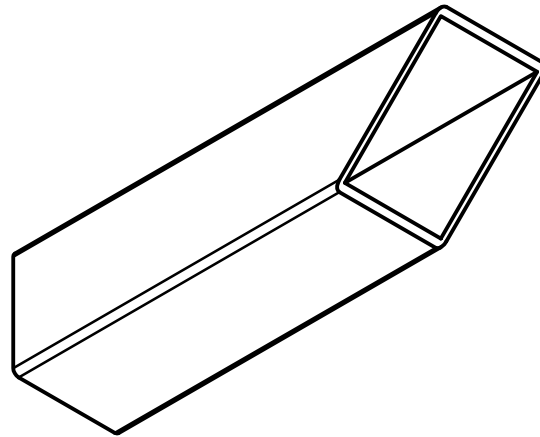
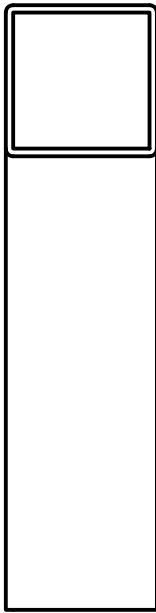
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1003 midden buis		Tek. nr: S2.1.1-1		Aantal: 6
		Stuk nr:1		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


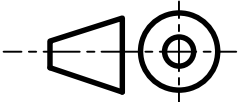


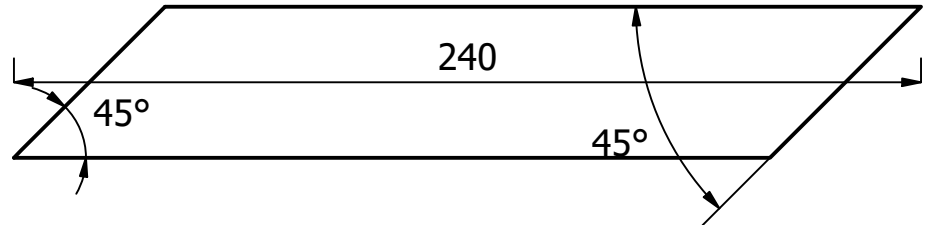
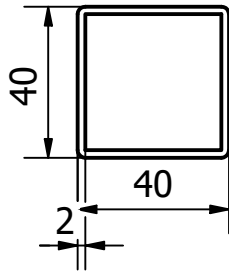
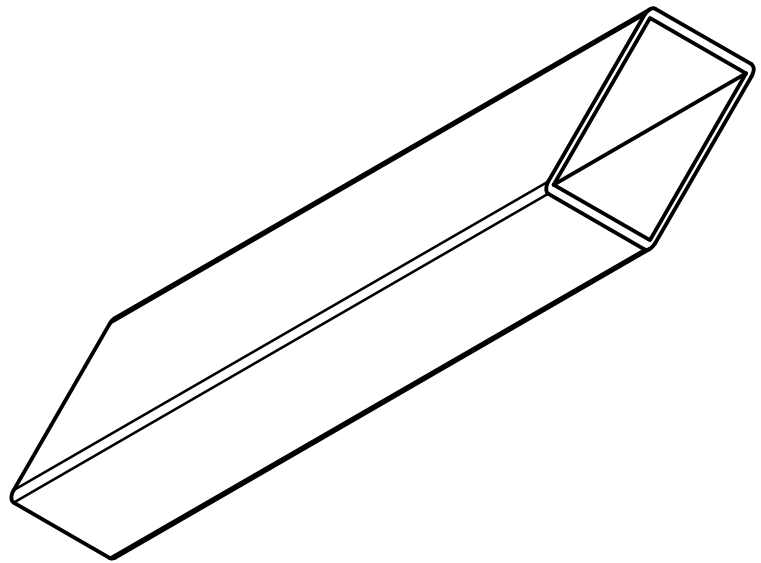
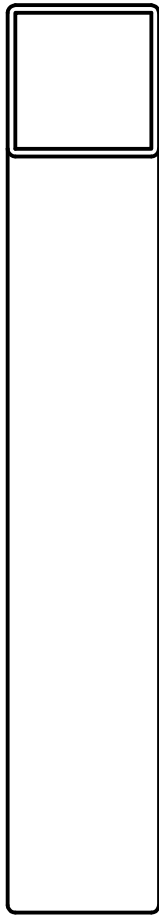
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1003 midden buis		Tek. nr: S2.1.1-2		Aantal: 2
		Stuk nr: 2		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


