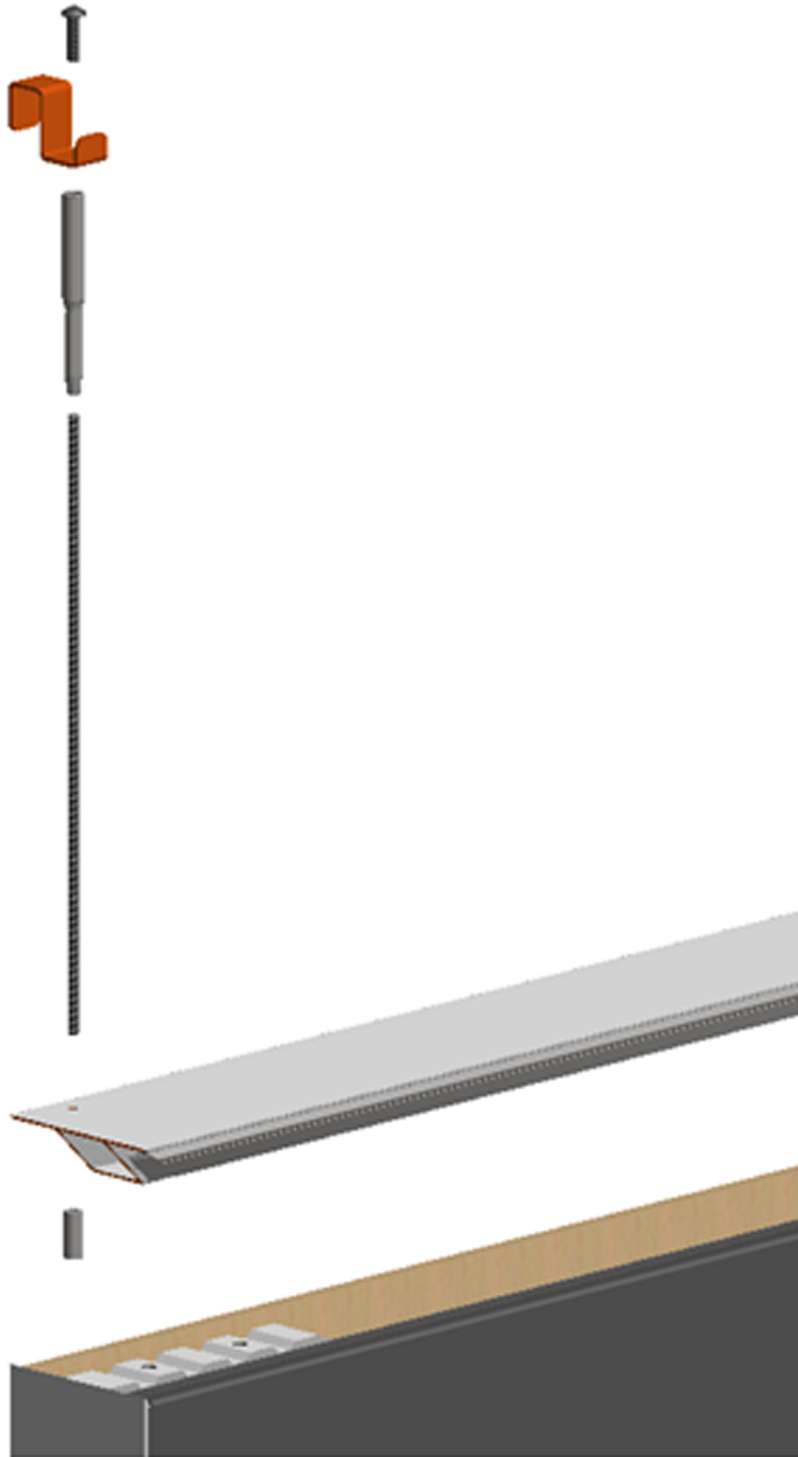


ophangstelsysteem soundabsorber



STAM

Het ontwerpen van een ophangstelsel voor- en het detailleren van een soundabsorber

Thomas Casper Masselink

S1358626

Industrieel Ontwerpen

Afsluitende presentatie: 29-09-2016

Maars Partitioning Systems B.V.
Newtonweg 1, PO box 1000
3840 BA Harderwijk
The Netherlands

Begeleiding:

Hiske Schuurman-Hemmer

Wilbrand Menzo

Voorwoord

De laatste maanden heb ik bij Maars te Harderwijk mijn bachelor opdracht uitgevoerd. Ik heb hier veel van geleerd. Het is erg goed geweest voor mij als toekomstig industrieel ontwerper om eens mee te maken hoe het ontwerpen er echt aan toegaat binnen een bedrijf.

Ik wil daarom dan ook graag Wilbrand, Marcel, Jos en Xuong, collega's bij R&D, bedanken voor de gezellige tijd en de begeleiding die ik bij Maars heb gekregen. Ook wil ik graag Hiske bedanken voor de begeleiding tijdens de bachelor opdracht, zowel op inhoudelijk als op persoonlijk vlak.

Ik kijk met voldoening en plezier terug op de afgelopen periode bij Maars.

Inhoudsopgave

Samenvatting Nederlands	7
Samenvatting Engels	8
1 Introductie	9
1.1 Opdracht	9
1.2 De huidige absorber	9
2 Analysefase	12
2.1 Introductie	12
2.2 Systeemwanden Maars	12
2.3 Omgeving Maars producten	16
2.4 Frame van de absorber	19
2.5 Houten voorpaneel	21
2.6 Concurrentieonderzoek	22
2.7 Conclusie analysefase	23
2.8 Programma van eisen	23
3 Ideefase	25
3.1 Ophangstelsel	25
3.2 Standaard	25
4 Conceptfase	26
4.1 Inleiding	26
4.2 Concept 1	27
4.3 Concept 2	33
4.4 Conceptkeuze	39
5 Detailleringsfase	40
5.1 Inleiding detailleringfase	40
5.2 Testverslag met klemmen	41
5.3 Tweede test met klemmen	43
5.4 Testverslag met frame van absorber	44
5.5 Overbrenging tussen klemmen en absorber	46
5.6 Conclusie	49
6 Eindconcept	50
6.1 Inleiding fase eindconcept	50
6.2 eindconcept ophangstelsel	51
6.3 Frame van de absorber	56
6.4 Aanbeveling houten voorzijde	57
6.5 Standaard en kopperelement	59
6.6 Kostenindicatie	63
7 Conclusie, aanbevelingen en reflectie	64
7.1 Conclusie	64
7.2 Aanbevelingen	65
7.3 Reflectie op procesgang	66
Referentielijst	67

8 Bijlage

- Bijlage I Werking geluid, absorptie en nagalmtijd
- Bijlage II Berekening gewicht absorber
- Bijlage III De verschillende systeemwanden van Maars
- Bijlage IV Analyse bovenplint per systeemwand
- Bijlage V Montage bovenplint per systeemwand
- Bijlage VI Houten voorzijde
- Bijlage VII Concurrentie analyse
- Bijlage VIII Morfologisch schema
- Bijlage IX Collage standaard
- Bijlage X Eerste schetsvellen standaard
- Bijlage XI Vervolg schetsen standaard
- Bijlage XII Werkvoorbereiding
- Bijlage XIII Tekeningenpakket
- Bijlage XIV Kostenberekening

Samenvatting

Tijdens deze bachelor opdracht is een ophangstelsel voor een soundabsorber bij Maars Partition Systems b.v. ontworpen. Een soundabsorber is een grote platte doos waar geluid in wordt opgevangen en gedempt. Hierdoor wordt de nagalm in een ruimte verminderd, of worden er ongewenste geluiden weggenomen. Naast het ontwerpen van een ophangstelsel voor deze absorber waren er nog een aantal andere punten die verder uitgewerkt moesten worden aan de absorber zelf. Zo moest het profiel in de absorber aangepast worden, moest er een houten voorzijde voor de absorber gevonden worden, moest er een standaard ontworpen worden en moest de absorber gekoppeld kunnen worden.

Er is gekeken naar wat er al op de markt aangeboden wordt om (zware) voorwerpen aan de wand te hangen. Daarnaast is geprobeerd zo goed mogelijk uit te zoeken wat de mogelijkheden en restricties zijn van de systeemwanden van Maars. Al vrij snel werd duidelijk dat het lastig ging worden om een universele manier te vinden zodat de absorber aan elke wand gehangen kan worden.

Tijdens deze analysefase is ook onderzoek gedaan naar de andere punten die verbeterd moesten worden. Er is bijvoorbeeld gezocht naar verschillende aanbieders van houten plaatmateriaal, en er is onderzocht wat de vereisten zijn voor deze houten plaat. Ook is er gekeken naar de klem in de absorber, hoe deze gemaakt is en wat er gedaan moet worden om deze beter te laten functioneren. Verder is er inspiratie gezocht voor het ontwerp van een standaard voor de absorber, en er is gekeken hoe andere bedrijven die ook absorbers aanbieden deze in de ruimte plaatsen. Uit deze analysefase kwam een programma van eisen (PvE) voort.

Vervolgens is er een morfologisch schema gemaakt voor het ophangstelsel van de absorber. Omdat het esthetische aspect van de ophanging aangepast kon worden aan de functies en niet andersom, is besloten om via deze manier de beste ophanging te zoeken. Het ophang-probleem is opgedeeld in deelproblemen en hier zijn verschillende oplossingen bij bedacht. Deze zijn samengevoegd tot één schema met alle mogelijke oplossingen.

Hieruit zijn vervolgens twee concepten gekozen waarbij één het meest degelijk moest zijn en waar bij de ander er het minst aantal bewerkingen uitgevoerd hoefden te worden op zowel de absorber als de wand. Ook is de klem op een dusdanige manier aangepast dat hij beter lijkt te werken.

Voor het ontwerp van de standaard is besloten om maar één concept te maken, omdat dit deel van ondergeschikt belang was aan het ontwerp van het ophangstelsel. Het ontwerp van de standaard is gedurende de opdracht wel steeds verder ontworpen en is na feedback uit overleg ook steeds aangepast.

Hierna is er aan de hand van het PvE een eindconcept gekozen. Hierbij is ervoor gekozen om van beide concepten de beste punten te combineren, omdat ze beide op verschillende manieren sterk waren. Vervolgens zijn er testen uitgevoerd met het ophangstelsel om het ontwerp zo ver mogelijk te detailleren. Ook is het concept van de klem in de absorber getest. Na deze testen zijn de ontwerpen van beide nog weer aangepast.

Gedurende de hele opdracht is er ook gezocht naar een geschikte aanbieder van geperforeerde houten panelen. Deze is deels gevonden, al kan worden geconcludeerd dat deze niet geheel aan de eisen van Maars kan voldoen. Hierdoor moet er voor de keuze van het in te kopen paneel een aantal concessies gedaan worden.

Na het ontwerpproces is er ook een tekeningenpakket gemaakt van alle benodigde onderdelen, is er een handleiding inclusief werkvoorbereiding gemaakt en een kostenindicatie gegeven.

Resume

During this bachelor assignment a hanging system for a soundabsorber at Maars Partition Systems BV. has been developed. A soundabsorber is big flat box that absorbs soundwaves and mutes them. This reduces the reverberation in an area, or takes away unwanted frequencies.

Besides designing a hanging system for the absorber, other parts concerning the absorber had to be elaborated. For example the profile in the absorber had to be adjusted to function better, a supplier of wooden panels that met the requirements of Maars had to be found, and a standard for the absorber had to be designed.

At first the products on the current market were investigated. This market was narrowed down to products that can hang heavy objects onto a wall. Besides the market investigation there was also an investigation being done to find out the restrictions of the partition systems at Maars. It was clear fairly early on in the investigation that it was nearly impossible to create a universal hanging system that would be able to hang an object on every type of wall.

During this first phase, the other points of the absorber that needed to be improved or designed were also analyzed. All the suppliers of wooden panels in The Netherlands were compared. An investigation was done on how the profile inside the absorber was made and what could be done to let this profile function better. To get inspiration for the possible design of the standard of the sound-absorber, sound-absorbers from other companies were studied and compared. From this analysis a program of requirements was developed.

Next, a morphological schedule has been made for the hanging system of the absorber. Because of the esthetic aspect it was decided that the absorber should adjust to the functions, and not the other way around. This then became the fundamental idea and the starting point to find a solution for the hanging system that had to be designed.

The problem faced was divided into sub-problems, and different solutions for these sub-problems were created. All these solutions were merged into one big schedule. From this schedule, two concepts were derived, one of which contained the most solid solutions while the other one included the solutions that needed the least adjustments of the partition wall and the absorber. Also, improvements had been made to the profile inside the absorber that would improve its functionality.

For the design of the standard, one concept had been made, because this part was less important compared to the hanging system. The design of the standard has been developed through the assignment and also had been adjusted after feedback had been retrieved

After this a final concept has been made. This final concept is a combination of the two previous ones, because they both have strong and weak points and they complement each other.

Next, several tests have been executed to fine-tune the design as much as possible. Also the new profile inside the absorber has been tested. After both tests the designs were adjusted.

During the whole assignment there has been contact with suppliers of perforated wooden panels. A suitable supplier was found, although it can be concluded that it is not possible to fully meet the requirements for the wooden panel that Maars desires. Therefore some concessions will have to be made when a choice is made for the best suitable panel.

After the design process, the technical drawings of all the parts are included. Also a guide for the mechanic to install the hanging system has been made, as well as a work preparation for the factory employees and a cost indication of the product.

1. Introductie

1.1 Opdracht

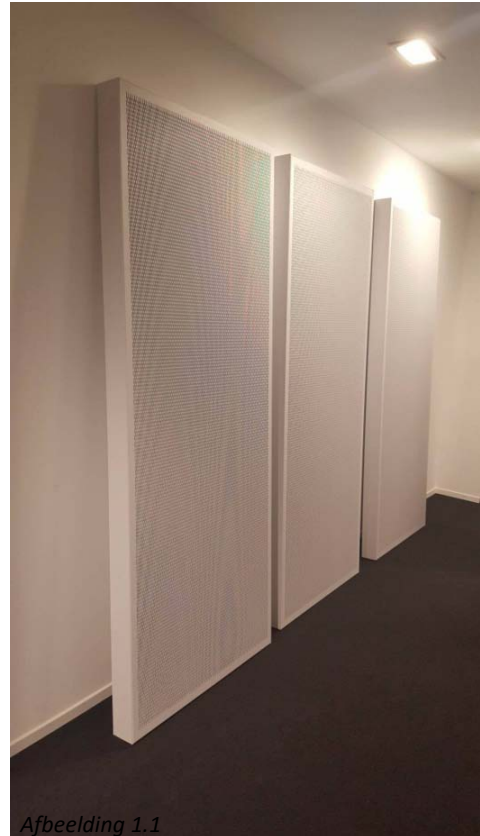
Tijdens deze bachelor opdracht, die uitgevoerd wordt bij Maars te Harderwijk, gaat een ophangstelsel voor een soundabsorber ontwikkeld worden. (In afbeelding 1.1 is deze soundabsorber te zien) Een soundabsorber is een grote doos die ervoor zorgt dat er minder galm in een ruimte is. Door gebruik van harde materialen in een ruimte die geluidsgolven weerkaatsen kan dit ontstaan. Meer over de werking van geluid en de nagalmtijd is te vinden in bijlage I.

Zoals gezegd moet er tijdens de opdracht een ophangstelsel bedacht worden. Dit ophangstelsel moet aan een aantal punten voldoen:

- Het moet aan alle systeemwanden en wandpanelen van Maars te bevestigen zijn.
- Het ophangstelsel moet zoveel mogelijk al in de fabriek in elkaar te zetten zijn. Op de bouw moet het vervolgens door één monteur op te hangen zijn.
- Het moet het maximale gewicht van de absorber kunnen dragen.
- Het ophangstelsel moet esthetisch gezien goed passen bij de systeemwanden van Maars.

Daarnaast is er nog een aantal punten aan de absorber dat verder uitgewerkt moet worden, dit betreft:

- Het ontwerpen van een standaard voor de absorber, zodat deze op zichzelf in de ruimte kan staan. Hij mag daarbij niet aan de vloer bevestigd worden.
- Het zoeken naar een geschikte houten voorzijde voor de absorber die dan door de klant naast de metalen en stoffen voorzijde gekozen kan worden.
- Het herontwerpen van het frame van de absorber. In dit frame kunnen de voorzijdes vastgeklikt worden. Deze kunnen bestaan uit zowel hout, doek en metaal.
- Aan het eind zal er nog een kostenschatting, tekeningenpakket en handleiding gemaakt worden.



Afbeelding 1.1

Het ontwerpen van het ophangstelsel heeft prioriteit. Aan het eind van de opdracht zal er een prototype voor het ophangstelsel zijn, en een herontwerp voor zowel de standaard als voor het frame in de absorber. Daarnaast zal er een aanbeveling zijn voor de houten voorzijde en zullen de genoemde kostenschatting, tekeningenpakket en handleiding gemaakt zijn.

1.2 De huidige absorber

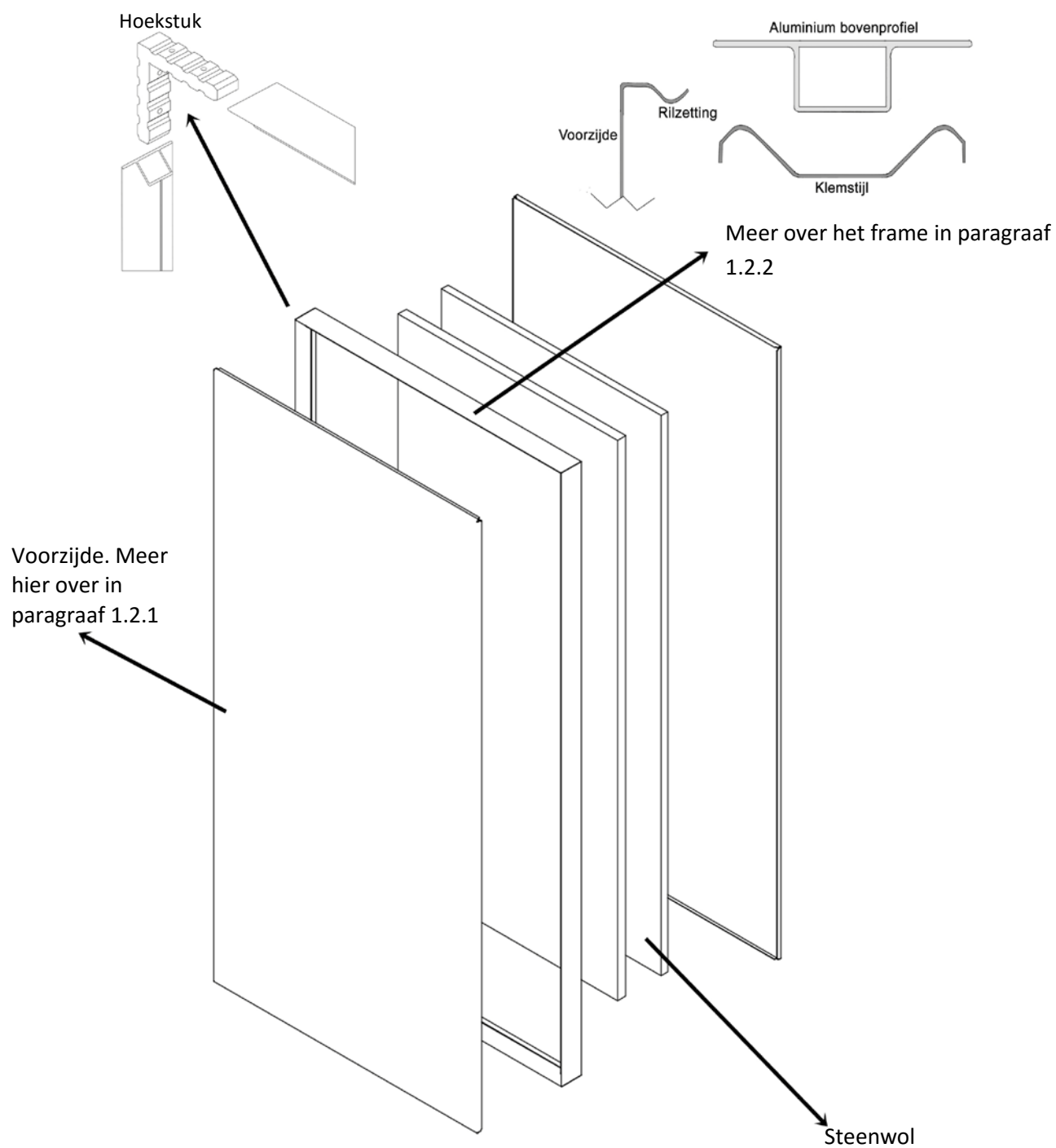
1.2.1 Uitgangspunten

Op afbeelding 1.1 is de huidige absorber te zien. Er is echter een nieuw ontwerp van de absorber gemaakt die er nu alleen nog digitaal is.

Deze bestaat uit:

- Een frame, dat is opgebouwd uit 2 profielen.
- In elke hoek een hoekstuk ter versteviging.
- Steenwol, voor demping van het geluid.
- Een afdichtplaat, om de absorber te sluiten.

Dit zijn de uitgangspunten van waaruit verder gegaan wordt met het ontwerpen. Op afbeelding 1.2 is te zien waar deze onderdelen zitten.



Afbeelding 1.2

1.2.1 Voorpaneel en binnenkant

Het voorpaneel is geperforeerd, wat betekent dat er veel kleine gaatjes in zitten. (afbeelding 1.3) Tussen de 20% en 30% van de plaat is 'gat'. Dit wordt ook wel de perforatiegraad genoemd. Deze graad is na testen gekozen omdat dit enerzijds de geluidsgolven goed de absorber in laat, en anderzijds het lastig weer laat ontsnappen. En te kleine graad zal teveel geluidsgolven tegen houden en met een te grote graad zullen teveel golven weer terug de ruimte in kunnen.

Binnen in de absorber zitten twee lagen steenwol. Het geluid zal het steenwol ingaan en elke keer dat het botst energie verliezen. Uit testen is gebleken dat het gebruik van twee lagen steenwol van verschillende diktes beter werkt dan een laag met dezelfde dikte. Het steenwol in de absorber bestaat uit twee lagen van 20mm en 25mm dik.