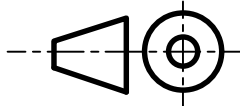


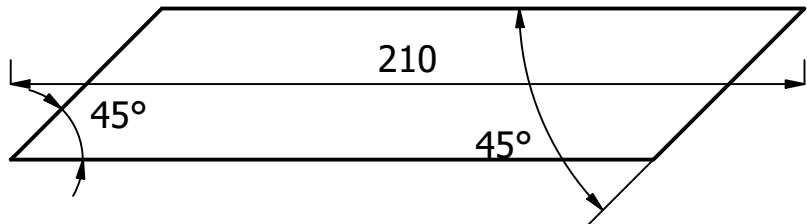
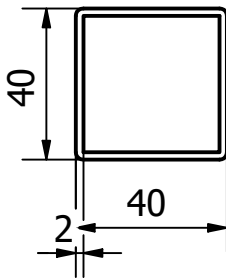
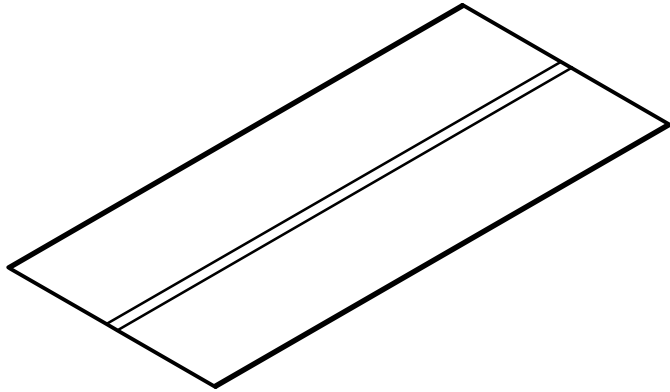
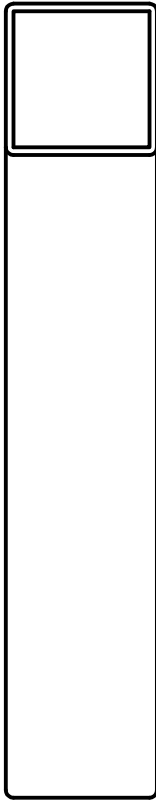
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1004 v1		Tek. nr: S2.1.1-3		Aantal: 2
		Stuk nr:3		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:2	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


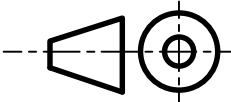


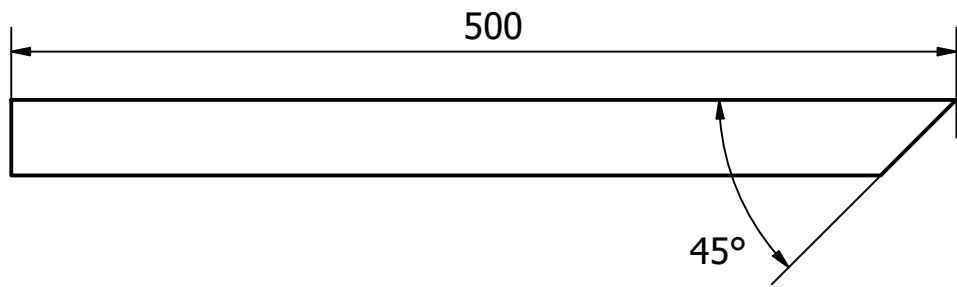
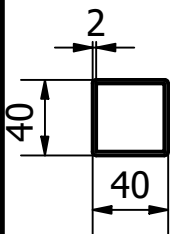
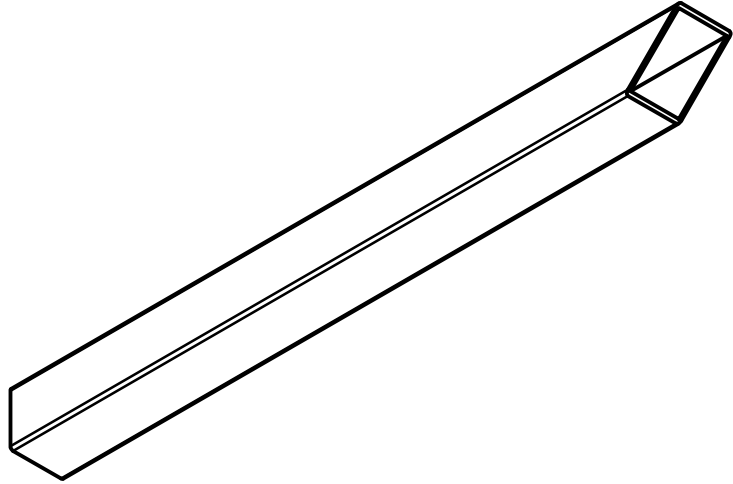
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1005 h1		Tek. nr: S2.1.1-4		Aantal: 2
		Stuk nr:4		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:2	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


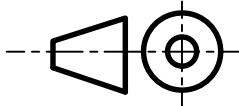


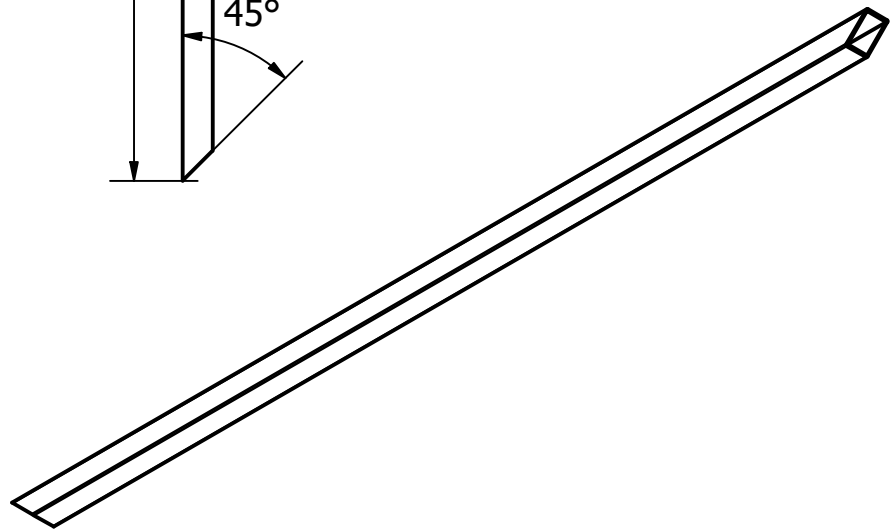
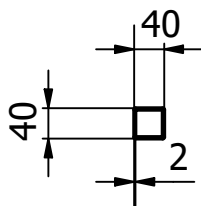
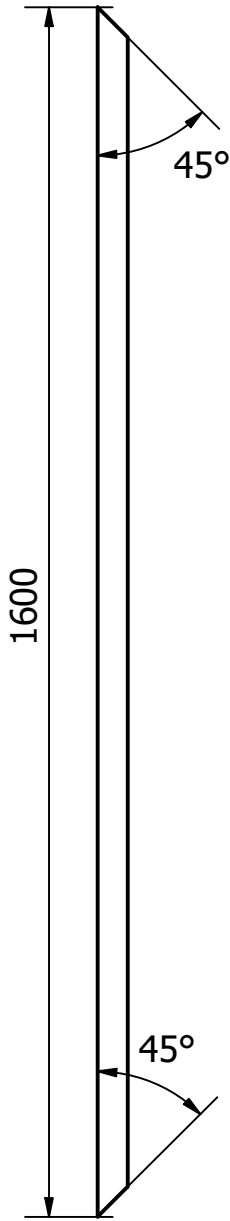
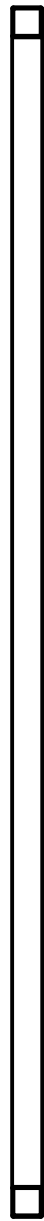
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1006 v2		Tek. nr: S2.1.1-5	Aantal: 2	
		Stuk nr:5	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:2	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


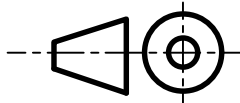


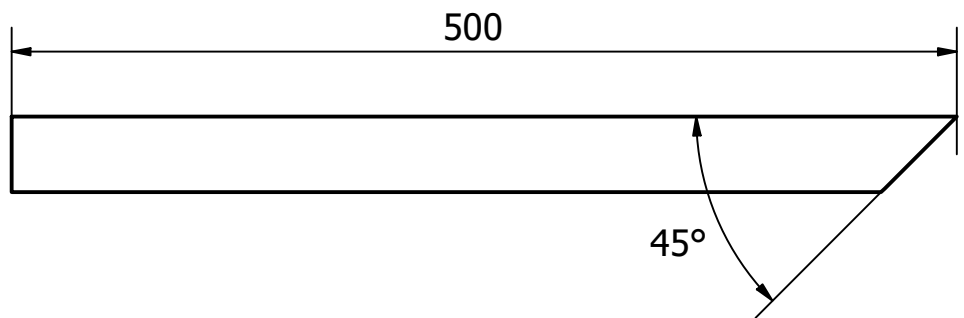
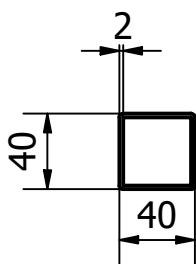
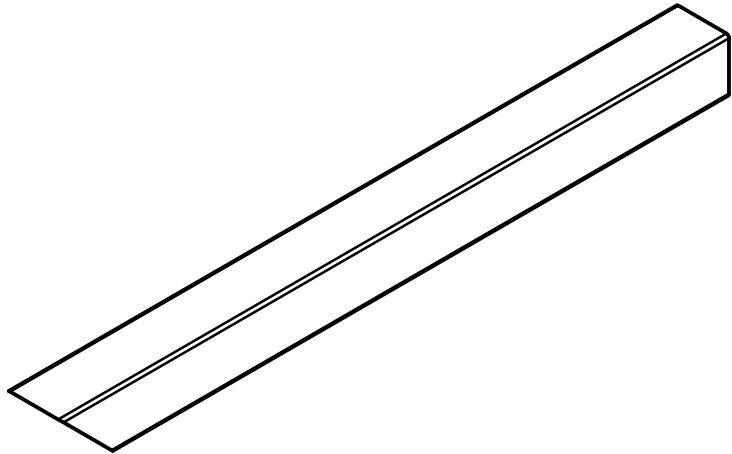
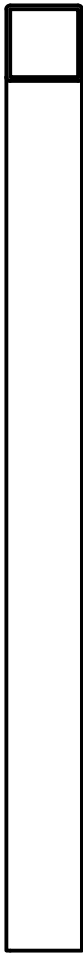
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1007 v3		Tek. nr: S2.1.1-6	Aantal: 2	
		Stuk nr:6	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:4	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