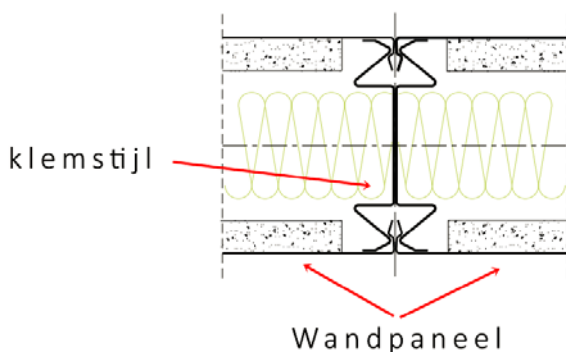


Afbeelding 1.3

1.2.2 frame van de absorber

In afbeelding 1.2 is de doorsnede van het frame te zien. Het frame bestaat uit twee profielen die aan elkaar geschroefd worden. Het bovenste profiel is ge-extrudeerd aluminium. Het onderste deel is een stalen profiel dat op de kantbank gemaakt wordt. Dit is gebaseerd op een profiel dat binnen Maars veel wordt gebruikt om wandpanelen aan elkaar te koppelen, genaamd de klemstijl. (afbeelding 1.4) Daarom wordt vanaf nu naar dit onderdeel gerefereerd als klemstijl.

Het voorpaneel kan aan het frame bevestigd worden door het tussen het profiel te drukken. Op pagina 13 is te zien waar de klemstijl zich in de wand bevindt.



Afbeelding 1.4



1.2.3 Gewicht van de absorber

Het gewicht van de absorber wordt bepaald door het model in Autodesk Inventor te bekijken en het gewicht van alle losse onderdelen hieruit op te tellen. Dit komt uit op $\pm 33 \text{ kg per m}^2$.

Vervolgens kan worden bepaald wat de maximale afmetingen van de absorber zullen worden. Dit wordt in overleg bepaald, is gebaseerd op de afmetingen van de wandpanelen en is bepaald op $1200 \times 2500 \text{ mm}$, ofwel 3 m^2 .

Het maximale gewicht dat de absorber zal worden is dus ongeveer 100 kg . (voor de volledige berekening zie bijlage II)

2 Analysefase

2.1 Introductie

Tijdens de analysefase wordt er naar een aantal punten gekeken. Allereerst zal, voor het ophangstelsel, gekeken worden naar waar dit stelsel aan moet komen te hangen. Hoe zien de systeemwanden van Maars er uit, hoe zitten ze in elkaar en op wat voor plekken staan ze zoal?

Ook zal er in de analysefase dieper op de absorber zelf worden ingegaan. Als het frame her-ontworpen moet worden is het bijvoorbeeld handig om te weten wat de restricties zijn tijdens het ontwerpen.

Verder zal er informatie voor de houten voorzijde gezocht worden. Wie bieden dit aan, wat zijn de mogelijkheden en wat gaat het kosten?

Als laatste punt zal er een concurrentie- en marktanalyse uitgevoerd worden. Er zijn meerdere bedrijven die soundabsorbers aanbieden. Hoe plaatsen zij deze in de ruimte, doen zij dit door middel van een standaard of op een andere manier? En hoe ziet deze standaard er dan uit?

Uit deze verschillende analyses kunnen vervolgens conclusies getrokken worden die belangrijk zijn voor het verdere ontwerpproces. Deze worden dan ook toegevoegd aan het programma van eisen. (PvE)

2.2 Systeemwanden Maars

2.2.1 Geschiedenis

Om een ophangstelsel te ontwerpen dat ook bij Maars zelf past moet eerst gekeken worden naar wat de karaktereigenschappen van de producten van Maars zijn. Omdat de sound absorber altijd komt te hangen aan een wandstelsel van Maars, moet het daar dus bij passen. Onderstaand is een overzicht te zien van de verschillende wanden van Maars en de daarbij behorende eigenschappen.

Tot de jaren '90 voerde Maars alleen het product Styleline als systeemwand. Om het pakket verder uit te breiden werd in 1992 Intersign overgenomen. Dit bedrijf stond in de bouwwereld bekend om haar esthetisch en kwalitatief hoogwaardige metalen wanden, deuren en kozijnen. Als volgende uitbreiding werd in '94 - '95 de productlijn Metaline geïntroduceerd. Belangrijke mijlpalen van zowel esthetische als technische vernieuwing waren in 2000-2001 de productlijn String en vervolgens in 2005 String², in 200 Horizon en in 2013 Lalineia.¹



Afbeelding 2.1: respectievelijk Styleline; Metaline; String2; Horizon; Lalineia

¹ <https://maarslivingwalls.nl/over-maars>

2.2.2 Algemene kenmerken wanden Maars

In afbeelding 2.1 zijn de huidige Systeemwanden van Maars te zien.

Op het eerste oog is het verschil tussen de systeemwanden lastig te zien. Er is alleen onderscheid te maken tussen glas of metaal. Het verschil tussen de wandsystemen zit hem echter vooral in de manier van bevestigen.

Maars probeert in zijn ontwerpen altijd zo minimalistisch mogelijk te werken, maar tegelijkertijd toch kwalitatief goede wanden af te leveren. Dit minimalistische komt bijvoorbeeld terug in het ontwikkelen van steeds dunnere frames, maar ook in de manier waarop de panelen aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Hierbij is het mogelijk om de ruimte tussen de panelen haast onzichtbaar te maken.

Het kwalitatieve van de wanden van Maars komt terug in zowel de goede isolatie als akoestiek van de wanden. Ook biedt Maars bij sommige wanden verschillende afwerkingen aan, zoals metaal of gips als voorzijde.

Daarnaast is het met het model Lalineia mogelijk om de wand op een oppervlak te plaatsen dat niet geheel recht is. In bijlage III wordt elk type systeemwand individueel uitgelicht.

Zoals gezegd zit het verschil tussen de systeemwanden meer aan de binnenkant. Daarom wordt er verder ingegaan op hoe de wanden zijn opgebouwd.

2.2.3 Opbouw systeemwanden Maars

Alle systeemwanden van Maars zijn grofweg op dezelfde manier opgebouwd. Ze bestaan uit een onder- en een bovenplint. Deze worden op respectievelijk de vloer en het plafond bevestigd. Hiertussen wordt vervolgens een paneel bevestigd. In bijlage III is te zien welke systeemwanden welke panelen kunnen krijgen.

Bij Lalineia en Horizon worden alleen glazen panelen gebruikt. De glazen panelen worden vervolgens tegen elkaar aangezet, zodat er geen kieren meer tussen zitten. Voor een betere isolatie van het geluid kan er gekozen worden om een dunne laag tape tussen de wandpanelen te plakken. Op afbeelding 2.2 is te zien waar deze tape komt te zitten.

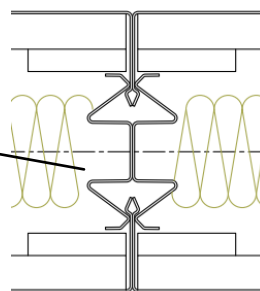
Bij de niet-glazen panelen komt er nog een klemstijl tussen de panelen te zitten. Dit is een verticaal profiel tussen de onder- en bovenplint waar de wandpanelen in geklikt kunnen worden. Deze is ook te zien in afbeelding 1.4. in afbeelding 2.3 is te zien waar deze klemstijl zit.



Afbeelding 2.2



Afbeelding 2.3



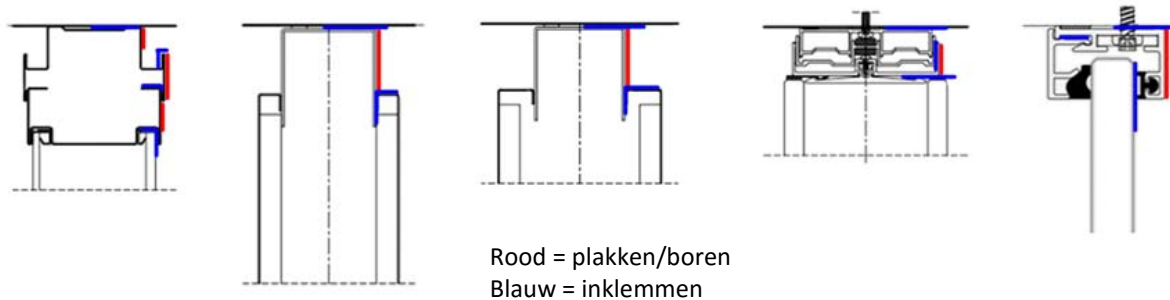
Om een universeel ophangstelsel te maken dat op alle typen wanden toe te passen is, is het handig om te kijken naar wat er overeenkomt tussen de verschillende wanden. Van deze kennis wordt later gebruik gemaakt voor de bevestiging van de absorber.

Er is een tweetal onderdelen dat op meer dan één systeemwand wordt toegepast.

- Allereerst is er de klemstijl die op afbeelding 2.3, en ook op 1.4 te zien is. In deze klemstijl kunnen houten of stalen wandpanelen geklikt worden. Er is de mogelijkheid om deze panelen strak tegen elkaar aan te zetten, maar er kan ook een kleine ruimte tussen gelaten worden. Dit wordt gedaan door een extra strip tussen de klemstijl te drukken waar gaten in zitten. Deze gaten dienen ter ventilatie of er kan eventueel iets aan opgehangen worden. Deze klemstijl wordt niet op elk wandstelsel toegepast. Bij glazen panelen bijvoorbeeld is deze klemstijl niet aanwezig.
- Ten tweede is er de plint die het wandpaneel verbindt met ofwel de vloer of het plafond. Deze plint verschilt ook weer per systeemwand. Wat alle bovenplinten gemeen hebben is dat zij speling in hoogte op kunnen vangen. Hierdoor ontstaan er geen kieren tussen het plafond en de bovenplint en kan het geheel netjes afgewerkt worden. Bij Lalineia is het zelfs mogelijk om de bovenplint op een iets schuin plafond te plaatsen. Omdat deze onder- en bovenplint iets is dat bij elke systeemwand terugkomt wordt deze in de volgende paragraaf besproken.

2.2.4 Analyse van de bovenplinten per systeemwand

Uit de algemene analyse van de systeemwanden bij Maars blijkt dat een overeenkomst die alle systeemwanden gemeen hebben de onder- en bovenplint is. Deze verschillen echter ook weer per systeemwand. Door deze plinten te analyseren moet het duidelijker worden of de absorber hier misschien aan te bevestigen is. In afbeelding 2.4 is met kleuren aangegeven waar mogelijkheden tot bevestigen zitten. In bijlage IV worden deze analyse van de bovenplinten uitgebreider beschreven.



Afbeelding 2.4

Elke systeemwand heeft een oppervlak waar iets aan bevestigd kan worden, met bijvoorbeeld een lijmverbinding. Daarnaast kan dit oppervlak gebruikt worden om een profiel aan te bevestigen door middel van een bewerking aan de bovenplint, zoals een schroefverbinding.

Ook is er bij elk systeemwand een ruimte aanwezig tussen de bovenplint en het plafond. Het is de vraag of hier iets tussen te klemmen is omdat het plafond van verschillende materialen gemaakt kan zijn.

Verder heeft elk wandstelsel de ruimte om iets vast te klemmen. Per systeemwand verschilt het of dit tussen de bovenplint en het wandpaneel is of enkel in de bovenplint.² Om beter te weten te komen hoe realistisch bovengenoemde plekken van bevestiging zijn wordt in de volgende paragraaf gekeken naar hoe deze plinten in elkaar gezet worden.

² Alle informatie over de systeemwanden van Maars: www.Maarslivingwalls.nl

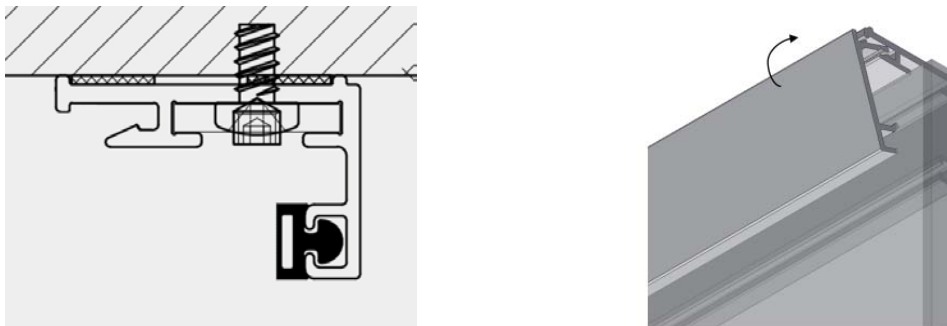
2.2.5 Montage verschillende profielen

Om te onderzoeken of er eventueel iets bevestigd kan worden aan of in de bovenplint, is het handig om te kijken hoe de verschillende plinten gemonteerd worden wanneer deze op de bouw gemonteerd worden. Wanneer bijvoorbeeld het gehele profiel al in de werkplaats bij Maars in elkaar gezet wordt, zal het lastiger zijn hier iets aan of in te bevestigen. De soundabsorber moet namelijk wel op precies de goede plaats gehangen worden in de ruimte, en ook op de juiste hoogte, en deze locatie is lastig precies te bepalen in de fabriek. Alle modellen zijn in hoogte te verstellen, en bestaan dus uit twee of meer onderdelen. Wanneer de profielen pas op de bouw in elkaar gezet wordt, kan de monteur precies bepalen waar de absorber moet komen te hangen en de bevestigingsmethode tijdens de montage van het wandprofiel hierin meenemen. Daarnaast wordt het wat duidelijker waar bevestigingsmogelijkheden op de verschillende plinten aanwezig zijn en wat de lastige plekken zijn om iets aan vast te maken.

In afbeelding 2.5 en 2.6 is, als voorbeeld, bij Horizon bekeken hoe deze plint aan het plafond wordt bevestigd. Het monteren van de bovenplinten bij alle systeemwanden bestaat grofweg uit drie stappen en is voor elke soort wand ongeveer hetzelfde.

- Als eerste wordt het boven profiel aan het plafond bevestigd. Dit gebeurt door middel van een schroefverbinding. Hierbij wordt bepaald op welke plek de wand precies komt te staan. (zie afbeelding 2.5)
- De volgende twee stappen variëren bij de verschillende modellen van volgorde en bestaan uit het plaatsen van de tussenwand en het monteren van het tweede deel van het profiel. (zie afbeelding 2.6)

In bijlage V is een analyse gemaakt van hoe het monteren van de wanden precies bij elke systeemwand gaat. Er wordt alleen gekeken naar de montage van de bovenplint, de andere delen van de wand zijn niet relevant voor de ophanging.



Afbeelding 2.5 en 2.6

Het ontwerpen van een universeel ophangstelsel dat geschikt is voor elk model is lastig omdat de modellen van elkaar verschillen. Tijdens het ontwerp van de verschillende modellen is zo min mogelijk ruimte gebruikt. Het feit dat de profielen pas op locatie in elkaar gezet worden en allemaal uit meerdere onderdelen bestaan, biedt wel mogelijkheden om iets tussen de profielen te klemmen en dit vervolgens vast te zetten wanneer de profielen in elkaar gezet worden.

Helaas is het klemmen tussen het profiel en het plafond geen mogelijkheid omdat de ruimte daar bij sommige modellen te klein voor is, en omdat je van tevoren niet weet van welk materiaal het plafond gemaakt is en of dit wel stevig genoeg is om iets tussen te klemmen.

Elk profiel heeft een minimaal plat vlak van 22mm waar iets aan bevestigd kan worden. Hierbij wordt echter de soort verbinding waarschijnlijk een probleem, omdat een plakverbinding in kracht afneemt wanneer er een constant gewicht aan hangt³, en een verbinding door het profiel heen niet altijd mogelijk is. Zo is er bij Horizon niet zoveel ruimte in de bovenplint aanwezig en wordt het gebruik van schroeven bij Lalinea bemoeilijkt door de verschillende lagen in de bovenplint.

Omdat naast het functionele aspect het esthetische ontwerp ook belangrijk is zal in de volgende paragraaf de omgeving waarin de wanden komen te staan beter bekeken worden.

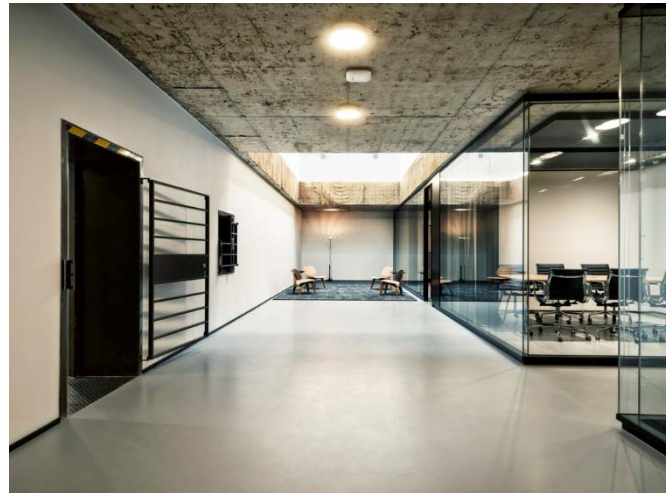
³ Gesprek met mensen binnen Maars

2.3 Omgeving Maars producten

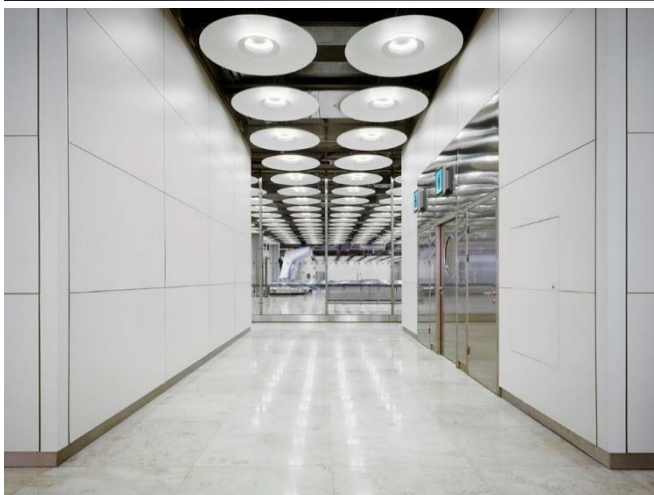
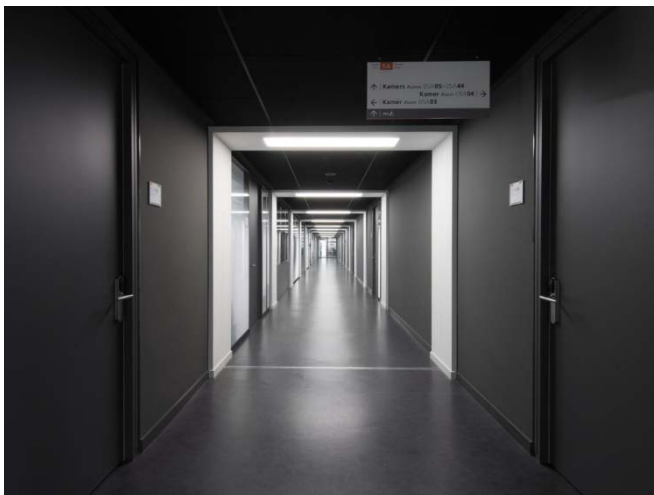
2.3.1 Collages

Om een goed beeld te krijgen van hoe de omgeving waar de absorber in komt te staan of hangen er uitziet, zijn er twee collages te zien van de klanten van Maars.

Collage Kantoren



Collage Overige locaties

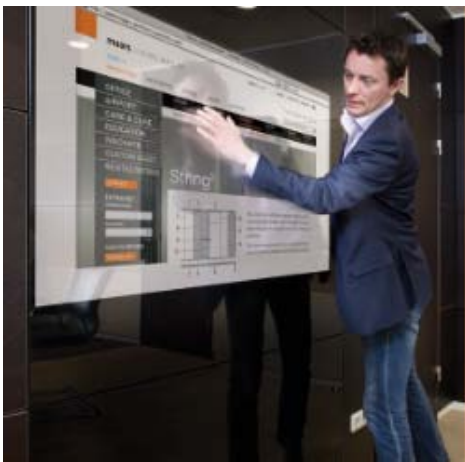


Uit de afbeeldingen uit de collages, en ook uit de afbeeldingen in bijlage III, is goed op te maken wat de stijl van Maars is. Maars streeft er naar om bij het ontwerp van de wandtypes een zo groot mogelijk oppervlak ten opzichte van een zo klein mogelijk profiel te maken.

Naast dit minimalistische wil Maars de klant zoveel mogelijk opties bieden voor de keuze van een systeemwand. Zo zijn er bij de meeste wandtypes meerdere wandpanelen mogelijk, waarbij ook de kleur gekozen kan worden. Daarnaast zijn er wandtypes te combineren. Hierdoor kan je bijvoorbeeld voor een deel glas en voor een deel metaal in je wand kiezen.

Deze veelzijdigheid aan opties komt ook goed terug in Maars living options, een productlijn met extra's die geïntegreerd kan worden in de wandsystemen van Maars. Zo is er bijvoorbeeld een geïntegreerd mediacentrum, (zie afbeelding 2.7) of een ingebouwde opbergruimte (afbeelding 2.8) of licht geïntegreerd in de wanden mogelijk. (afbeelding 2.9)

Daarnaast probeert Maars de klant ook tegemoet te komen in de toepasbaarheid van de wandsystemen. Zo is het met Lalineia nu bijvoorbeeld mogelijk om de systeemwand op een enigszins schuin oppervlak of bij een wat schuiner plafond te plaatsen.



Afbeelding 2.7



Afbeelding 2.8



Afbeelding 2.9

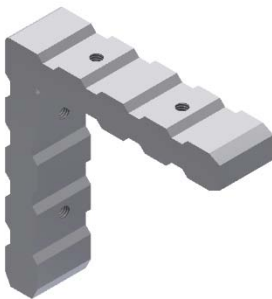
Het te ontwerpen ophangstelsel voor de soundabsorber, alsmede de standaard zal bevestigd moeten worden aan de absorber. In het huidige frame van de absorber is nog geen rekening gehouden met een eventuele bevestiging van een ophangstelsel. Daarnaast zal het frame van de absorber ook iets aangepast moeten worden omdat het nog niet goed functioneert. Daarom is het handig om de absorber zelf beter te bekijken. Het steenwol is niet zo interessant, vandaar dat alleen het frame van de absorber beter bekeken zal worden. Dit zal dan ook gebeuren vanaf de volgende paragraaf.

2.4 Frame van de absorber

2.4.1 Hoekstuk

Het ophangstelsel en de standaard moeten aan de absorber worden bevestigd, op een manier zodat deze stevig blijft hangen/staan. Hiervoor is het handig om eerst de absorber, en dan vooral het frame eens goed te bekijken om te zien of, en waar, er eventuele mogelijkheden tot bevestiging mogelijk zijn.