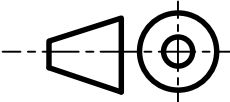


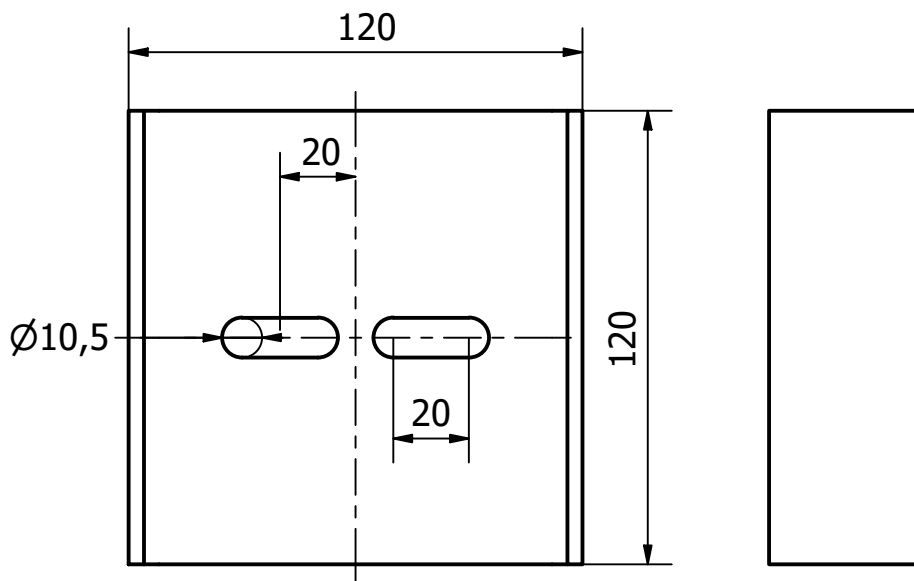
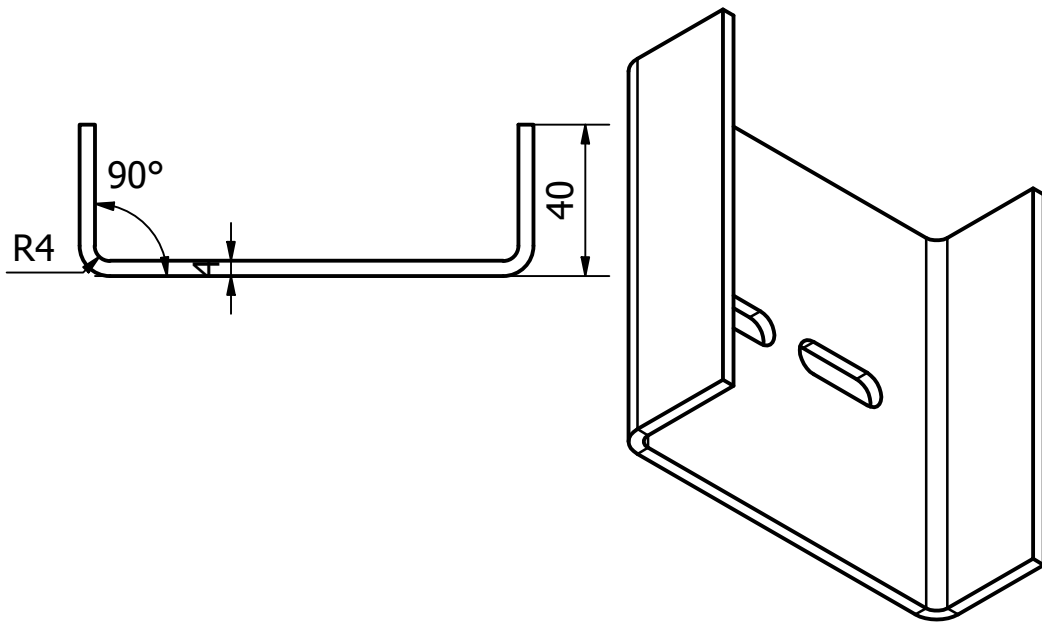
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1008 h2		Tek. nr: S2.1.1-7		Aantal: 2
		Stuk nr: 7		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