De doorsnede van het profiel en ook het hoekstuk zijn te zien in afbeelding 1.2. In afbeelding 2.10 is dit hoekstuk nog eens te zien en in afbeelding 2.11 is te zien hoe dit hoekstuk in het profiel zit. Het hoekstuk wordt in het profiel geschoven, waarna door schroeven de profielen strak tegen elkaar aan gedraaid worden. De hartlijn van het gat in het profiel ligt iets anders dan de hartlijn van het gat in het hoekstuk. Wanneer hier een schroef in gedraaid wordt centreren deze hartlijnen en op die manier worden de profielen tegen elkaar aan gedrukt.



Afbeelding 2.10



Afbeelding 2.11

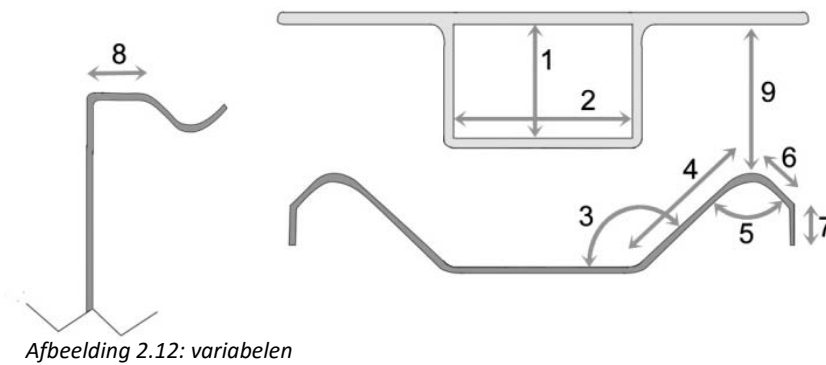
2.4.2 Profiel van het frame

In afbeelding 1.2 is te zien uit welke onderdelen het profiel bestaat: namelijk een aluminium bovenprofiel, een klemstijl en een rilzetting die aan de voorzijde vastzit. Om het frame te verbeteren moet het duidelijk zijn wat er allemaal nog aan aangepast mag/kan worden. Daarom is in afbeelding 2.12 een doorsnede van het frame te zien, met daarin nummers van de maten die nog aangepast kunnen worden.

Wat staat al vast:

- De dikte van de absorber, ofwel de breedte van het aluminium profiel. Deze is 6cm.
- Het aantal bewerkingen. De klemstijl wordt gezet op de kantbank. Hier is een x aantal handelingen voor nodig. Meer handelingen betekent een duurder onderdeel.
- Afstand 1. (afbeelding 2.12) Het hoekstuk dat in dit gat komt te zitten wordt afgezaagd van een lang profiel. Dit profiel heeft vaste maten, alleen de dikte kan dus nog bepaald worden. vandaar dat afstand 2 wel variabel is en afstand 1 niet.

De overige maten kunnen in principe nog variëren. Echter, wanneer een maat groter wordt gemaakt zal dit consequenties hebben voor de andere maten.



Afbeelding 2.12: variabelen

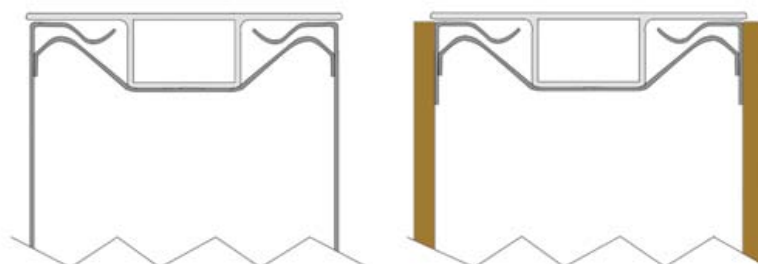
2.4.3 Problemen die met het huidige frame van de absorber voorkomen

- Er kan nu alleen metaal en doek tussen geklemd worden. Wanneer een plaat van hout gebruikt wordt zal deze uit komen te steken. (zie afbeelding 2.14) Omdat de rilzetting net zo dik is als de metalen voorzijde, en de dikte van het houten voorstuk hier nog bijkomt, zal de houten plaat gaan uitsteken en buiten het frame vallen. Er gaat gezocht worden naar een aanpassing in de houten voorzijde of het frame van de absorber zodat de houten plaat op dezelfde hoogte zit als de metalen plaat.
- De pees die aan het doek bevestigd wordt zodat deze in het frame geklikt kan worden, is dikker dan de metalen plaat. Het frame is ontworpen om de metalen plaat goed vast te klemmen. Hierdoor is het eigenlijk te krap voor de pees van het doek. Het frame zal op de een of andere manier minder strak moeten klemmen, maar toch strak genoeg zodat de metalen voorzijde nog wel goed vastzit. Hierbij kan gekeken worden naar bijvoorbeeld de arm van het kliksysteem in het frame, want hoe langer de arm, hoe flexibeler de ruimtes tussen de profielen.
- Als er een voorzijde tussen de twee profielen geklikt moet worden, is er een kans dat het klemsysteem gaat blokkeren in plaats van open gaat staan.



Afbeelding 2.13: doek met pees

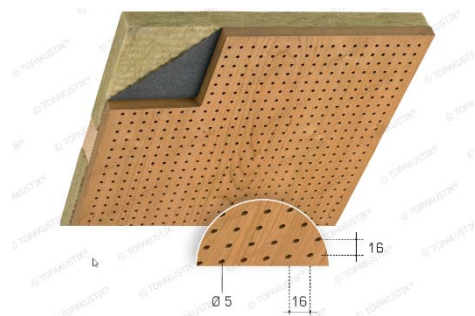
Zoals gezegd moet er uiteindelijk ook een houten voorzijde in het paneel te klikken zijn. Dit paneel moet nog ingekocht worden en voordat dit gebeurt zal er eerst informatie ingewonnen moeten worden. Voor het ontwerpen van het nieuwe profiel van het frame is het bijvoorbeeld belangrijk om te weten hoe dik de houten plaat gaat worden. Daarom wordt in de volgende paragraaf de houten voorzijde behandeld.



Afbeelding 2.14

2.5 Houten voorpaneel

Voor de sound absorber moet er ook een houten voorzijde gezocht worden. Deze moet naast de metalen voorzijde en de versie met het doek gekozen kunnen worden door de klant. Voor het zoeken naar deze houten voorzijde is het belangrijk een zo dun mogelijke houten plaat te vinden die geperforeerd kan worden of voorzien kan worden van groeven. Omdat het een wens is dat alle voorzijdes binnen het frame van de absorber vallen, en dus niet uitsteken, is er maar beperkte ruimte beschikbaar.



2.15: voorbeeld van een geperforeerd houten paneel

De dikte van het frame staat al vast (6 cm) en zal naast de twee voorzijdes volledig opgevuld worden met absorptiemateriaal. Dit absorptiemateriaal bestaat uit twee lagen van 20 en 25 mm dik steenwol. Er blijft dus 15 mm over om een voorzijde te plaatsen die binnen het profiel valt, wat neerkomt op 7,5 mm per zijde.

Wanneer de voorplaat dikker zal worden dan 7mm heeft dit consequenties voor de hoeveelheid absorptiemateriaal dat in de absorber past. De metalen voorzijde die nu gebruikt wordt is 1 mm dik en het doek zelfs nog dunner.

Er zal dus gekeken moeten worden naar wat voor soorten hout er aangeboden worden.

Wanneer je naar hout gaat zoeken dat in de buurt van deze diktes komt, kom je automatisch uit bij multiplex, triplex of een enkele fineerlaag. Een enkele laag fineer is een soort afgeschaafde laag hout en is zo dun dat het hout nauwelijks stijfheid meer heeft en fungeert als een soort dik doek.

- Fineer wordt vaak gebruikt als afwerkingsmateriaal voor interieur. Er wordt dan een plaat mdf aan twee zijdes bedekt met een dun laagje fineer waardoor de plaat er uit komt te zien als een dure houtsoort, maar in werkelijkheid niet massief is waardoor de plaat een stuk goedkoper te fabriceren is. Een goed voorbeeld hiervan zijn producten van Ikea, waarbij het hout er stevig uit ziet maar vaak is gemaakt van spaanplaat met een laag fineer er overheen.
- Multiplex is een plaatmateriaal dat bestaat uit meerdere dunne lagen mdf.
- Triplex is een type multiplex waarbij een oneven aantal lagen fineer kruislings op elkaar wordt gelijmd. Dit zorgt voor meer stevigheid. Hierdoor kan je materiaal dunner worden en toch stevig blijven.

Er is een aantal eisen dat gesteld wordt wanneer er gezocht gaat worden naar een geschikte aanbieder van deze houten platen, die hier onder te zien zijn.

Eisen

- Zo dun mogelijke plaat
- Moet geperforeerd worden. Perforatiegraad die tussen de 20 en 30 procent ligt is het meest ideaal.
- Zo klein mogelijke gatdiameter
- Passend bij het frame van de absorber
- Zo goedkoop mogelijk
- Eén leverancier die zowel levert als de bewerking uitvoert

Om te zien welke aanbieders er (zo veel mogelijk) aan deze eisen voldoen wordt een aantal bedrijven geanalyseerd. Hierbij is er op gelet dat deze ofwel uit de Benelux of uit Duitsland komen, omdat anders de transportkosten te hoog worden. Deze analyse is te vinden in bijlage VI.

Hieruit volgt dat het gebruik van een multiplex plaat als voorzijde voor de absorber het meest voor de hand ligt. Hiermee gebruik je een relatief dunne plaat die toch stevig genoeg is. Dit multiplex kan tot 4mm dun worden.

Er is in bovenstaande analyse een aantal bedrijven dat multiplex platen aanbiedt. Het is noodzakelijk dat het bedrijf dat de platen levert ook de gewenste perforatie uit kan voeren op de plaat. Dit kan namelijk niet bij Maars en zal dus uitbesteed moeten worden aan een ander bedrijf, wat extra transportkosten met zich meebrengt. Er is contact gezocht met een aantal bedrijven en hieruit kwam naar voren dat er binnen Nederland niet veel bedrijven zijn die multiplex platen geperforeerd kunnen leveren.

Er bleef een drietal bedrijven over dat dit wel doet. Bij deze bedrijven is gekeken wat de mogelijkheden precies zijn en wat de platen zullen gaan kosten. Meer hier over is te vinden in paragraaf 6.4.

Naast het kijken naar eigen producten is het ook handig om te kijken naar hoe andere bedrijven hun absorbers plaatsen in de ruimte, of hoe zware voorwerpen aan een wand gehangen kunnen worden. Dit zal gedaan worden in het concurrentieonderzoek in de volgende paragraaf.

2.6 Concurrentieonderzoek

In het concurrentieonderzoek wordt gekeken naar vergelijkbare producten van concurrenten op de markt. Hierbij staat de manier van plaatsing/ophanging centraal. Een losstaande absorber is geen optie, omdat dit zwaar is en makkelijk om kan vallen en daarmee gevaar oplevert. Wanneer vereist wordt dat de absorber op zichzelf moet kunnen staan zal er dus een **standaard** bijgeleverd moeten worden.

Omdat in de meeste kantoren tegenwoordig gebruik wordt gemaakt van een grote ruimte waarin iedereen zijn eigen werkplek heeft, is het wenselijk dat het geluid gedempt wordt. Je wil niet iedereen in het kantoor horen praten en daarom moet het geluid geabsorbeerd worden. Daarnaast willen mensen ook graag privacy die gecreëerd kan worden door schotten tussen de werkplekken te plaatsen. Om de geproduceerde geluiden binnen deze werkplekken te houden is een mogelijkheid om geluid absorberende platen als scheidende schotten te gebruiken. Het is daarom handig om deze sound absorbers **aan elkaar te koppelen** zodat hier tegelijkertijd zowel privacy als geluidsdemping wordt gecreëerd.

Daarnaast moet de absorber **opgehangen** kunnen worden aan de wand. Hierbij is het vereist dat hij zowel aan glas, metaal en aan een houten wand opgehangen kan worden.

In het concurrentieonderzoek wordt dan ook gekeken naar hoe bedrijven die ook absorbers ontwikkelen deze in de ruimte plaatsen. Hierbij is in het bijzonder gelet op de bovengenoemde plaatsingsmethoden. (standaard, koppelen en ophangen afbeelding 2.16)

In bijlage VII is de volledige analyse te vinden. Met behulp van deze concurrentieanalyse wordt het morfologisch schema en de collage, te vinden in hoofdstuk 3, gemaakt.



Afbeelding 2.16

2.7 Conclusie analysefase

Er zijn meerdere mogelijkheden om de absorber aan de systeemwanden te bevestigen. De meeste mogelijkheden betreffen het bevestigen aan de bovenplint, omdat deze aan het wandpaneel zelf niet echt te bevestigen is. De bovenplint is verder bekeken en de mogelijkheden ter bevestiging hieraan zijn weergegeven. Door het frame van de absorber te analyseren is meer inzicht verkregen in de verschillende bevestigingsmogelijkheden van het ophangstelsel aan de absorber. Ook is er meer bekend over wat de restricties zijn voor het herontwerpen van het frame van de absorber.

Ten slotte is er een concurrentie onderzoek uitgevoerd. Hierdoor is inzicht verkregen in hoe andere bedrijven hun absorbers plaatsen en wat voor mogelijkheden er nog meer zijn ter ophanging van zware objecten aan een wand. Aan de hand van deze analysefase is er een programma van eisen gemaakt, dat te zien is in de volgende paragraaf. Daarnaast is er een morfologisch schema en een collage gemaakt, die gebaseerd zijn op deze analyse. Dit schema en de collage zijn te vinden in hoofdstuk 3.

2.8 Programma van Eisen

Vanuit de analysefase is een programma van eisen opgesteld. Dit PvE is opgedeeld in drie onderdelen: een PvE voor het ophangstelsel, voor de standaard en voor het frame.

2.8.1 Ophangstelsel

1	De absorber moet op alle wandtypes van Maars te bevestigen zijn, dus op alle modellen: Laline, String2, Styleline, Metaline, Horizon
2	Wanneer de absorber aan de wand hangt mag de wand niet beschadigen, ook niet als iemand er per ongeluk tegenaan stoot.
3	Het ophangstelsel moet al zoveel mogelijk in elkaar zitten wanneer het geleverd wordt. Het is dus al in de fabriek geassembleerd. Het hoeft alleen nog aan de absorber en/of aan de wand gemonteerd te worden.
4	De absorber moet door één of twee monteurs opgehangen kunnen worden.
5	Het ophangstelsel moet een minimaal gewicht van 100 kg kunnen tillen. (gebaseerd op een maximale afmeting van de absorber van 1200mm bij 2500mm)
6	Voor het ophangen van de absorber moet voor elke wand geprobeerd worden een zo universeel mogelijk ophangstelsel te gebruiken.
7	Er moeten zo min mogelijk bewerkingen aan de wand en de absorber uitgevoerd worden. Dus geen beschadigingen wanneer het ophangstelsel losgenomen wordt.
8	Het stelsel is zo minimalistisch mogelijk afgewerkt.
9	Het ophangstelsel is te gebruiken in combinatie met het nieuwe ontwerp van het frame
10	Het ophangstelsel is makkelijk te monteren/demonteren
11	De plek van de absorber met het ophangstelsel moet op de bouw precies bepaald kunnen worden.

2.8.2 Standaard

1	De absorber moet op zichzelf staand in de ruimte te plaatsen zijn zonder om te vallen, ook niet als er iemand tegenaan leunt/valt.
2	De absorber mag niet aan de vloer bevestigd worden.
3	Verschillende absorbers moeten aan elkaar gekoppeld kunnen worden.
4	De absorber moet onder (verschillende) hoeken te plaatsen zijn.
5	Wanneer absorbers gekoppeld worden mogen er geen zichtbare kieren tussen de absorbers zitten.
6	Ook wanneer er meerdere absorbers gekoppeld zijn mag het geheel niet omvallen/losraken.
7	De standaard/het koppelsysteem is zo makkelijk mogelijk te monteren/demonteren.
8	De standaard moet als geheel geleverd worden. Het is dus al in de fabriek geassembleerd. Het hoeft alleen nog aan de absorber en/of aan de wand gemonteerd te worden.
9	De standaard is te gebruiken in combinatie met het nieuwe ontwerp van het frame.
10	De standaard moet passen bij de producten van Maars.
11	De Absorber moet ook met (een andere) standaard tegen de muur te plaatsen zijn.

2.8.3 Frame

1	Het frame moet werken met drie verschillende soorten voorzijdes, namelijk hout, metaal en doek.
2	Het frame wordt qua uiterlijk niet meer aangepast.
3	Het frame moet zowel het doek, als de metalen en houten voorplaat stevig kunnen klemmen. Dit moet ook weer los neembaar zijn.
4	Het huidige ontwerp van de klem in het profiel heeft kans op blokkering. Dit moet niet voorkomen.
5	De voorplaat moet verwisselbaar zijn, aan het frame van de absorber moeten alle soorten voorplaten geklikt kunnen worden.

3 Ideefase

In de ideefase worden er ideeën gegenereerd voor het ophangstelsel en de standaard. Voor het ophangstelsel wordt een morfologisch schema gemaakt en voor de standaard worden schetsvellen gemaakt. Voor het frame van de absorber was het meer het zoeken naar de juiste maten, dan echt ontwerpen en daarom is deze niet meegenomen in de ideefase.

3.1 Ophangstelsel

Voor het ontwerpen van het ophangstelsel is gekozen om gebruik te maken van een morfologisch schema. Omdat het in eerste instantie gaat om het zoeken naar de meest geschikte manier om de absorber op te hangen, en niet zozeer om het esthetische aspect, zal deze manier een beter resultaat opleveren dan losse idee-schetsen.

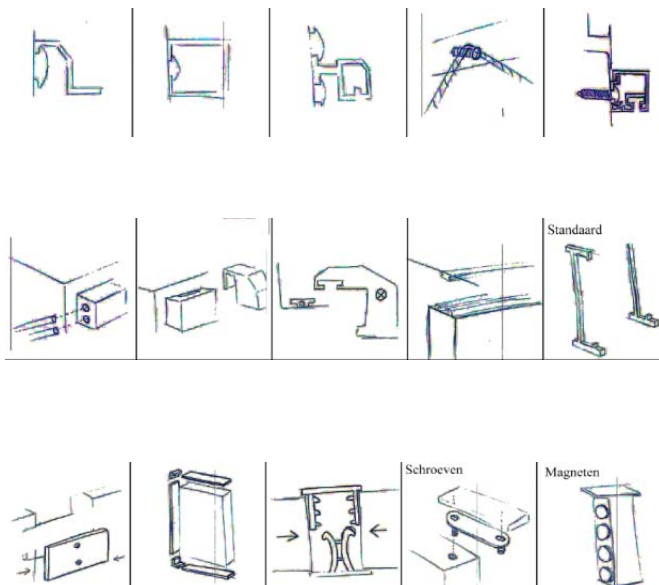
In de analysefase is al bepaald dat het ophangen moet gebeuren aan de bovenplint van de wand. Dit is dan ook waar het morfologisch schema vooral op wordt gebaseerd.

Tijdens het maken van het morfologisch schema zal worden geprobeerd met zo min mogelijk beperkingen te werken. Hierdoor ontstaan er mogelijkheden die anders misschien buiten beschouwing worden gelaten omdat ze in het eerste opzicht niet mogelijk lijken te zijn.

Het ophangen van de absorber is onderverdeeld in 3 verschillende functies. Dit zijn de bevestiging (zowel aan de bovenplint als aan de absorber zelf) en de overbrenging tussen deze twee manieren van bevestiging. Daarnaast is het koppelen van meerdere absorbers aan elkaar opgenomen in het morfologisch schema. Ook hier is de reden dat het zoeken naar de best mogelijke manier belangrijker is dan het esthetisch aspect. In afbeelding 3.1 zijn fragmenten uit dit schema te zien. Het gehele morfologische schema is terug te vinden in bijlage VIII. In het morfologische schema is te zien welke oplossingen er zijn gekozen per concept. De oranje stippen staan voor concept 1 en de blauwe stippen voor concept 2.

3.2 Standaard

Er moet een standaard komen voor de absorber, wanneer deze op zichzelf moet staan. Omdat hier het esthetische deel wel belangrijk is gaat dit wel door middel van ideeschetsen. Tijdens het ontwerpen van de standaard is gebruik gemaakt van de collage die te zien is op afbeelding 3.2. Een grotere variant van deze collage is te vinden in bijlage IX. In bijlage X zijn de eerst gemaakte schetsvellen voor de standaard te zien. Vervolgens is hier een aantal schetsen uitgekozen, aan de hand van een oriënterend gesprek, en is hier verder op doorgeïtereerd. Deze schetsen zijn ook te zien op bijlage XI.



Afbeelding 3.1



Afbeelding 3.2

4 Conceptfase

4.1 Inleiding

Omdat het ontwerpen van het ophangstelsel de hoofdplicht is, zal worden gekozen om alleen daarvoor verschillende concepten te maken.

De standaard wordt vanuit de ideefase doorontwikkeld aan de hand van feedback tijdens gesprekken met mensen binnen Maars en hier zal uiteindelijk één eind ontwerp uitkomen. Dit eindontwerp is te zien in paragraaf 6.5.

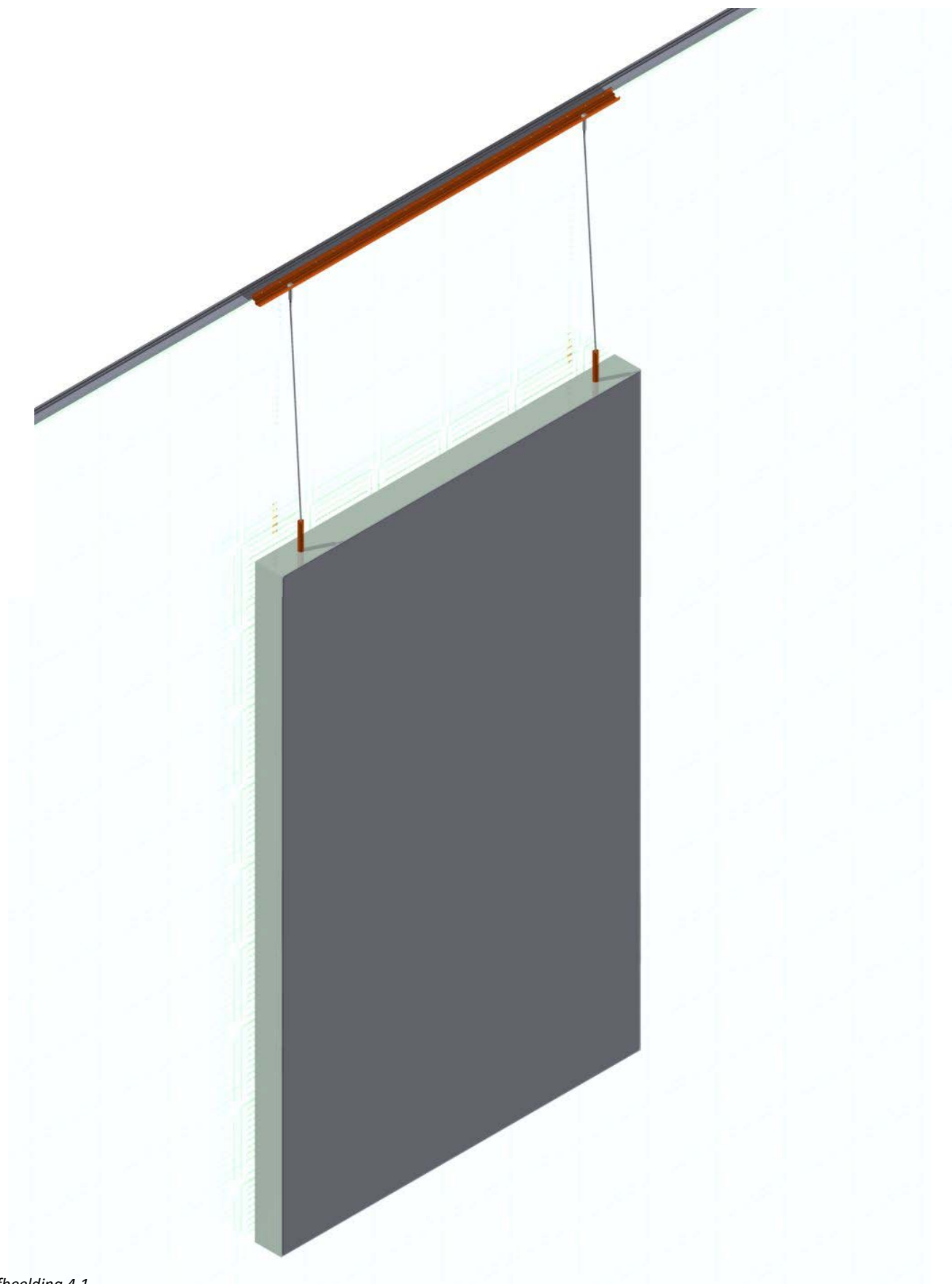
Voor het frame van de absorber geldt hetzelfde: deze zal worden doorontwikkeld tot een ontwerp aan de hand van feedback tijdens gesprekken. Vervolgens zal dit ontwerp getest worden en zal opnieuw een herontwerp gemaakt worden voor dit frame. De test is te zien in paragraaf 5.4 en het eindontwerp is te zien in paragraaf 6.3.

In dit hoofdstuk zullen dus twee concepten voor een ophangstelsel behandeld worden. Beide concepten hebben een verschillend uitgangspunt. Bij het eerste concept is uitgegaan van een zo degelijk mogelijke manier van ophanging. Tijdens het kiezen van deeloplossingen uit het programma van eisen is gekozen voor oplossingen die de grootste kans hebben te blijven zitten, en dus het stevigst/meest degelijk zijn.

Bij concept twee is gekozen voor deeloplossingen die zo min mogelijk bewerkingen vereisen aan de systeemwand en aan de absorber.

Deze deeloplossingen zijn vervolgens samengevoegd tot twee volledige concepten.

4.2 Concept 1 Meest degelijk/stevig

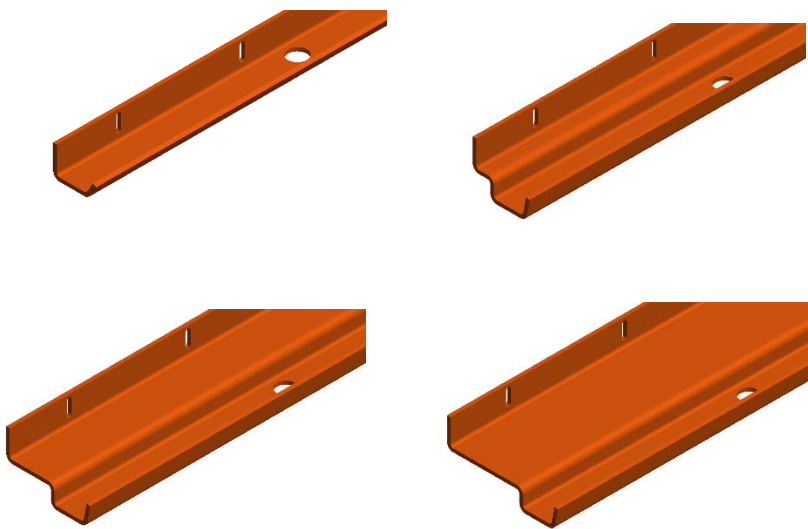


Afbeelding 4.1

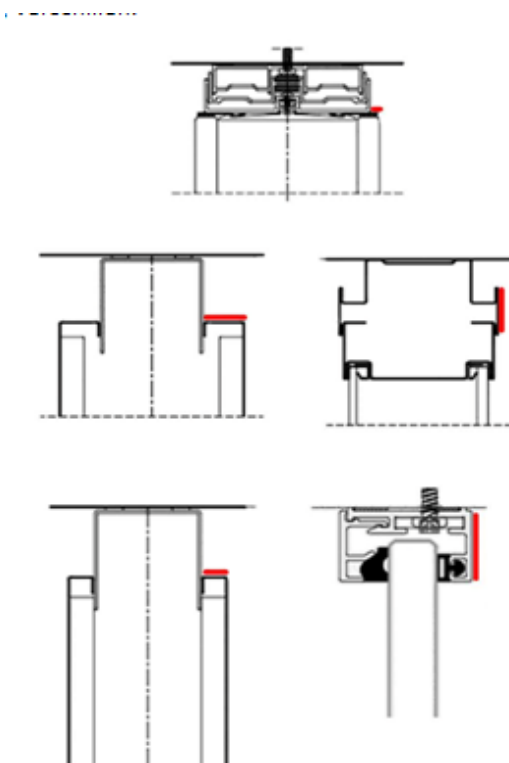
Bij het eerste concept voor een ophangstelsel wordt er gestreefd naar een zo degelijk mogelijke oplossing, waarbij oplossingen worden gekozen die stevig zijn en/of al in de markt gebruikt worden om voorwerpen op te hangen. Dit concept is te zien in afbeelding 4.1.

Door sommige onderdelen in te kopen hoeft Maars deze niet meer zelf te produceren. Dit zal schelen in de kosten omdat er bijvoorbeeld geen nieuwe matrijs hoeft worden gemaakt voor de verschillende onderdelen. Veel andere ophangsystemen maken gebruik van een schroefverbinding om de profielen aan op te hangen. Een schroefverbinding is de meest degelijke manier van bevestigen en daarom gekozen voor dit concept.

Er wordt voor gekozen om gebruik te maken van een profiel, dat net zo lang is als de absorber zelf. Dit profiel zit aan de bovenplint van het wandsysteem bevestigd met behulp van schroeven. Door het gebruik van een profiel zal het gewicht van de absorber over de gehele lengte van de bovenplint verdeeld kunnen worden. Omdat er bij de ophanging van de absorber sprake is van een puntbelasting, zal er bij directe bevestiging aan de bovenplint veel kracht op bepaalde punten komen te staan. Door gebruik te maken van het profiel wordt de puntbelasting beter verdeeld over een breder oppervlak.



Afbeelding 4.2



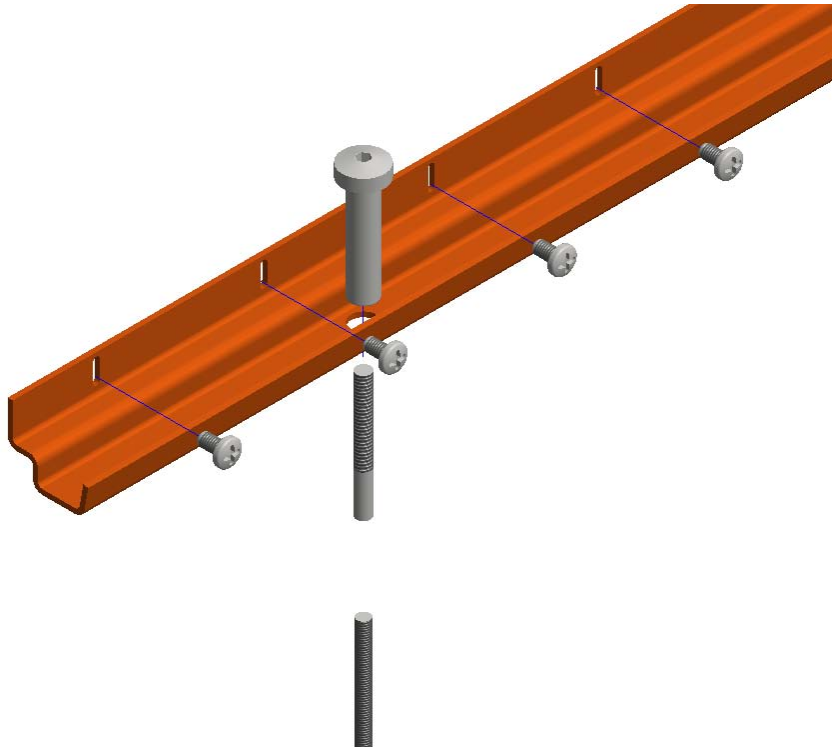
Het profiel varieert per wandtype, is gemaakt van staal en kan in de fabriek bij Maars gezet worden.

Deze profielen zijn te zien in afbeelding 4.2. Omdat de afstand tussen de bovenplint en het wandpaneel per model verschilt, (rode strepen in afbeelding 4.3) moet er afhankelijk van het wandtype, een ander profiel gezet worden. Dit is mogelijk omdat de profielen op de kantbank gemaakt kunnen worden. Deze oplossing is niet ideaal, maar een universeel profiel is niet mogelijk omdat de diktes van de wandpanelen simpelweg verschillen.

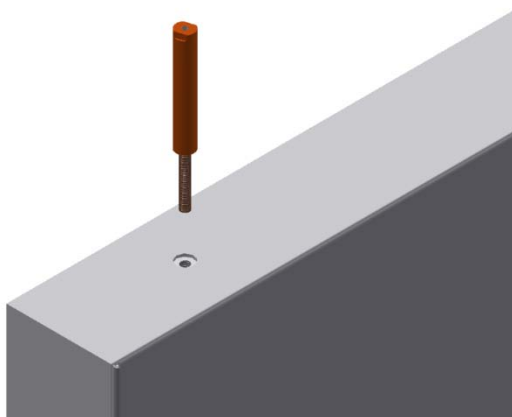
Afbeelding 4.3

Het profiel zit aan de bovenplint van de wand vast door middel van een schroefverbinding. Per wandtype verschilt het waar er ruimte is om schroeven in het profiel te boren, en daarom is er gekozen om in plaats van een gat de schroeven in een sleuf vast te zetten. De monteur kan hierdoor ter plaatse nog bepalen waar precies de schroef moet komen zodat deze op de meest gunstige plek vastgeschroefd kan worden. (zie afbeelding 4.2) Er is voor een schroefverbinding gekozen omdat deze techniek de meest stevige manier is om iets op te hangen.

De absorber zit aan het profiel vast door middel van een kabel. Deze kabel zit aan de bovenkant vast met een terminal die in een afsluitdop vastgedraaid zit. (zie afbeelding 4.4) Door deze draadverbinding is het draad iets in hoogte verstelbaar, waardoor de absorber niet scheef komt te hangen. Aan de onderkant is gebruik gemaakt van een draadterminal. (afbeelding 4.5 en 4.6)



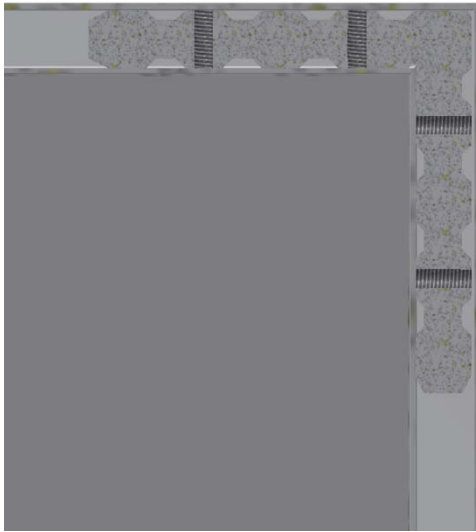
Afbeelding 4.4



Afbeelding 4.5



Afbeelding 4.6

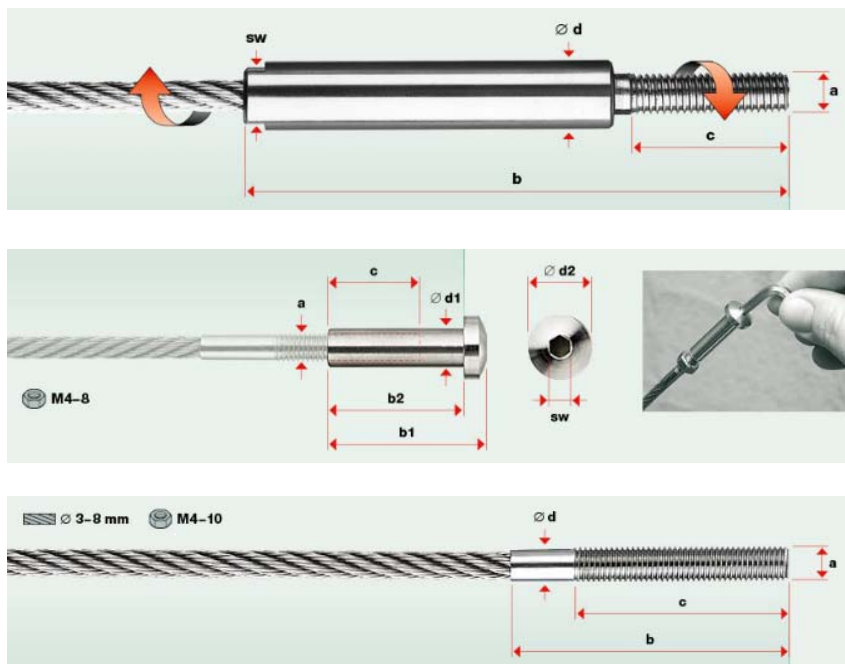


Afbeelding 4.7

Dit draadterminal zit vastgedraaid in het hoekstuk van de absorber. In dit hoekstuk zit al een gat met getapt draad, er hoeft dus alleen maar een klein gat in het profiel van het paneel geboord te worden om hier bij te kunnen. (in afbeelding 4.7 is een zijdoorsnede van het hoekstuk in de absorber te zien) Je kunt in dit hoekstuk het getapte draad zien zitten. Door het geheel in het hoekstuk te bevestigen zal de terminal goed vastzitten. Daarnaast kan dit schroefdraad in het hoekstuk gebruikt worden om bijvoorbeeld de standaard aan te bevestigen.

De terminals en het draad zijn standaard elementen die ingekocht kunnen worden. Door gebruik te maken van deze standaard elementen zal Maars deze niet meer zelf te hoeven maken, wat scheelt in de kosten.

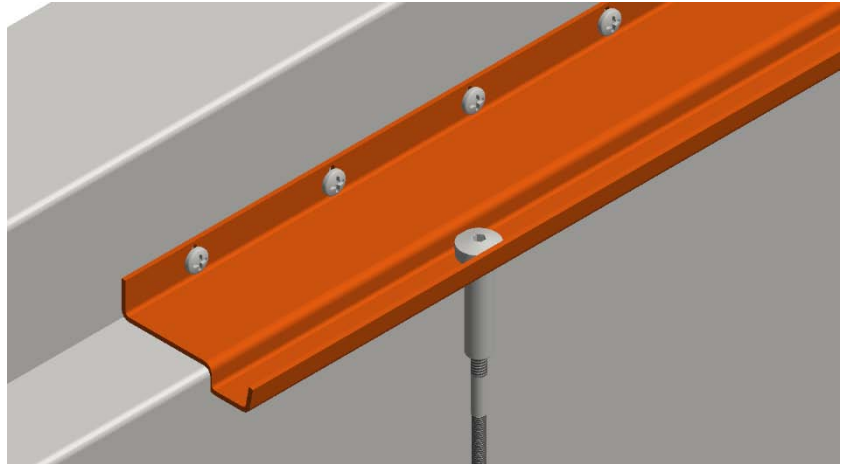
Onderstaand zijn de onderdelen te zien die zijn gevonden om in het concept gebruikt te worden. Dit zijn respectievelijk een draadterminal, een afsluitdopje en nog een draadterminal. Wanneer deze onderdelen daadwerkelijk gebruikt gaan worden in het eindconcept zal uitgezocht moeten worden of dit daadwerkelijk de onderdelen zijn die besteld moeten worden. Hierbij zal naar de prijs en beschikbaarheid gekeken moeten worden.



Afbeelding 4.8

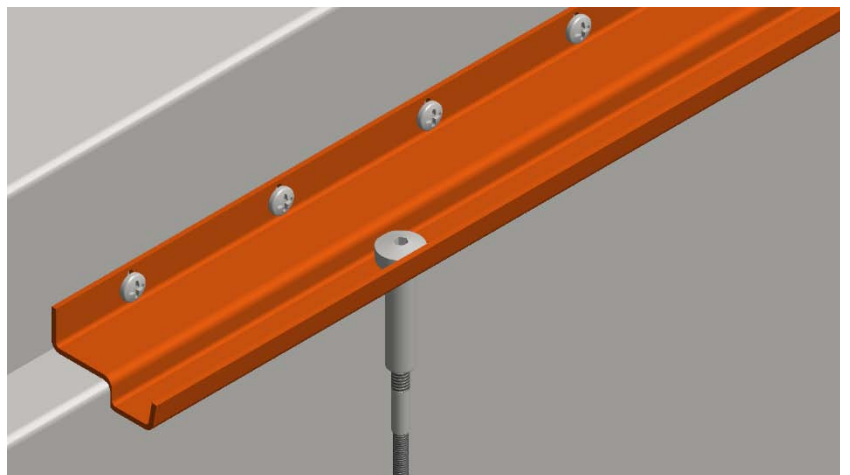
Op afbeelding 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 en 4.13 is te zien hoe het concept wordt toegepast op de verschillende systeemwanden. Het profiel ligt steeds op het wandpaneel en het draad zit zo dicht mogelijk tegen het wandpaneel bevestigd. Hierdoor moet er per systeemwand een ander profiel gezet worden. De systeemwanden verschillen te veel van elkaar om daar een universeel profiel voor te ontwerpen.

String2



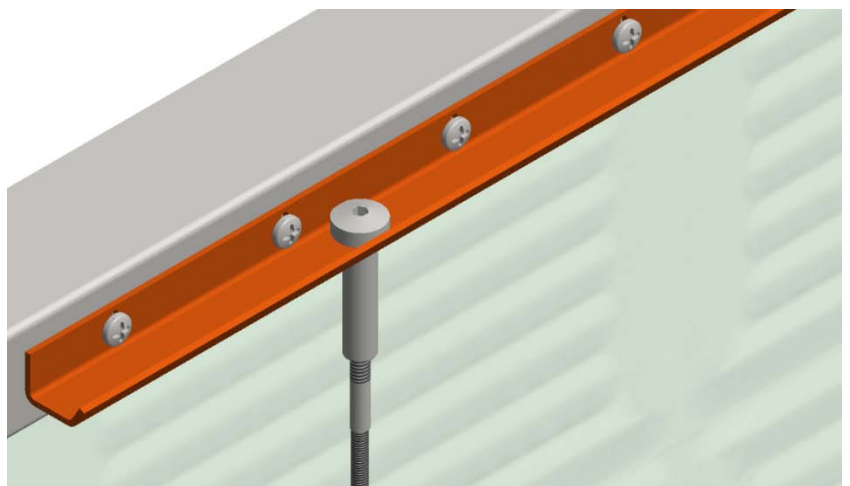
Afbeelding 4.9

Metaline



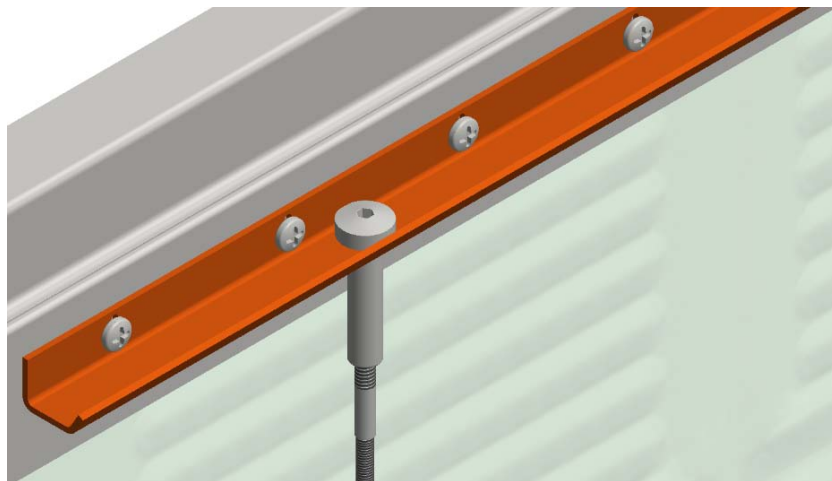
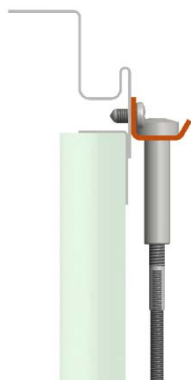
Afbeelding 4.10