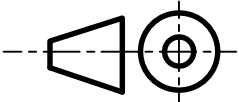


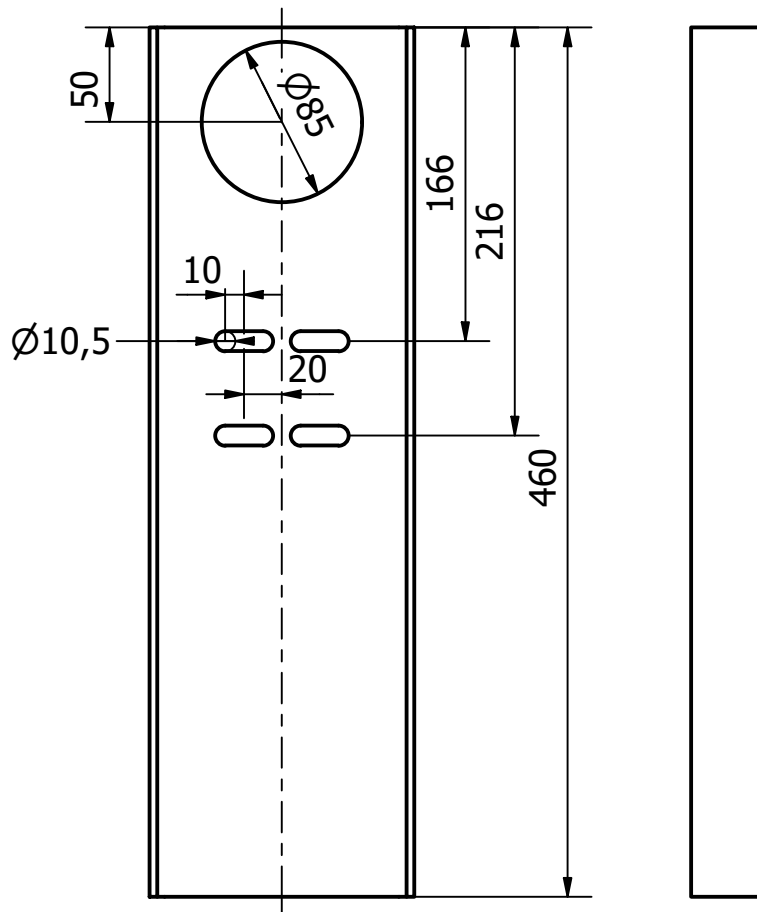
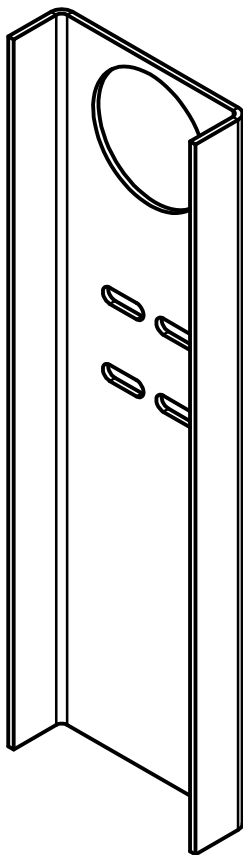
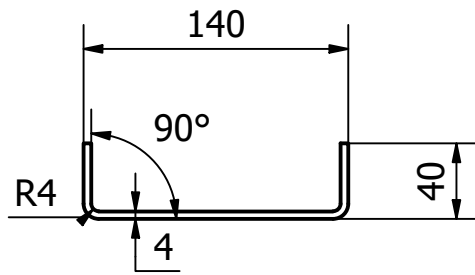
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1009 v4		Tek. nr: S2.1.1-8		Aantal: 2
		Stuk nr:8		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:4	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		




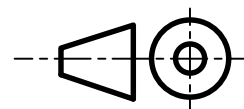
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