Horizon



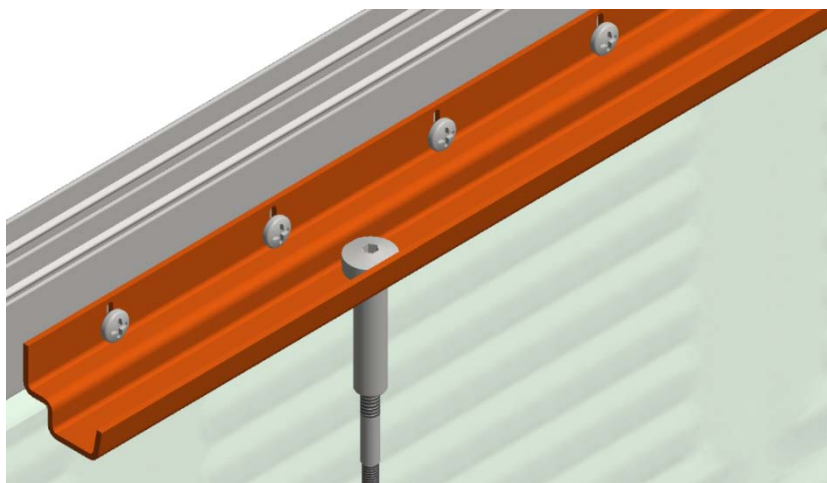
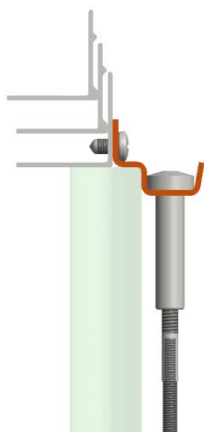
Afbeelding 4.11

Styleline



Afbeelding 4.12

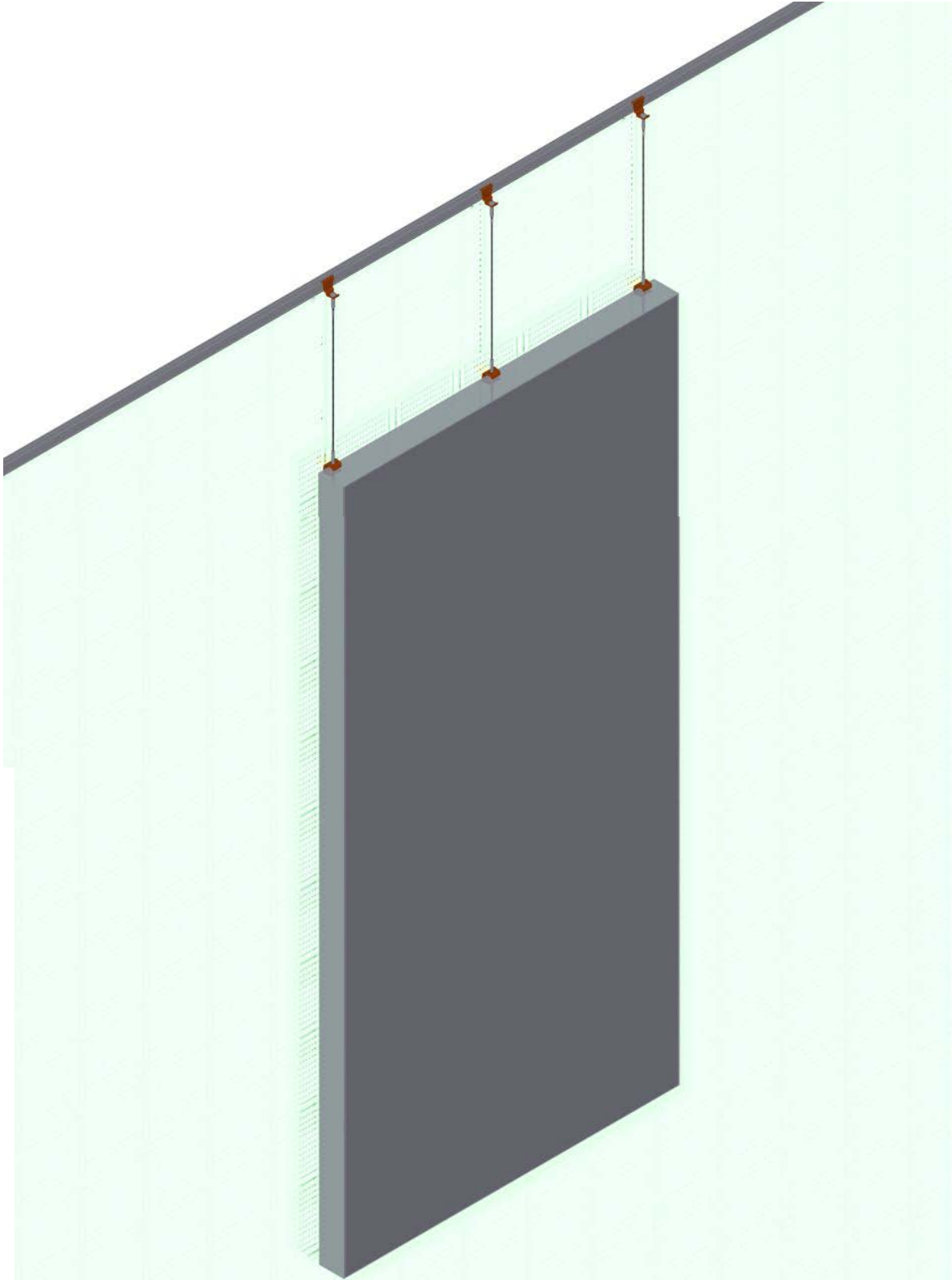
Lalineia



Afbeelding 4.13

Voordelen	Nadelen
Zit stevig vast aan bovenplint	Lastig te bevestigen bij Lalinea
Maakt gebruik van getapt draad in hoek van absorber, wat zorgt voor stevigheid	Schuin draad
Te verstellen in hoogte	Meer materiaal dan in concept 2
	De in te kopen onderdelen kosten veel geld

4.3 Concept 2 Zo min mogelijk bewerkingen



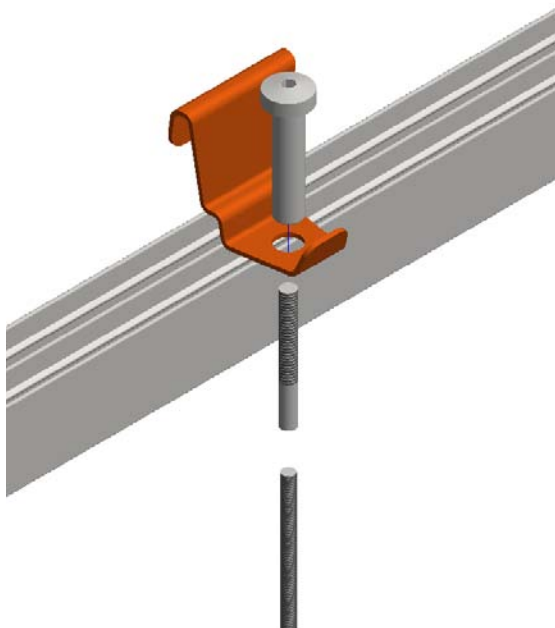
Afbeelding 4.14

Bij concept 2 is het doel om zo min mogelijk bewerkingen uit te voeren aan de systeemwand en aan de absorber. Dit betekent dus geen gaten boren of een lijmbevestiging aanbrengen. Hierdoor kan het geheel na verloop van tijd nog op een andere plaats gehangen worden zonder dat er zichtbare schade aanwezig is op de systeemwand of de absorber.

Ook bij dit concept wordt gebruik gemaakt van een aantal onderdelen dat al op de markt te verkrijgen zijn. Inkopen is op deze schaal goedkoper dan zelf produceren. Een totaaloverzicht van het concept is te zien in afbeelding 4.14.

Daarnaast zijn de gebruikte klemmetjes te maken op de kantbank in de fabriek, zodat hier geen nieuwe extrusieprofielen of rolvorm-rollen voor hoeven worden aangeschaft.

Het systeem zit aan de bovenplint van de verschillende wandprofielen vast door middel van een aantal klemmen. Deze bovenklemmen zijn per wandsysteem verschillend omdat per wandsysteem ook het profiel anders in elkaar zit. De klemmen maken gebruik van de beschikbare ruimte in de profielen die ontstaat doordat er speling in zit om hoogteverschil van het plafond op te vangen. Hoe deze klem vastzit bij bijvoorbeeld Lalineia aan de bovenplint is te zien in afbeelding 4.15.



De bovenklem is gevormd naar het profiel en steunt, waar mogelijk, deels op het wandpaneel. Voor de systeemwand Styleline en String2 heeft Maars al haakjes ontwikkeld om kunst op te hangen. (zie afbeelding 4.16 en 4.17) De bovenplint van deze wandtypen leent zich hier goed voor.

Voor elk profiel moet er een andere bovenklem gemaakt worden, (zie afbeeldingen 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, en 4.22) maar dit is mogelijk omdat de klemmen op de zetbank gemaakt kunnen worden.

Afbeelding 4.15



Afbeelding 4.16



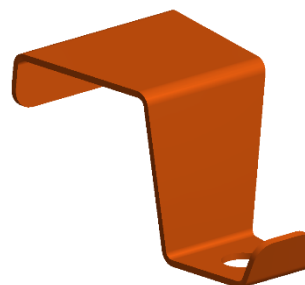
Afbeelding 4.17



Afbeelding 4.18: Styleline



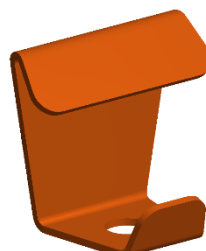
Afbeelding 4.19: Metaline



Afbeelding 4.20: String2

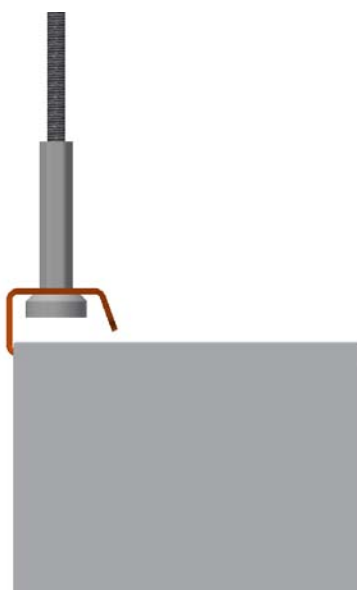
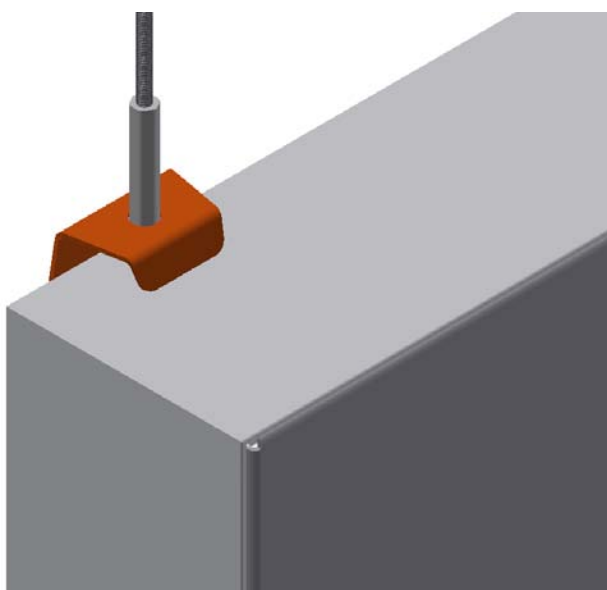


Afbeelding 4.21: Laline

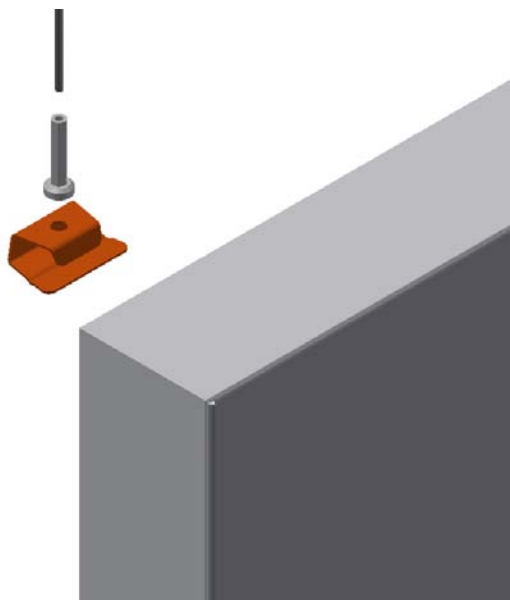


Afbeelding 4.22: Horizon

De absorber zit aan deze bovenklemmen vast door middel van een stalen kabel. De kabel is bevestigd op dezelfde manier als dat in concept 1 gebeurt: door middel van een terminal met een afsluitdopje. Hierdoor kan het draad op de juiste hoogte afgesteld worden. Deze is te zien in afbeelding 4.15.



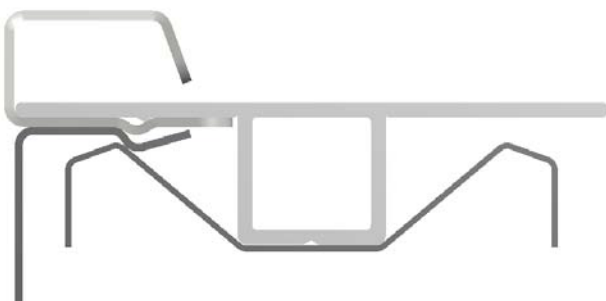
Afbeelding 4.23 en 4.24



Afbeelding 4.25

De kabel zit aan de absorber bevestigd door middel van een onderklem. Deze wordt in het profiel vastgeklit, zoals te zien is in afbeelding 4.23, 4.24 en 4.25. De onderklem zelf is te zien op afbeelding 4.26 en 4.27. Hierdoor hoeft er geen bewerking op de absorber toegepast te worden.

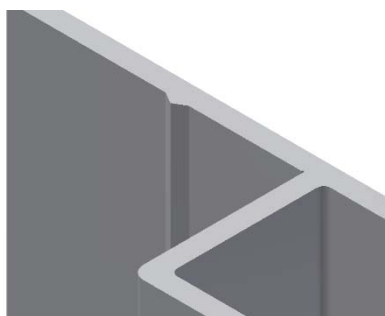
De positie van de klem zorgt ervoor dat de staalkabel recht omhoog gaat, langs de wand. Dit in tegenstelling tot concept 1, waar de staalkabel een beetje schuin loopt omdat deze in het midden van de absorber bevestigd zit.



Afbeelding 4.26



Afbeelding 4.27

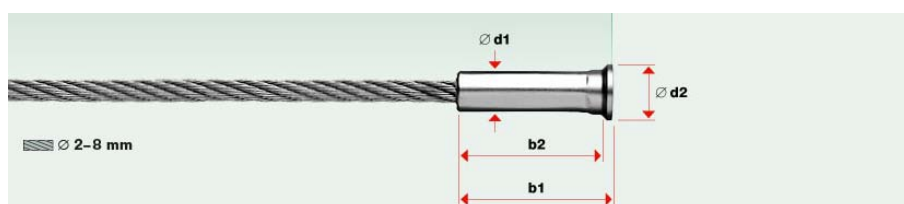


Afbeelding 4.28 en 4.29

In afbeelding 4.28 en 4.29 is te zien dat het profiel van de absorber een extra hoekje krijgt waardoor de onderklem, met een extra knik, meer grip krijgt en er minder kans is dat deze tussen de absorber wegschuift.

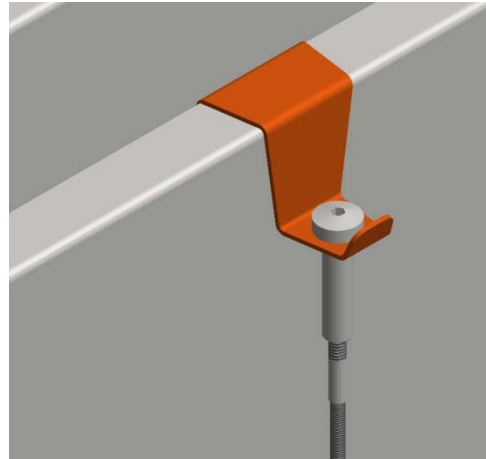
Ook hier zitten de kabel en de onderklem door middel van een afsluitdopje aan elkaar vast. Er is gekozen voor een dopje dat direct de kabel klemt, omdat deze goedkoper is en het verstellen al bij de bovenste klem mogelijk is. Deze is te zien in afbeelding 4.30.

Op afbeelding 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, en 4.35 is te zien hoe deze manier van ophanging werkt op de verschillende systeemwanden.



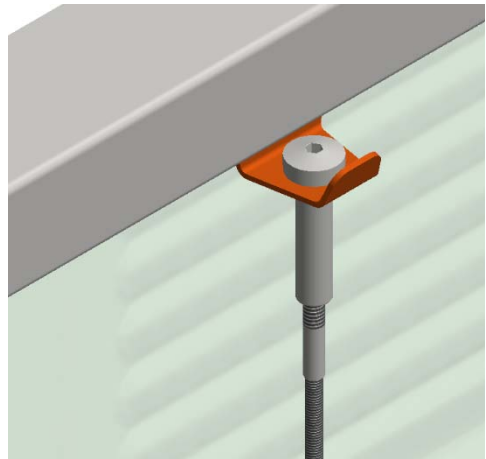
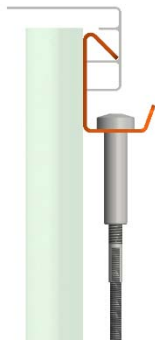
Afbeelding 4.30

Metaline



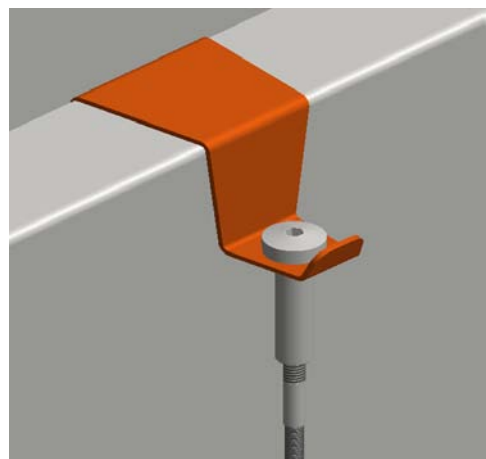
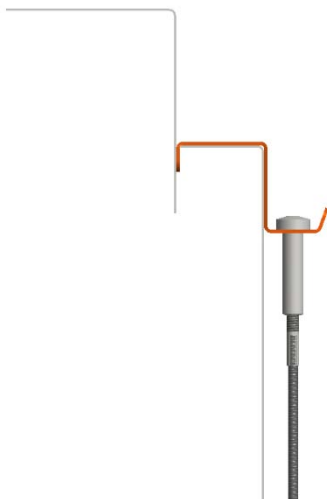
Afbeelding 4.31

Horizon



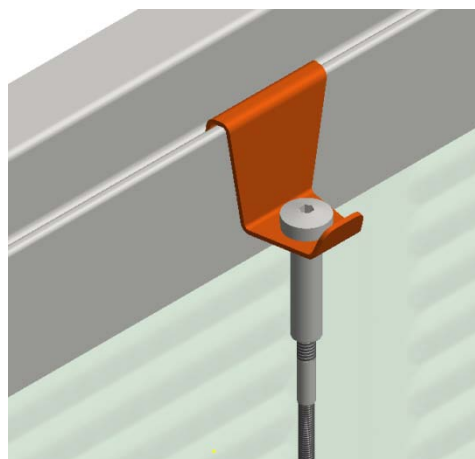
Afbeelding 4.32

String2



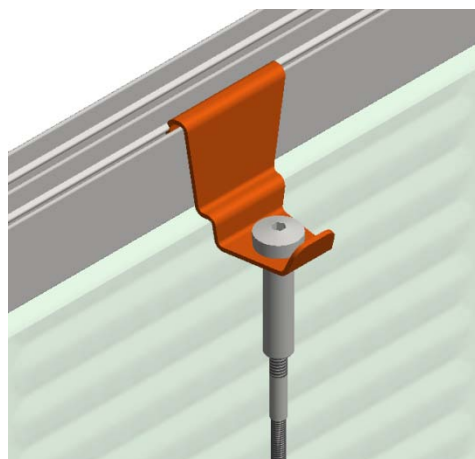
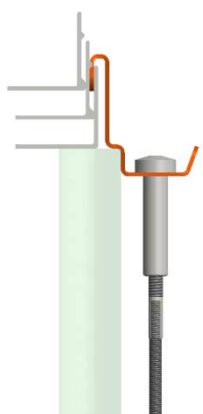
Afbeelding 4.33

Styleline



Afbeelding 4.34

Lalineia



Afbeelding 4.35

Voordelen	Nadelen
Makkelijk te produceren	Kans op doorbuiging van de klemmen
Goedkoper dan concept 1	Klemmen moeten bevestigd worden terwijl profiel in elkaar gezet wordt
Geen beschadiging op bovenplint en absorber	Door grote gewicht waarschijnlijk meerdere staalkabels nodig
Staaldraad recht naar beneden	
Te verstellen in hoogte	
Toepasbaar op elk wandtype	

4.4 Conceptkeuze

4.4.1 Vergelijken van de concepten

Voor het uitwerken van het eindconcept moet er één van de twee concepten gekozen worden. Dit wordt gedaan aan de hand van het programma van eisen. Hierbij wordt aan elke eis uit het programma van eisen een waarde gegeven, de wegingsfactor. Deze zal liggen tussen de 1 en 3 en hangt af van hoe belangrijk deze eis is voor het eindconcept. Vervolgens worden beide concepten naast het programma van eisen gelegd en wordt er gekeken hoe goed het concept voldoet aan elke specifieke eis. Vervolgens wordt dit weergegeven door een getal tussen 1 en 5 waarbij 1 betekent dat het concept zeer slecht voldoet aan de eis en een 5 betekent dat het goed voldoet. Het volledige programma van eisen is te vinden op pagina 23.

eis	multiplier	concept 1	concept 2	concept 1	concept 2
1	3	3	4	9	12
2	2	5	5	10	10
3	1	3	3	3	3
4	2	3	4	6	8
5	3	4	3	12	9
6	2	3	3	6	6
7	2	3	5	6	10
8	2	4	4	8	8
9	3	4	3	12	9
10	3	3	4	9	12
11	2	3	3	6	6
			totaal	87	87

Zoalshiernaast is te zien voldoen beide concepten even goed aan het programma van eisen. Beide concepten hebben moeite met een verschillende belangrijke eis. Concept 1 heeft moeite met eis 1, namelijk dat het op elk wandtype toepasbaar moet zijn. Dit komt doordat er gebruik gemaakt wordt van een schroefverbinding, wat erg lastig toepasbaar is met Lalinea. Concept 2 heeft moeite met eis 5, het gewicht van de absorber, omdat er al eens haakjes bij Maars getest zijn die niet zo veel konden tillen.

De bestaande haakjes zijn onlangs getest op het maximale gewicht dat zij konden houden en hier kwam uit dat dit op 5 kg lag. Deze haakjes waren gemaakt van 8mm staal. De haakjes uit concept 2 zijn echter dikker en breder aan de bovenkant. Daarnaast is er de mogelijkheid om meer haakjes te gebruiken. Hierdoor zal het ophangstelsel meer gewicht kunnen houden, maar er moet getest worden hoeveel gewicht dit precies zal zijn.

4.4.2 Conclusie

Omdat beide concepten sterke en zwakke punten hebben is het een beter idee om de concepten te combineren dan om er één te kiezen. Hierdoor sluit je een compromis tussen de beide uitgangspunten van de concepten. Er zal een bewerking gedaan moeten worden aan de absorber of aan de bovenplint van de wand, en zal er gebruik worden gemaakt van klemmen, wat minder degelijk lijkt dan schroeven.

Het eindconcept zal dus de sterkste punten van elk concept bevatten.

- Bij elk wandtype zal gebruik gemaakt worden van klemmen (concept 2), zodat er geen bewerking op de bovenplint hoeft worden uitgevoerd. Deze klem zal wel bij elk profiel iets gaan verschillen. Dit is mogelijk omdat elk profiel gezet kan worden en dus van vorm kan verschillen.
- Ook zal er bij elk wandtype gebruik gemaakt worden van de schroefgaten in de hoekstukken (concept 1). Hierdoor zal de absorber stevig vastzitten. Het nadeel is dat het staaldraad dan niet helemaal recht loopt. Het voordeel is dat het monteren vele malen makkelijker wordt, en dat er meer zekerheid is dat het geheel het gewicht zal houden.

Er zal nog een aantal dingen getest moeten worden. Zo moet er gekeken worden of het gebruik van klemmen in deze orde van gewichten überhaupt werkt. Mocht dit werken dan moet gekeken worden naar wat de juiste afmetingen per systeemwand gaan worden voor de klemmen.

5 Detailleringfase

5.1 Inleiding

In de laatste fase van de opdracht moet er een eindconcept komen voor het ophangstelsel. Er zijn meerdere onderdelen waaraan wordt gewerkt en die moeten allemaal samenkomen in één eindontwerp. In deze fase worden daarom de losse punten behandeld, die nog bekeken moeten worden om tot het eindconcept te komen. In het volgende hoofdstuk zal een totaal eindontwerp gemaakt worden.

Allereerst zal er een aantal testen gedaan worden om te kijken of de gekozen manier van ophanging werkt en om het ontwerp verder te detailleren. Verder zal er gekeken worden of het herontworpen frame van de absorber wel werkt.

Vervolgens zal er gekeken worden naar de overbrenging van de bovenplaat naar de absorber: wat voor onderdelen worden daarvoor gebruikt, is het geheel in hoogte verstelbaar en hoe komt dit er mooi uit te zien?

Hierna volgt het hoofdstuk met het eindconcept, met daarin een totaalbeeld van de ophanging en hoe deze is toegepast op de verschillende systeemwanden. Dit eindconcept bevat daarnaast ook een herontwerp van het frame van de absorber dat gemaakt is na de test, een aanbeveling voor een houten voorzijde, een ontwerpvoorstel voor een standaard, een kopperelement voor de absorber en een kostenschatting van het geheel.

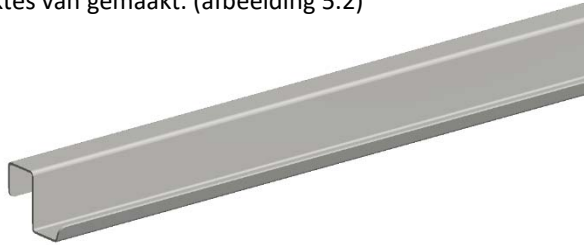
Aan het eind volgt nog een stuk met conclusies en aanbevelingen voor het verder detailleren van het ontwerp.

5.2 Testverslag met klemmen

Om te kijken of het wel realistisch is dat de absorber aan klemmen wordt opgehangen wordt er een test met de klemmen uitgevoerd. In deze test is gebruik gemaakt van een versimpelde versie van de klem te zien in afbeelding 5.1. Deze klem is vervolgens in 3 plaatdiktes gemaakt, namelijk 0,8; 1; en 1,5 mm. Ook is de klem doorgetrokken als profiel en hier zijn ook weer 3 diktes van gemaakt. (afbeelding 5.2)



Afbeelding 5.1



Afbeelding 5.2

Er wordt bepaald wat de maximale plaatdikte van elke klem kan zijn bij elk wandtype. Het is van belang dat de klem goed bevestigd zit, als het te los zit kan er minder gewicht aan hangen. Deze maximale plaatdikte wordt bepaald door het meten van monsters van de systeemwanden.

wandtype	Plaatdikte
Laline	0,8mm
String2	1,5mm
Metaline	1,5mm
Horizon	1mm
styleline	1,5mm

5.2.1 Opzet van de test

Aan een houten balk wordt een metalen rechthoekig profiel vast geboord. Deze balk wordt vervolgens op twee staanders gelegd en wordt er een gat in de klemmen geboord. Hier is een oogterminal in vastgeschroefd waaraan de gewichten worden gehangen. Voor verduidelijking van de constructie-opzet zie afbeeldingen 5.3, 5.4, en 5.5.



Afbeelding 5.3



Afbeelding 5.4



Afbeelding 5.5

5.2.2 Resultaten

Uit berekeningen blijkt dat de absorber maximaal 100 kg gaat wegen. Dit gewicht wordt verdeeld over 2 punten wat 50 kg per klem betekent. De klemmen zijn getest tot een maximum van 60kg. Dit is gedaan omdat dit meer dan genoeg is en de blokken op bovenstaande afbeelding 15kg per stuk waren.

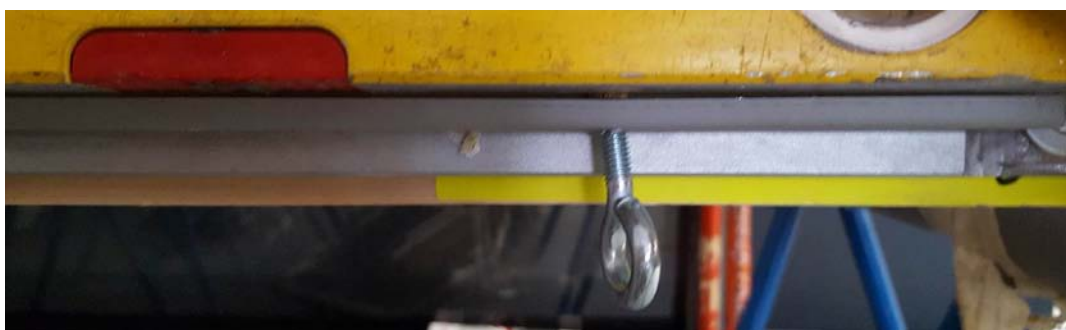
Lengte x dikte	15kg	30kg	45kg	60kg
3cm x 0,8mm	Geen doorbuiging	Wel doorbuiging	Wel doorbuiging	Wel doorbuiging
3cm x 1mm	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging
3cm x 1,5mm	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging
100cm x 0,8mm	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging
100cm x 1mm	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging
100cm x 1,5mm	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging	Geen doorbuiging



Afbeelding 5.6

Zoals hierboven te zien is, is het niet mogelijk om de absorber op te hangen aan een klem van 0,8mm dik. Deze klem vertoont al een doorbuiging bij 30 kg. Dit is te zien in afbeelding 5.6. Wanneer er meer gewicht aan gehangen wordt blijft de doorbuiging hetzelfde.

Bij het profiel met een dikte van 0,8mm ontstond deze doorbuiging niet. Dit profiel is hierna met nog meer gewicht getest, tot 100 kg. Hierbij ontstond er een lichte doorbuiging over de lengte van het profiel, zoals te zien is in [afbeelding 5.7](#).



Afbeelding 5.7

De gedane test laat zien dat het heel goed mogelijk is om een groot gewicht aan de klemmen op te hangen zonder door te buigen. Vanuit deze test kan bepaald worden welke maten en diktes gebruikt moeten worden per model.

wandtype	klemtype	Klemdikte
Lalineia	Profiel	0,8mm
String2	Losse klemmen	1,5mm
Metaline	Losse klemmen	1,5mm
Horizon	Losse klemmen	1mm
styleline	Losse klemmen	1,5mm

De klemmen zijn nu willekeurig op 3cm gekozen. Er zal nog getest moeten worden hoe groot of klein deze klemmen precies kunnen zijn.

De maat van het profiel zal aangepast worden aan de breedte van de absorber zelf. Deze twee maten zullen hetzelfde zijn.

5.3 Tweede test met klemmen

Waar in de eerste test alleen de dikte van het materiaal van de klemmen bepaald is, wordt nu ook de lengte van de klemmen bepaald. In de eerste test was die willekeurig op 3cm genomen, maar, misschien kon deze wel veel korter zijn.

Zoals uit de eerste test is gekomen moet er voor Lalinea een profiel in plaats van een klem gebruikt worden. Het kan ook zijn dat als de klem langer dan 3cm wordt gemaakt de absorber alsnog met behulp van een klem opgehangen kan worden.

Gekozen wordt dus om per materiaaldikte (0,8; 1; 1,5) drie verschillende lengtes te testen. Bij 0,8mm zal dit 3, 4, en 5cm zijn. Bij 1 en 1,5mm zal dit 1, 2, en 3cm zijn.

De resultaten zijn te zien in onderstaand schema, waarbij een streepje betekent dat er niks gebeurt.

Een schema met alle lengtes en diktes is te vinden bij het eindontwerp, in paragraaf 6.2.1.

Dikte	lengte	16kg	32kg	48kg	64kg
0,8mm	3cm	-	Buigt door		
0,8mm	4cm	-	-	Buigt door	
0,8mm	5cm	-	-	Buigt door	
1mm	1cm	-	-	-	Buigt door
1mm	2cm	-	-	-	Buigt door
1mm	3cm	-	-	-	Geen plastische vervorming
1,5mm	1cm	-	-	-	-
1,5mm	2cm	-	-	-	-
1,5mm	3cm	-	-	-	-



Afbeelding 5.8

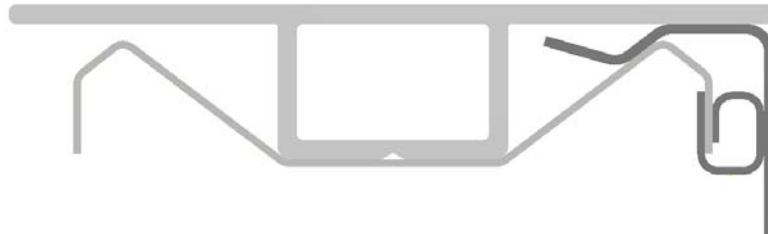


Afbeelding 5.9

5.4 Testverslag met frame van absorber

5.4.1 Ontwerp

Zoals in de analysefase wordt beschreven is er een aantal variabelen in het huidige frame van de absorber, dat nog aangepast moet worden. Er is een aantal punten dat aangepast moet worden aan de klem. Deze punten zijn te vinden in paragraaf 2.4.3. Gedurende de opdracht is er toegewerkt naar een nieuw frame dat al deze punten oplost. Het ontwerp wat daaruit is gekomen is te zien op afbeelding 5.10



Afbeelding 5.10

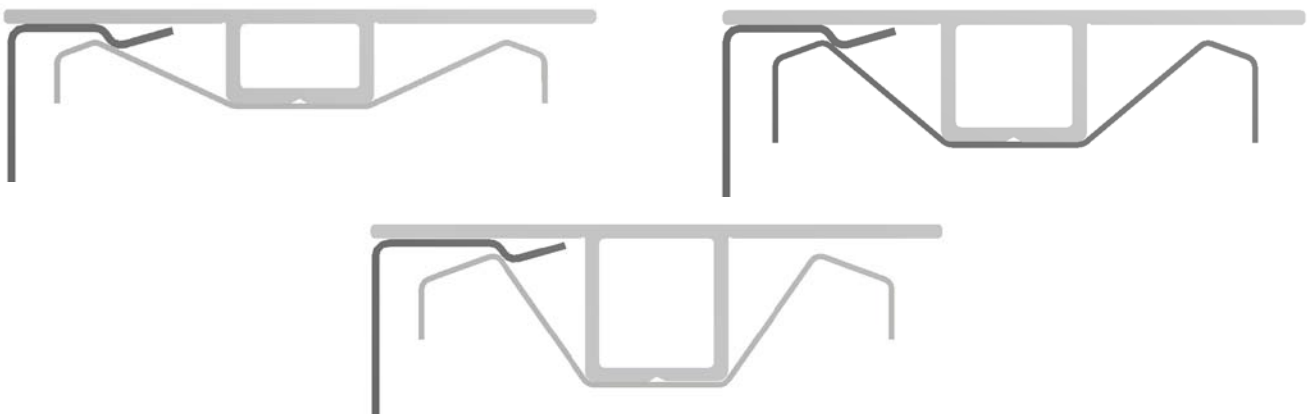
Hierbij zijn de problemen uit de analysefase opgelost.

- De klemstijl is korter, zodat er een houten plaat in bevestigd kan worden. Wanneer er vervolgens een metalen of stoffen voorzijde bevestigd wordt, dan wordt er een extra profieltje aan de klemstijl geklemd zodat de klemstijl langer wordt.
- De ruimte tussen de klemstijl en het aluminium profiel is iets groter gemaakt, zodat het doek er makkelijk tussen past.
- Hoek 5 (afbeelding 2.12) is groter gemaakt zodat er minder kans is op blokkade van het profiel. Wat deze hoek echter precies moet zijn is niet bekend.

5.4.2 Test

Uit de test moet blijken of het of het bovenstaande ontwerp voor het frame ook werkt. Er zal gekeken worden of de extra ruimte beter werkt voor de peesdoek, en ook zal er gekeken worden naar wat de beste hoek is zodat het frame niet blokkeert, maar tegelijkertijd wel het doek en de rilzetting vastklemt.

Om dit te testen worden er drie varianten van bovenstaand frame gemaakt. Deze zijn te zien in afbeelding 5.11.



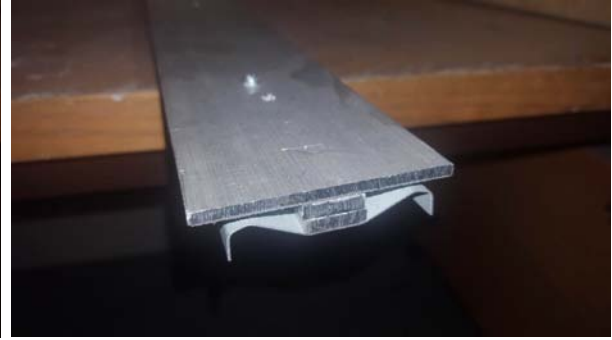
Afbeelding 5.11: respectievelijk klem 1, 2, en 3

Omdat het klemmetje erg klein en lastig te maken is, is er besloten deze tijdens het testen achterwege te laten en na te bootsen door middel van een stukje hout. (afbeelding 5.12)

De klemstijl kan in de fabriek gekant worden. Dit is gedaan bij Maars in de fabriek. Voor het aluminium profiel moet echter met een mal gemaakt worden en dat is voor een test onderdeel veel te duur. Er is daarom besloten dit na te bootsen met standaard-elementen, zie afbeelding 5.13, 5.14, en 5.15.



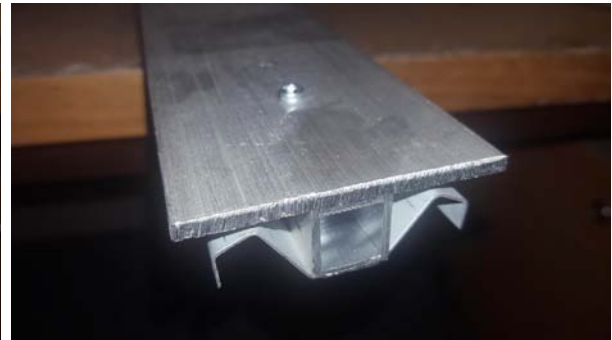
Afbeelding 5.12



Afbeelding 5.13: klem 1



Afbeelding 5.14: klem 2



Afbeelding 5.15: klem 3

5.4.3 Resultaten

De klemmen zijn uiteindelijk niet geworden zoals ze hadden moeten zijn. De maten waren consequent iets te klein en omdat het allemaal erg precies valt, klemde de rilzetting bij geen van de 3 modellen goed in de klem, en kon dit dus niet getest worden.

Alle maten zijn nagemeten en hieruit bleek dat bij klem 1 en 2 de afstand tussen aluminium profiel en klemstijl bijna gelijk was. Hierdoor kon wel worden vergeleken wat een grotere hoek 5 (afbeelding 2.12) zou doen met de inklemming van de peesdoek. Ook is er elke keer een plaat van 1 mm dik tussen het profiel geschoven zodat de ruimte tussen het aluminium profiel en de klemstijl wat kleiner zou worden.

De dikte van de peesdoek zelf is 3,2mm.

De resultaten zijn in onderstaand schema te zien

	klem 1	klem 2	klem 3
Dikte zonder strip	3,5mm	3,9mm	2,4mm
Dikte met 1 mm strip	2,5mm	2,9mm	1,4mm
Peesdoek zonder strip	Peesdoek zit te los	Peesdoek zit te los	Peesdoek past er niet tussen
Peesdoek met strip	Peesdoek is er goed in te duwen maar zit daarin redelijk los	Peesdoek past er goed in en klemt stevig vast.	Peesdoek past er niet tussen

Omdat er onverwachts twee variabelen waren tijdens het testen, in plaats van een, kan niet gezegd worden waar het aan ligt dat de peesdoek bij klem twee goed werkte.

Bij klem drie was de ruimte tussen de klemmen te klein voor het doek om goed te werken.

Omdat klem 1 en 2 ongeveer dezelfde tussenruimte hadden en de peesdoek los zat bij klem 1 en niet bij klem 2 kan gesteld worden dat het verschil in de hoek wel degelijk uitmaakt.

Bij klem twee werkte de peesdoek goed met een tussenruimte van 2,9mm. Deze tussenruimte zal kleiner moeten, omdat de rilzetting niet in de klem bleef vastzitten. Bij klem drie zien we dat als het doek kleiner wordt

de peesdoek er niet meer goed tussen past. Klem drie had de kleinste hoek 5, en er is aangetoond dat een grotere hoek positieve invloed heeft op de peesdoek.

Er moet een profiel gemaakt worden waarbij de rilzetting goed in de klem vast blijft zitten. Deze informatie kan gehaald worden uit eerdere producten waarin hetzelfde kliksysteem gebruikt is en zal dus niet hoeven worden getest. Daarnaast moet het profiel een zo groot mogelijke hoek 5 hebben zodat de peesdoek er goed tussen kan.

Daarnaast moet er een klemmetje gemaakt worden dat goed te maken is in de fabriek bij Maars. Een alternatief is het lijmen van een houten strip aan de binnenkant van het metalen paneel, of twee verschillende klemstijlen maken voor zowel hout als doek en metaal.

Na deze test is veel informatie gekregen voor een herontwerp van het frame. Deze is te vinden in paragraaf 6.3.

Nu door de testen veel duidelijker is hoe de klemmetjes en hoe het frame van de absorber eruit komen te zien, kan bepaald worden hoe de klemmetjes met de absorber verbonden zullen worden.

In de conceptkeuze is gekozen voor een bevestiging in het hoekstuk van de absorber, maar welke onderdelen er precies gebruikt gaan worden is nog niet bekend. Dit zal in de volgende paragraaf uitgewerkt worden.

5.5 Overbrenging tussen klemmen en absorber

5.5.1 zoeken naar juiste onderdelen

Er is gekozen om een aantal onderdelen niet bij Maars te laten maken maar in te kopen. Deze keuze is gemaakt omdat de verwachte productie van het ophangstelsel in de tientallen per jaar gaat zijn, en het dus te duur is om deze onderdelen stuk voor stuk op de draaibank bij Maars te laten maken.

De onderdelen betreffen hetgeen nodig is om het klemmetje, dat getest is in paragraaf 5.2 en 5.3 aan de absorber te bevestigen. De in te kopen onderdelen zijn:

- Een overbrenging tussen het klemmetje en het staaldraad.
- Het staaldraad zelf
- De overbrenging tussen het staaldraad en de absorber

Hierbij is het van belang dat de absorber na de ophanging nog iets in hoogte te verstellen is.

Vanuit de conceptfase is er gekozen om de bevestiging van de absorber in het hoekstuk te doen, omdat dit stevig is. Hiervoor zijn vervolgens onderdelen gezocht, die in onderstaand schema te zien zijn.



Zoals in het schema te zien is zijn deze onderdelen duur. Dit komt omdat het staaldraad in dit onderdeel moet klemmen en dit alleen kan met een walsmachine. Als je die niet hebt, heb je een complexer onderdeel nodig. Er is echter een onderdeel nodig om de overbrenging te bewerkstelligen tussen staaldraad en schroefdraad. Om de kosten te drukken werd besloten om goedkopere onderdelen te zoeken, in Nederland. Na zoeken zijn onderstaande onderdelen gevonden. Deze onderdelen zijn simpeler en daarom goedkoper. Het draad moet echter in allebei de onderdelen vast gewalst worden en daarom is het niet mogelijk de absorber nog in hoogte te bestellen.



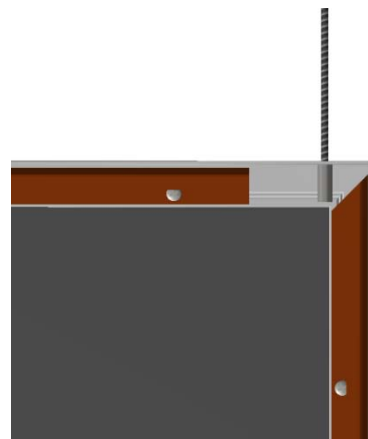
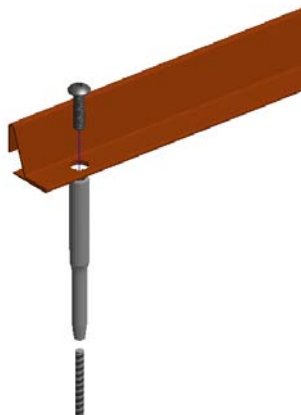
Er ontstond een ander probleem dat te maken had met het schuine draad, door de bevestiging in het hoekstuk van de absorber.

Waar eerst alleen het esthetische een punt van aandacht zou zijn blijkt het technisch gezien niet zo goed. De absorber kan schuin gaan hangen en er kan een grotere puntlast op de bovenplint van de systeemwand komen te staan. Daarom is er voor gekozen een alternatief te zoeken voor de terminal, dus de onderste bevestiging. Dit alternatief zit nog steeds wel met schroeven in de absorber bevestigd, maar niet meer in de hoekpunten. Hierdoor zal het draad recht naar beneden lopen.