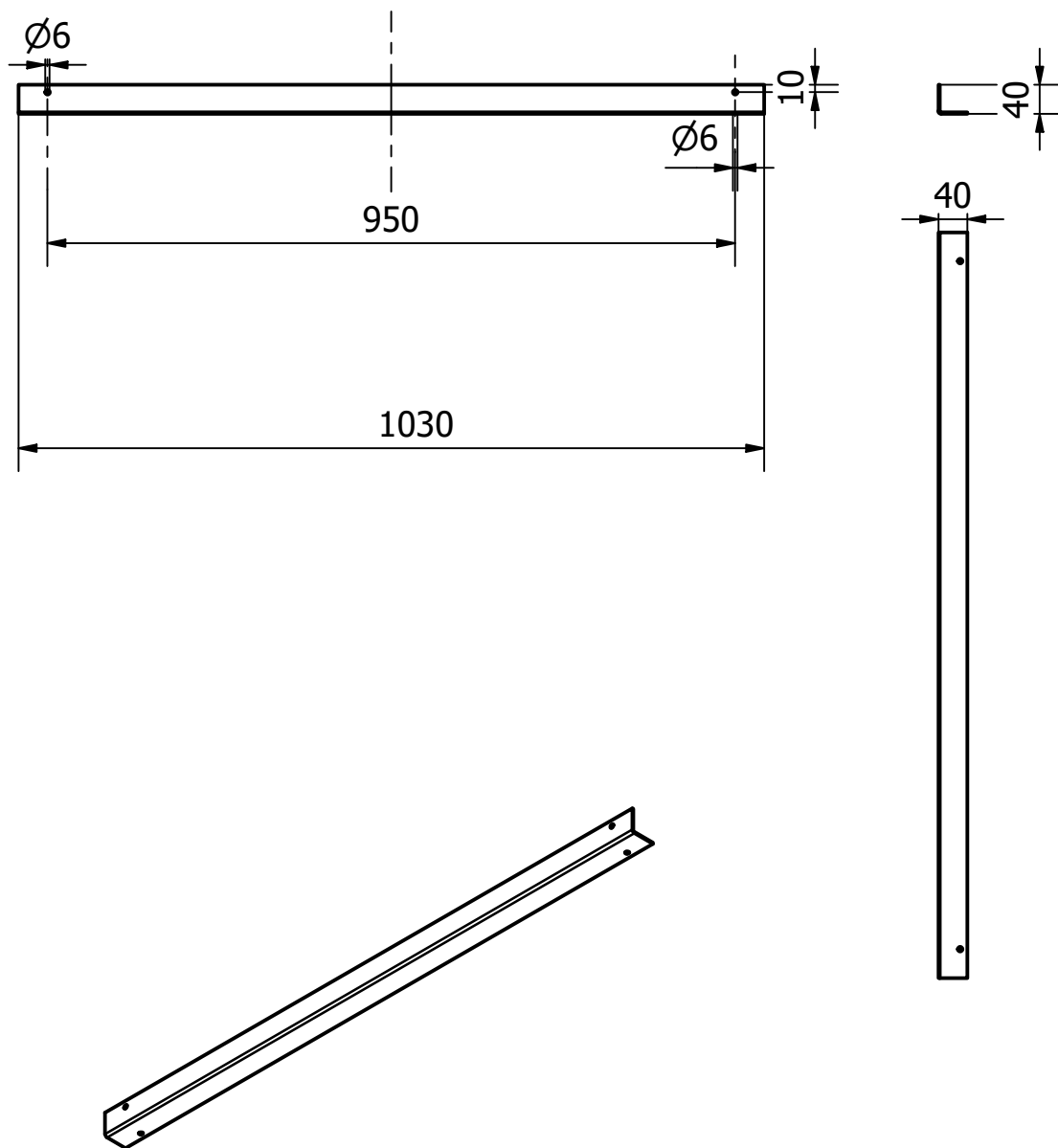
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:	
Benaming: 2211	Tek. nr: S2.1.1-10		Aantal: 2
	Stuk nr: 10		Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1 : 2
	Groep:	Datum: 25/07/2022	
			




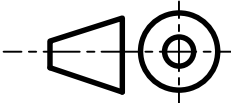
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