5.5.2 Uiteindelijke oplossing

De uiteindelijke manier van bevestigen aan de absorber gebeurt zoals te zien is op afbeelding 5.16. Er is gekozen om gebruik te maken van een binnendraadse terminal met een bout aan de bovenkant. Het draad zit in de terminal gewalst en deze terminal gaat door de klem die aan de bovenplint vastzit. Vervolgens wordt hier de bout ingedraaid. Door deze overbrenging tussen bout en terminal kan, wanneer de absorber hangt, de bout nog vaster of losser gedraaid worden zodat de absorber recht gehangen kan worden.

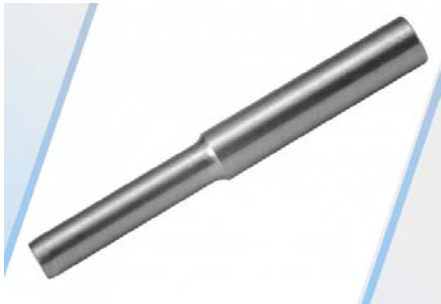
Aan de onderzijde van de absorber gaat het draad de absorber in, waarna het aan de binnenzijde van de absorber bevestigd kan worden door middel van een klemmetje. Dit kan gedaan worden omdat zowel de klemstijl als de rilzetting aan beide zijdes 5 cm zijn ingekort. (afbeelding 5.17) Daardoor ontstaat er ruimte voor de klem.



Afbeelding 5.16 en 5.17

Door deze manier van bevestigen hangt het draad recht, waardoor de gebruikte onderdelen niet zullen gaan verbuigen.

Ook is deze manier goedkoper, omdat je maar twee dure onderdelen hoeft in te kopen. Dit zijn de binnendraadse terminals die per stuk nu 8 euro kosten. Deze is via kabeldesign.nl besteld en is te zien op afbeelding 5.18. Er kan nog gezocht worden naar een goedkopere variant.



Afbeelding 5.18



Afbeelding 5.19

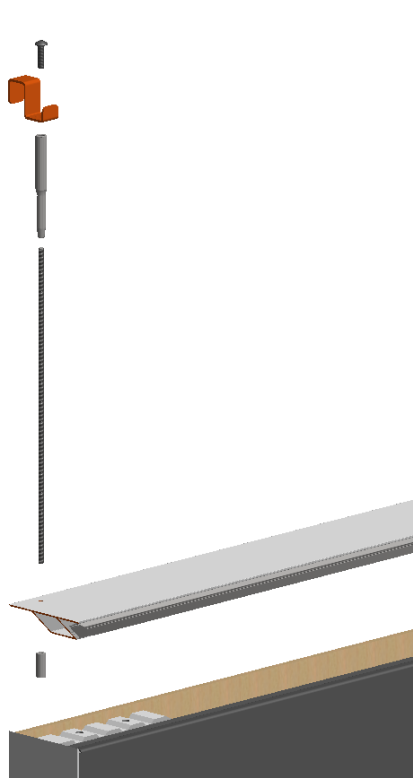
Er wordt gekozen om staaldraad te gebruiken om het geheel aan op te hangen. Het alternatief is draad dat zo min mogelijk zichtbaar is, maar omdat dit vanwege het zware gewicht van de absorber niet goed mogelijk is, wordt gekozen om staaldraad te gebruiken. Dit past goed bij het uiterlijk van de absorber.

Het draad wordt door een gat in de absorber gestoken, waarna het vastgedraaid kan worden met het onderdeel uit afbeelding 5.19. Hier gaat het draad doorheen waarna het door middel van inbussleutels vastgedraaid wordt. Getest moet worden of dit onderdeel sterk genoeg is. Anders zijn er voldoende alternatieven. De totale ophanging is te zien op afbeelding 5.20 en 5.21.

De voorwaarde van deze manier van bevestigen is dat er geen doek aan de achterzijde kan komen, enkel hout en metaal.

De volgorde waarin de ophanging plaatsvindt is als volgt:

- Het staaldraad heeft aan 1 kant een terminal zitten, aan de andere kant kan het draad op maat geknipt worden.
- Hierna kan het door het aluminium profiel van de absorber gestoken worden en met een klemmetje vastgezet worden.
- Vervolgens kan de voorplaat er in geklikt worden.
- De absorber moet dan op een verhoging geplaatst worden zodat het draad niet gespannen is wanneer de absorber bevestigd wordt.
- De klemmen of het profiel wordt aan de bovenplint geklemd.
- De terminal wordt door de klem gestoken en de bout wordt daarin vastgedraaid.
- De absorber wordt van de verhoging gehaald.
- Het geheel kan recht gehangen worden door met een inbus-sleutel de bout losser of vaster te draaien.



Afbeelding 5.20



Afbeelding 5.21

5.6 Conclusie

In de detailleringsfase is ingezoomd op het ophangstelsel en is, door middel van testen, bepaald hoe de klemmen die aan de bovenplint van de wandsystemen bevestigd zitten eruit komen te zien. Daarnaast is de invloed van verschillende hoeken op het frame van de absorber getest en is bepaald welke onderdelen er gebruikt gaan worden voor de ophanging.

Met al deze gegevens is uiteindelijk een eindontwerp voor de absorber gemaakt. Hierin is, naast het ophangstelsel ook een herontwerp voor het frame van de absorber, een aanbeveling voor een geschikte houten voorzijde en een ontwerpvoorstel voor de standaard te vinden. Dit alles staat in het volgende hoofdstuk.

6 Eindconcept

6.1 Inleiding

- In dit hoofdstuk is het eindconcept van het ophangstelsel te vinden. Hierin wordt duidelijk welke onderdelen er besteld worden, welke onderdelen er in de fabriek van Maars gemaakt worden en hoe dit wordt gedaan. Daarnaast is te zien hoe het geheel aan zowel de absorber als aan de bovenplaat van de verschillende systeemwanden te bevestigen is. Dit komt ook terug in de handleiding, die op de presentatie aanwezig zal zijn.
- Naast dit ophangstelsel wordt er een herontwerp voor het frame van de absorber gemaakt. In dit herontwerp worden alle voorkomende problemen uit de analysefase verholpen.
- Ook wordt er een voorstel gedaan voor een geschikte voorzijde. Hierbij worden alle eisen die in de analysefase (paragraaf 2.5) genoemd meegenomen zijn in het voorstel.
- Er wordt een ontwerpvoorstel voor de standaard gemaakt. Hoewel deze standaard niet het gehele proces doorloopt wordt het wel steeds doorontwikkeld en besproken in feedback gesprekken.
- Aan het eind van dit hoofdstuk is nog een kostenschatting te vinden. Deze is gebaseerd op het nieuwe ontwerp van de absorber, met houten voorzijde, en het ophangstelsel. De standaard is hierbij bewust buiten beschouwing gelaten, omdat deze nog niet zo ver ontwikkeld is als het ophangstelsel. Het is daarom nutteloos om deze nu mee te nemen in de kostenschatting.

Het frame en de houten voorzijde samen maken deel uit van de absorber. Deze absorber zal in de fabriek ook in elkaar gezet moeten worden. Hoe dit moet is te vinden in de werkvoorbereiding in bijlage XII. Daarnaast is er in bijlage XIII het bijbehorende tekeningenpakket van alle onderdelen te vinden.

6.2 Eindconcept ophangstelsel



Afbeelding 6.1

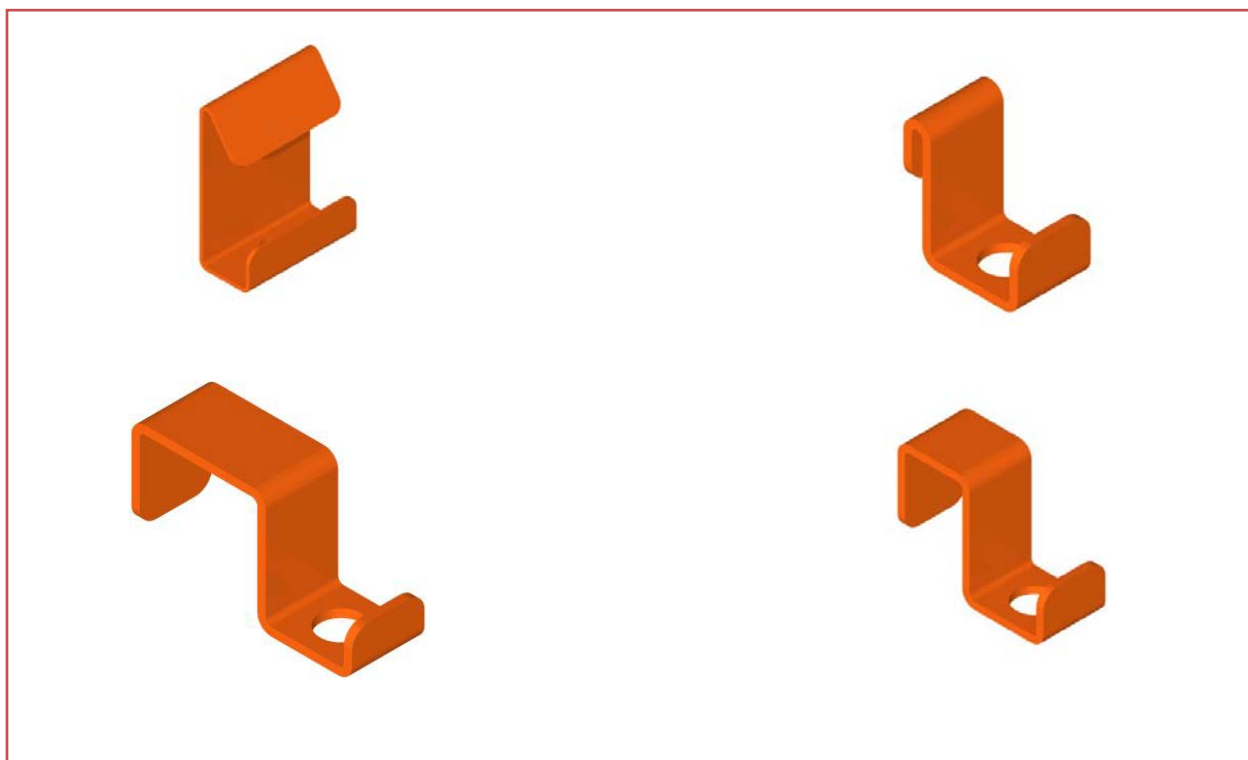
6.2.1 Ophanging

Zoals al in de conceptkeuze gezegd is zal er een tussenweg tussen de twee concepten gekozen worden. Hiervoor is gekozen omdat ze allebei voordelen hebben die goed samen in een concept samen kunnen komen. Het uiteindelijke totaalaanzicht van het eindconcept voor het ophangstelsel is te zien in afbeelding 6.1.

Per systeemwand wordt er gebruik gemaakt van een andere soort klem. Deze zijn in afbeelding 6.2 te zien. Voor Lalinea wordt een profiel gebruikt. Dit wordt gedaan omdat er geen dikker materiaal dan 0,8mm tussen de bovenplint van Lalinea geklemd kan worden, en uit de testen blijkt dat dit te dun is om alleen een klemmetje voor te gebruiken. Door gebruik te maken van een profiel wordt het gewicht beter verdeeld en zal het profiel minder snel doorbuigen. Dit profiel is te zien in afbeelding 6.3. Het materiaal waarvan de klemmen en het profiel gemaakt zijn is staal. Dit is goedkoper dan van aluminium, en kan gespoten worden. Wat opvalt is dat dit profiel van Lalinea er anders uitziet dan het klemmetje dat in concept 2 te zien is. Het blijkt namelijk niet te kunnen dat er een gewicht op de hoek van het glas komt te staan. Het nieuwe profiel zit alleen op de bovenplint geklemd en zal het glas dus niet raken.

Een voorwaarde voor het gebruik van dit profiel bij Lalinea is dat de bovenplint van Lalinea minimaal 37mm dik is, anders is het profiel er niet in te klikken. Kleiner maken van de maten kan niet, omdat het profiel dan te makkelijk doorbuigt.

Systeemwand	Dikte materiaal	Lengte klem
String2	1,5 mm	13 mm
Metaline	1,5 mm	13 mm
Styleline	1,5 mm	13 mm
Horizon	1 mm	30 mm
Lalinea	0,8 mm	Afhankelijk van breedte absorber

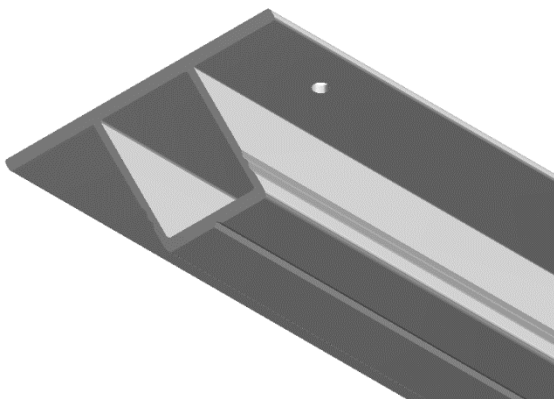


Afbeelding 6.2

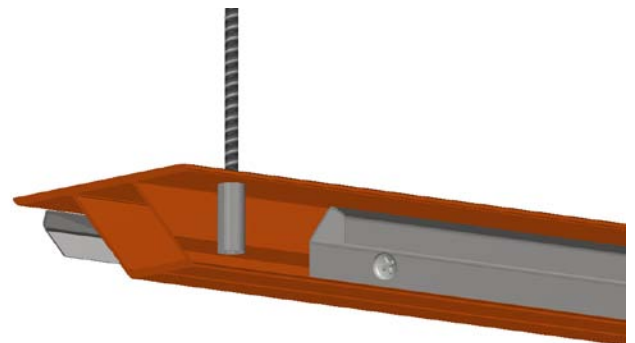


Afbeelding 6.3

De bevestiging aan de absorber is gebaseerd op de bevestiging zoals te zien is in concept 1, namelijk direct aan de absorber. De bevestiging in het hoekstuk is vervangen door een bevestiging aan de zijkant van de absorber. Daarnaast is de gekozen manier van bevestigen makkelijk, er hoeven alleen gaten in de zijkant van het profiel geboord te worden. (zie afbeelding 6.4) Deze gaten kunnen ook gebruikt worden om de standaard mee te bevestigen. De bevestiging aan de absorber is te zien in afbeelding 6.5. Vereist is dat aan elke zijde van de absorber de rilzetting op de voorplaat 5cm wordt ingekort, zodat deze de bevestiging aan het staaldraad niet in de weg zit. Het draad gaat door de absorber en wordt daarna met een klemmetje vastgezet.



Afbeelding 6.4



Afbeelding 6.5

Vervolgens zit de absorber met een kabel aan de bovenplint van de wand bevestigd. Dit gebeurt door middel van de manier van bevestigen die in concept 2 is gehanteerd. Dit is te zien in afbeelding 6.6. Bij deze manier van ophangen wordt er, afhankelijk van de systeemwand, een profiel (afbeelding 6.3) of 2 klemmen aan de bovenplint geklemd.

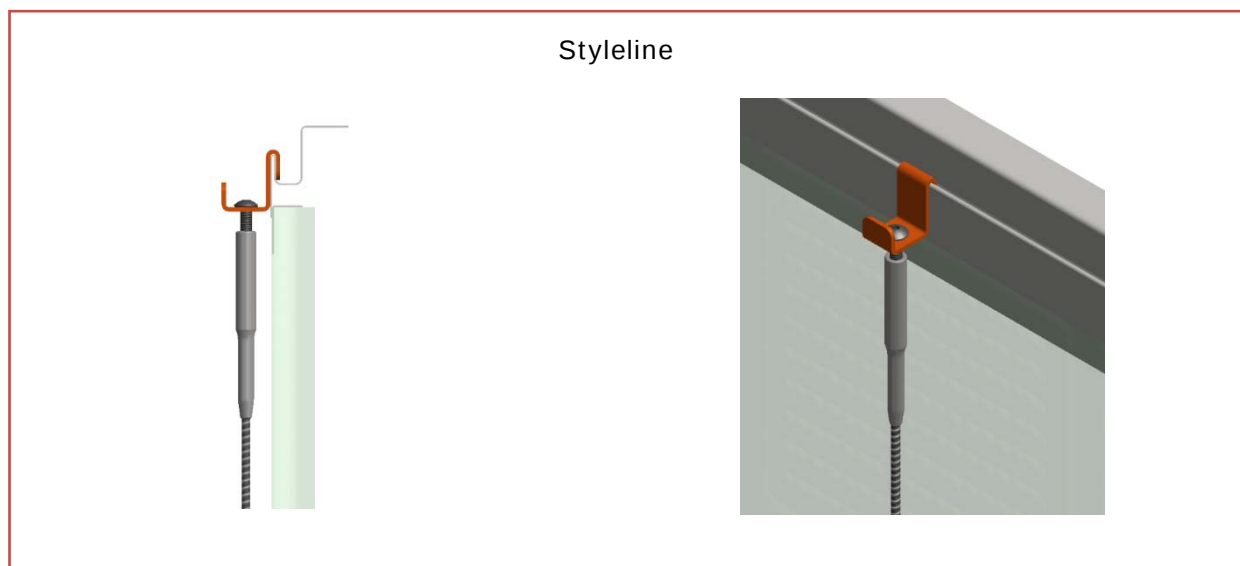
Er wordt voor deze manier van bevestigen gekozen omdat hierbij geen bewerking op de wand uitgevoerd hoeft te worden, en het geheel minimalistisch wordt gehouden. In de klemmen zit een gat waar doorheen een bout gaat. Deze wordt vastgedraaid in de terminal, een overbrenging tussen staaldraad en binnendraads schroefdraad. Het staaldraad moet erin gewalst worden, dit kan gedaan worden door de leverancier. Aan de andere zijde van het staaldraad is dan de lengte te bepalen.

Door de overbrenging tussen bout en de terminal kan de absorber, wanneer deze hangt nog in hoogte versteld worden.

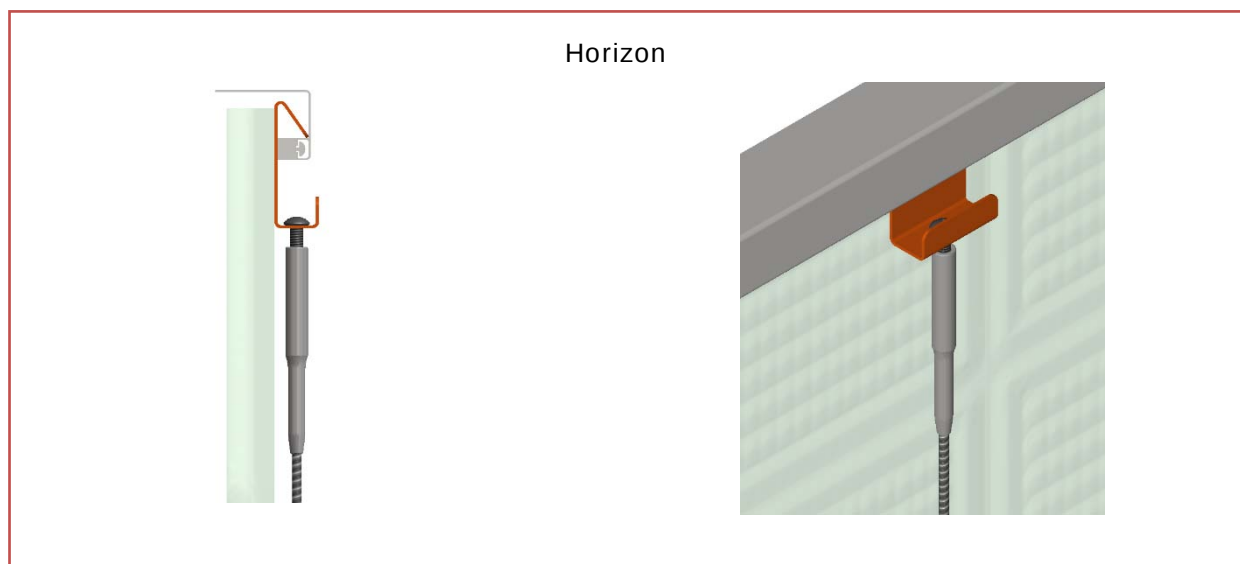


Afbeelding 6.6

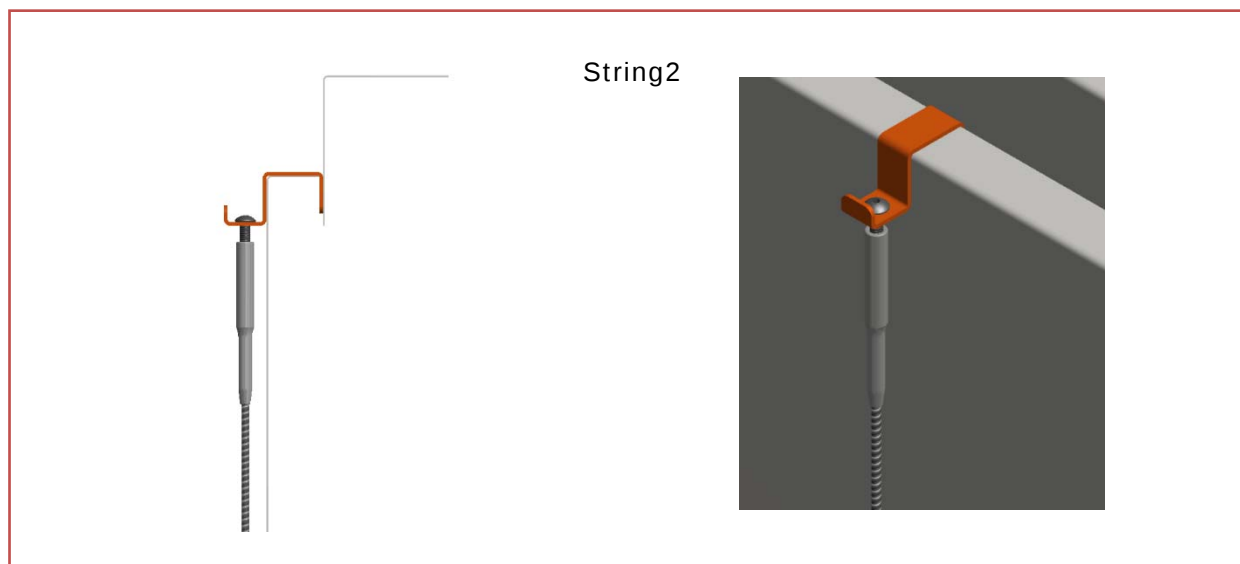
Hieronder is te zien hoe het ophangstelsel op elke systeemwand werkt. Zoals te zien is het klemmetje van Horizon iets langer dan de rest en is bij Lalinea een profiel gebruikt.