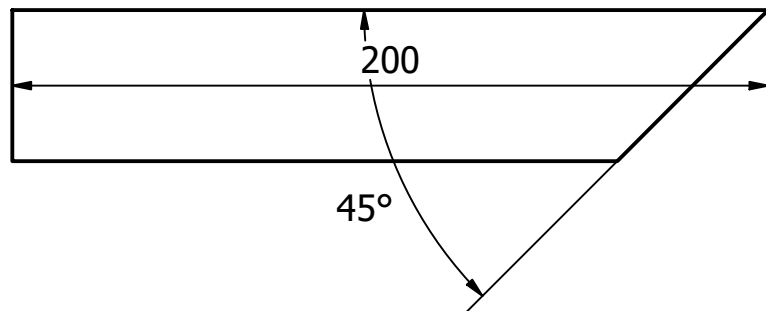
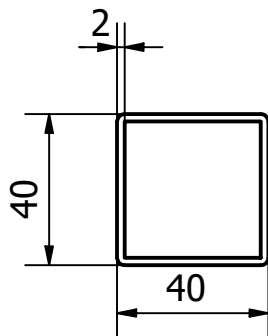
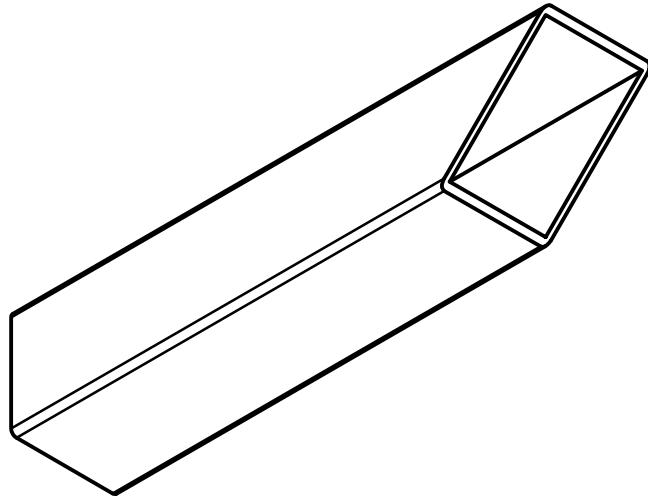
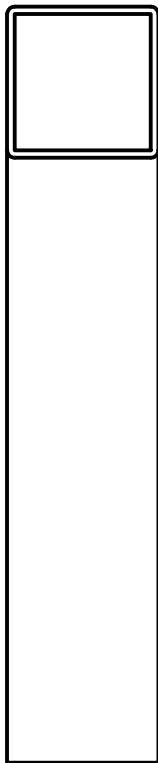
Materiaal: S235JR		Ruwmaten:	
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:	
Benaming: 2212		Tek. nr: S2.1.1-11	Aantal: 2
		Stuk nr: 11	Sam. nr:
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:4
	Groep:	Datum: 25/07/2022	




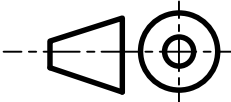


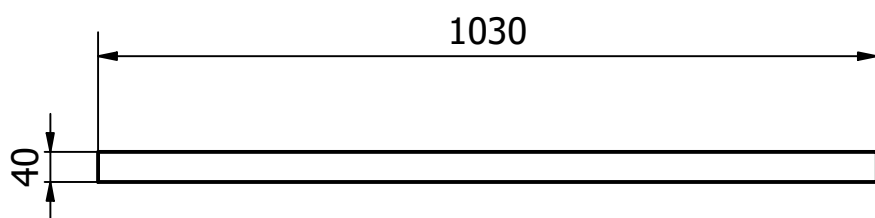
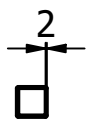
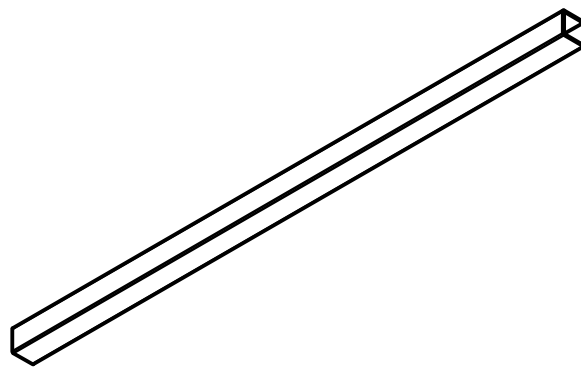
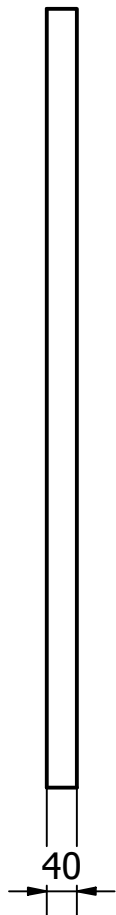
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 1010 L profiel		Tek. nr: S2.1.1-12	Aantal: 5	
		Stuk nr: 12	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		


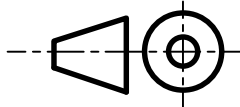


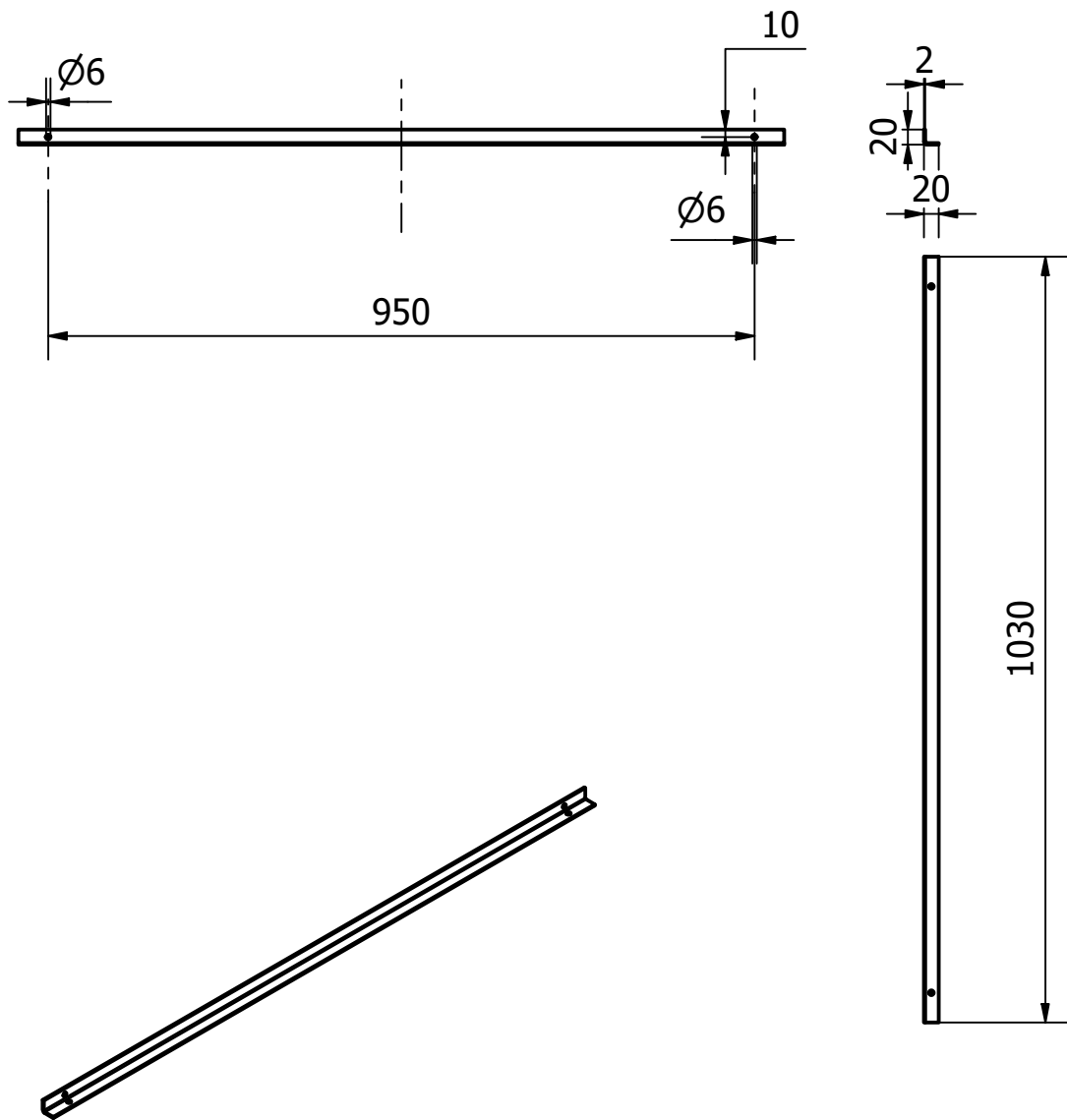
Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1011 h3		Tek. nr: S2.1.1-13	Aantal: 2	
		Stuk nr: 13	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:2	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		

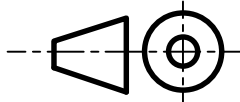


Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN EN 10219-2		Behandeling:		
Benaming: 1012 midden buis		Tek. nr: S2.1.1-14	Aantal: 1	
		Stuk nr:14	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		



Algemene tolerantie: DIN ISO 2768-c-L

Materiaal: S235JR		Ruwmaten:		
Norm: DIN 18800-1		Behandeling:		
Benaming: 1010 L profiel		Tek. nr: S2.1.1-12	Aantal: 5	
		Stuk nr: 12	Sam. nr:	
	Tekenaar: Tristan Scherpenbergh	Formaat: A4	Schaal: 1:10	
	Groep:	Datum: 25/07/2022		