Afbeelding 6.7

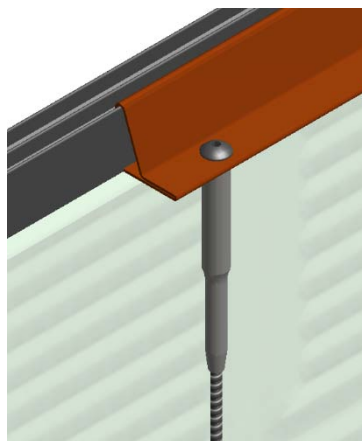
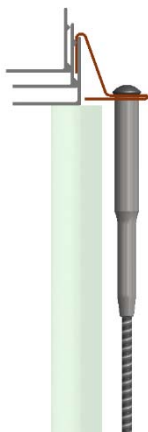


Afbeelding 6.8



Afbeelding 6.9

Lalineia



Afbeelding 6.10

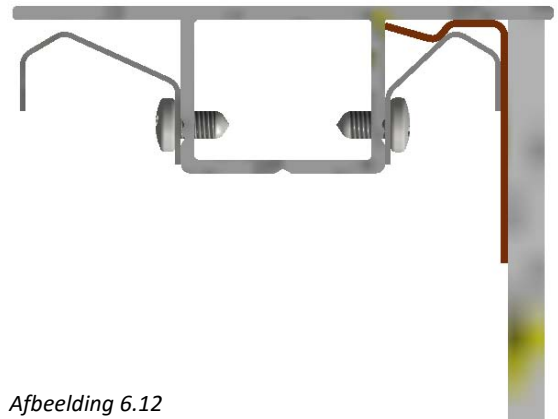
Metaline



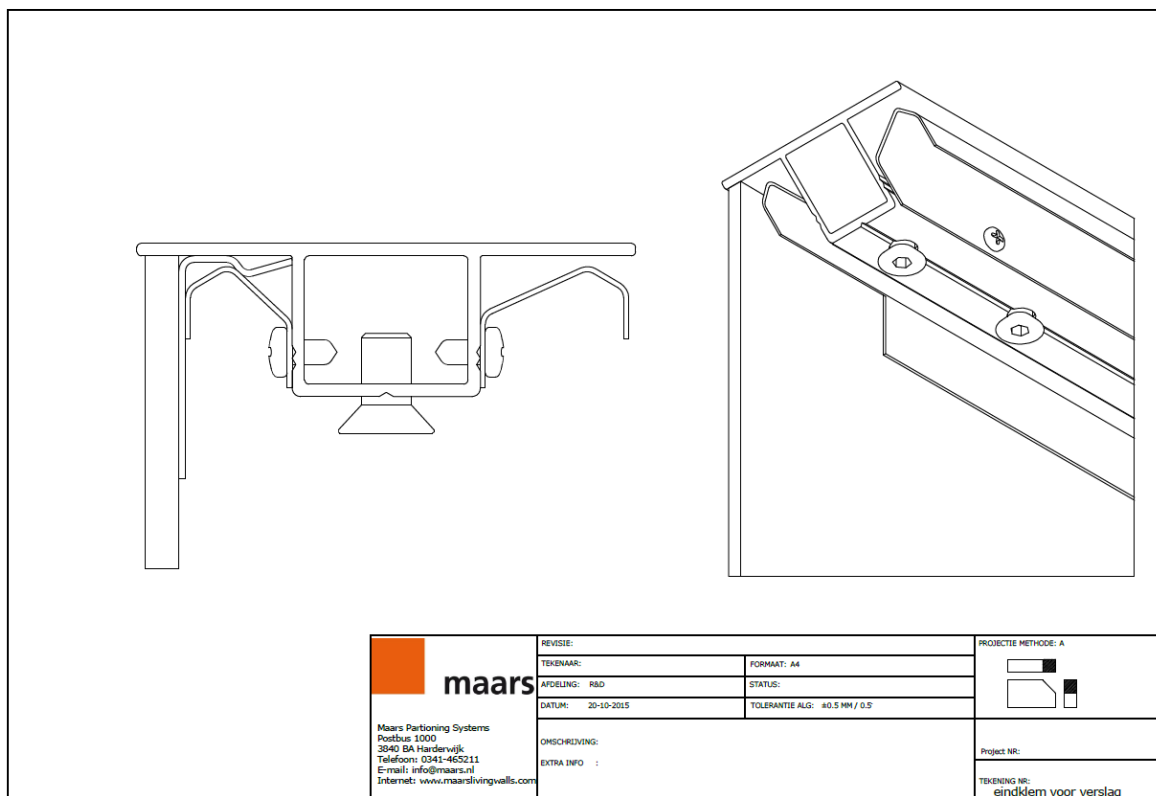
Afbeelding 6.11

6.3 Frame van de absorber

Na het testen wordt er een nieuw ontwerp gemaakt voor het frame van de absorber. Hierbij is de conclusie dat de hoek zo groot mogelijk gemaakt moet worden. Daarom is besloten om de klemstijl in 2 delen op te delen en deze aan beide zijdes te bevestigen. De ene klemstijl is hierbij wat kleiner dan de ander, zie afbeelding 6.12. Dit kan, omdat het onderdeel op de kantbank gemaakt zal worden en omdat de oplage van het product niet groot zal worden. Het uiteindelijke ontwerp van het frame is te zien in afbeelding 6.13.



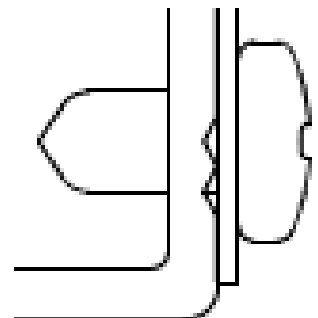
Afbeelding 6.12



Afbeelding 6.13

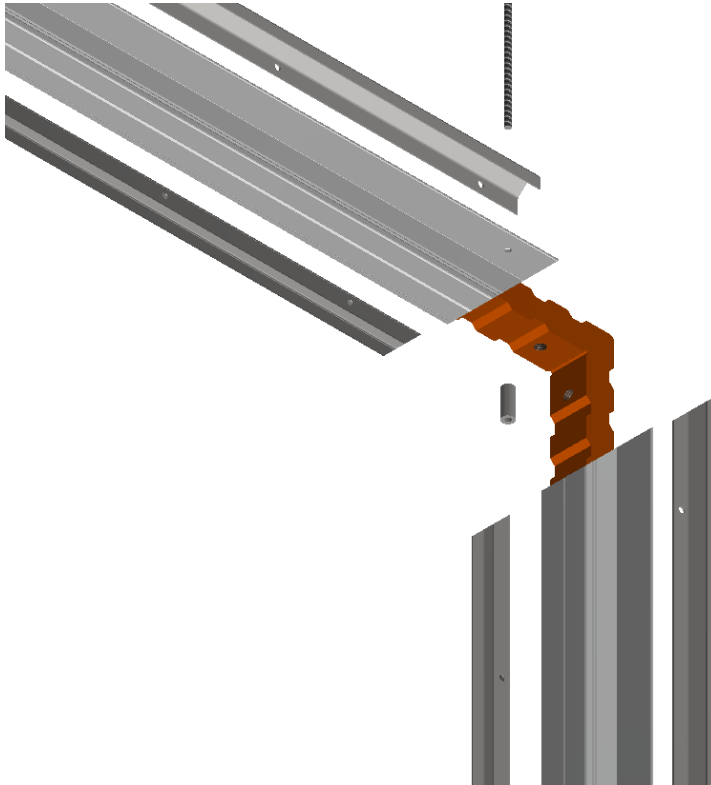
Waarom voor deze manier van klemmen gekozen:

- Losse klemstijlen zorgt ervoor dat er gevarieerd kan worden per kant van de absorber.
- Ook kan door losse klemstijlen hoek 5 groter gemaakt worden.
- Hout zal relatief het minst verkocht worden. Het is dus gewenst om een klem te hebben die werkt met metaal en doek. Je zal dan een aanpassing moeten doen wanneer je hout als voorzijde wilt.



Afbeelding 6.14

- Het verschil tussen hout en metaal als voorzijde zit hem in de lengte van de klemstijl. Wanneer voor alle drie de voorzijdes dezelfde korte klemstijl gebruikt zou worden, kan het doek er niet ver genoeg in gedrukt worden.
- De klemstijl wordt niet volledig machinaal gemaakt en daarom is het makkelijker om hier twee varianten voor te maken, zodat zowel hout als metaal een verschillende klemstijl heeft. Het opnieuw moeten instellen van de machine zal meer tijd kosten maar er zal geen grote nieuwe investering gedaan hoeven te worden.
- De twee inkepingen in het aluminium profiel bepalen waar de schroeven bevestigd moeten worden voor zowel een voorzijde van doek als een van metaal of hout. De peesdoek is dikker en daarom moet er wat meer ruimte zijn tussen de klemstijl en het aluminium profiel en kan de klemstijl wat lager vastgeschroefd worden. (afbeelding 6.14)



Afbeelding 6.15: exploded view frame

6.4 Aanbeveling houten voorzijde

Omdat voor het ontwerpen van het frame van de absorber al is bepaald hoe dik de houten voorzijde gaat worden, hoeven deze twee onderwerpen niet met elkaar gekoppeld te worden.

Na de analyse van de verschillende aanbieders van houten plaatmateriaal, werd duidelijk dat er gebruik gemaakt moet worden van multiplex als voorzijde. Multiplex is een plaatmateriaal dat bestaat uit meerdere lagen geschaafd hout. Doordat deze lagen steeds 90 graden gedraaid worden ten opzichte van de vorige laag kan je een relatief dunne, maar toch stevige plaat maken. Dit heeft te maken met de vezels in het hout, die altijd een kant oplopen. Wanneer je deze vezels steeds haaks op elkaar legt wordt buiging van de plaat veel moeilijker gemaakt. Een bijkomend voordeel is dat de plaat er nog steeds uit ziet als de houtsoort waar het van is gemaakt.

Er is met meerdere bedrijven contact opgenomen, en hieruit komen verschillende mogelijkheden naar voren. Allereerst zijn er al niet zoveel bedrijven te vinden die zowel multiplex leveren als het zelf bewerken. De standaard maat voor dit multiplex is 4 mm. Dit kan dus meegenomen worden in het ontwerp voor de klem in

de absorber. Veel bedrijven leveren alleen multiplex of bewerken het alleen. Daardoor zal je zelf vervoer moeten regelen tussen deze bedrijven wat het duurder maakt.

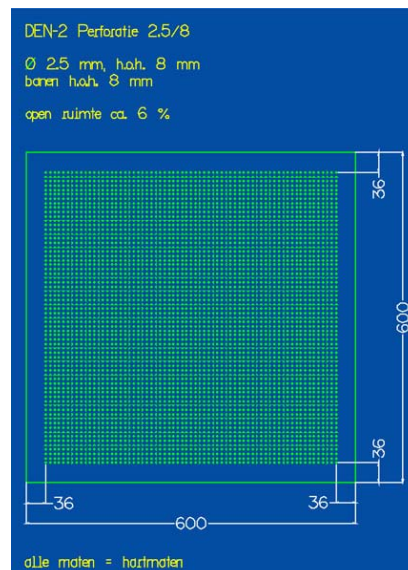
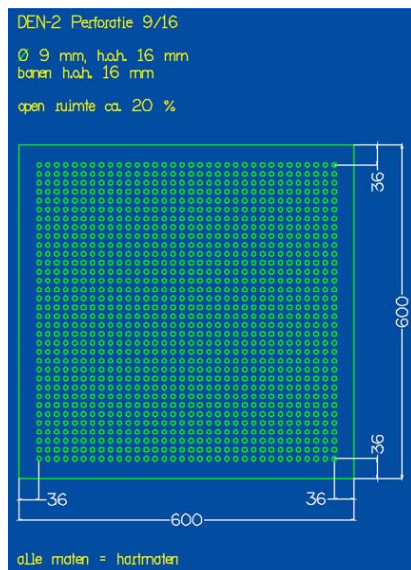
Na het inwinnen van informatie zijn er 2 mogelijkheden waaruit gekozen kan worden.

Het bedrijf Den-2 uit Woerden biedt de mogelijkheid om een plaat te leveren die geperforeerd wordt. Hierbij biedt het bedrijf een aantal standaard perforatiepatronen. Bij deze perforaties staat de perforatiegraad vermeld. Doordat deze patronen standaard zijn, drukt het de prijs heel erg, omdat er niet veel arbeidsintensief werk verricht hoeft te worden. Het soort multiplex dat zij aanbieden is Okoumé en is te zien op afbeelding 6.16.



Afbeelding 6.16

Zoals gezegd biedt Den-2 een aantal standaard perforaties. Er is een perforatiegraad gewenst die ligt tussen de 20% en 30%. Den-2 biedt dit wel aan, maar hierbij is de gatdiameter 9mm. Dit is groot, en je kunt bij deze diameter door de houten plaat heen kijken. Een mogelijkheid is daarom om zwart doek achter de plaat te bevestigen. Een perforatiepatroon met een kleinere diameter biedt Den-2 ook, maar hierbij is de perforatiegraad van de plaat veel lager. Je moet hier rekening houden dat je een groter oppervlak nodig hebt om de zelfde mate van absorptie te bereiken. Beide patronen zijn respectievelijk te zien in afbeelding 6.17 en 6.18.



Afbeelding 6.17 en 6.18

De absorptie van de plaat hangt af van zowel de perforatiegraad van de plaat als van het materiaal dat erachter zit. Wanneer je precies wilt weten wat de mate van absorptie van je geheel is zal je dit moeten meten.

Naast Den-2 is er een tweetal bedrijven dat niet met behulp van standaard patronen perforeren, maar dat vrij is in de diameter en de afstanden. Echter komt hierbij een nadeel naar voren, namelijk de hoeveelheid gaten. Wanneer je een kleine diameter en kleine afstanden kiest moeten er zoveel gaten geboord worden dat dit niet realistisch is om te doen, omdat dan de machine dag en nacht aan moet staan. Dit gaat bovendien veel meer kosten dan de standaard patronen. Dit is dus geen mogelijkheid.

Overigens maakt de dikte van het hout geen verschil voor de mogelijkheden tot perforatie. De mogelijkheden zijn nou eenmaal beperkter dan bij het perforeren van metalen platen. Bij metalen platen kunnen de gaten op relatief kleine afstanden van elkaar geponst worden, terwijl je bij hout hiermee het materiaal stuk maakt. Boren is vereist wat nou eenmaal een intensiever proces is.

Kijkend naar het kostenaspect is de keuze voor een standaard patroon de meest logische. Omdat het 9mm patroon de juiste perforatiegraad heeft, is hier een offerte voor aangevraagd. Pas later bleek dat het bijbehorende gatdiameter eigenlijk niet gewenst is, en daarom is gekeken naar de mogelijkheid van een kleinere diameter. Omdat deze diameter een lagere perforatiegraad met zich meebrengt, zal er een groter paneel gemaakt moeten worden wanneer er voor deze optie gekozen wordt. Een perforatiegraad tussen de 20 en de 30 procent is ideaal, maar kleiner is ook mogelijk. Qua prijs zullen de patronen niet ver uit elkaar liggen, omdat het een standaard patroon is en de machine dus maar eenmalig ingesteld hoeft te worden.

aantal	Prijs per m ²
10	36,50
50	24,75
100	21,45
Doek achter houten paneel	4,90

De aanbeveling voor het houten paneel verschilt per situatie en hangt af van een aantal factoren. Waar rekening mee gehouden moet worden is de prijs, de uitstraling van de gaten en de mate van absorptie. Wanneer je de absorptie coëfficiënt van de absorber weet kun je bepalen hoeveel m² absorber er nodig is per ruimte. Wanneer een kleinere perforatiegraad genomen wordt zal dit oppervlak groter moeten worden. Om precies te weten hoe groot zal opnieuw de absorptie-coëfficiënt bepaald moeten worden.

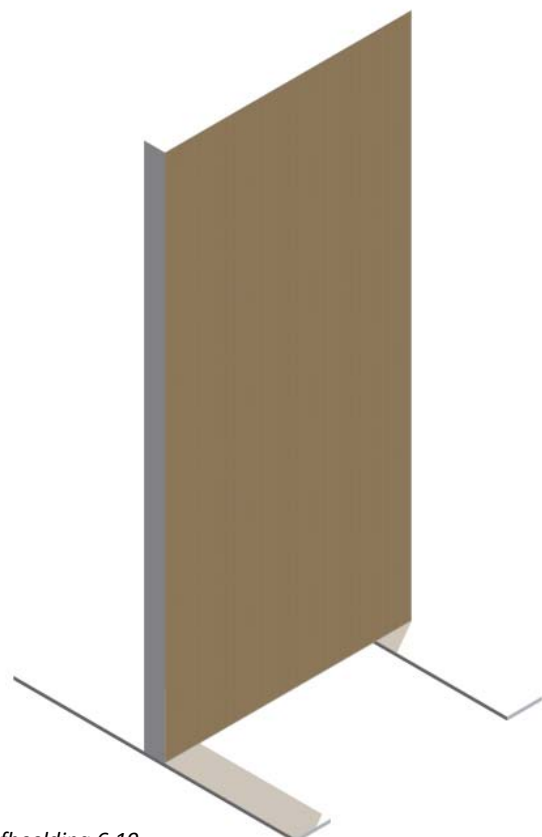
Het is aan te raden een standaard patroon te kiezen omdat dit de productietijd en kosten erg drukt. Wanneer de absorber op een plek komt te hangen waar hij niet erg in het zicht hangt kan gekozen worden voor de 9mm diameter variant.

Wanneer de absorber wel in het zicht komt te hangen kan de architect zelf de afweging maken tussen de verschillende patronen. In het achterhoofd houdend dat dit consequenties heeft met betrekking tot de afmetingen van de absorber.

6.5 Standaard en koppellement

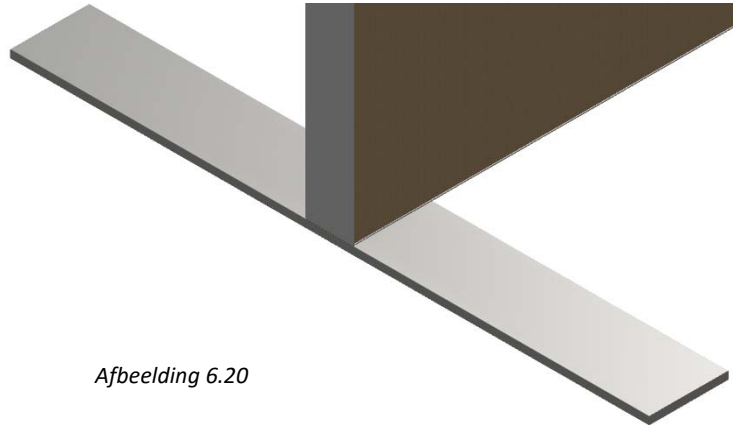
6.5.1 Standaard

De standaard is ontworpen aan de hand van de schetsen, feedback hierop en de stijl van Maars. Tijdens het ontwerp zal ook het programma van eisen steeds als leidraad worden gebruikt. Deze is te vinden op pagina 23. Er wordt op gelet hoe het geheel geproduceerd kan worden, en hoe het zo makkelijk mogelijk op locatie te monteren is. Het totaalbeeld van de absorber met standaard is te zien op afbeelding 6.19. het ontwerp wordt zo simpel mogelijk gehouden, dit past goed bij het strakke uiterlijk van de rest van de absorber.

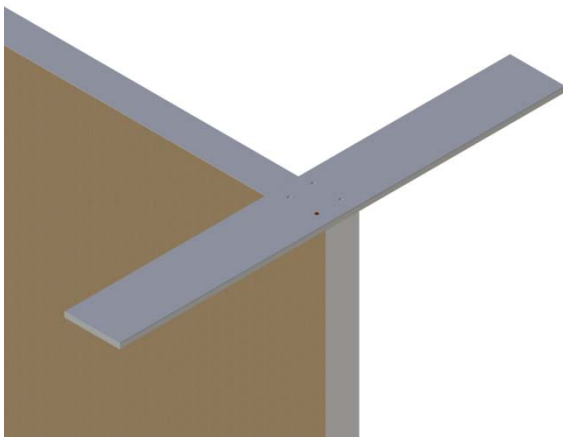


Afbeelding 6.19

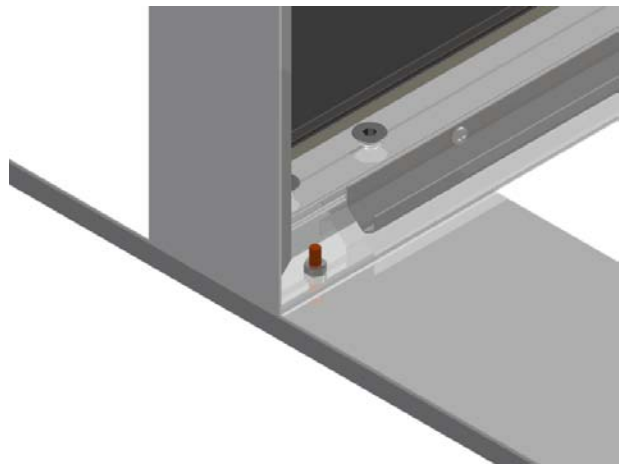
De standaard is gemaakt van een platte aluminium staf. (afbeelding 6.20) Dit is een stevige manier van plaatsen, het zwaartepunt bevindt zich namelijk zo dicht mogelijk bij de grond. Ook is de standaard makkelijk te bevestigen. Doordat er al 2 gaten met schroefdraad aanwezig zijn in de absorber, kunnen hier makkelijk bouten in worden vastgedraaid. Op deze manier worden de 2 poten dan ook bevestigd. Dit is te zien op afbeelding 6.21 en 6.22.



Afbeelding 6.20



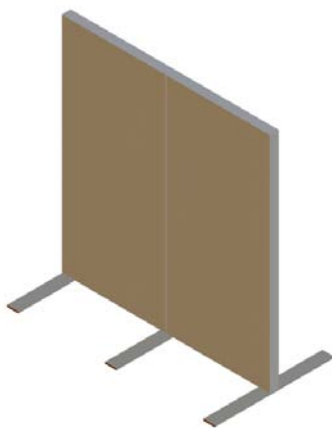
Afbeelding 6.21



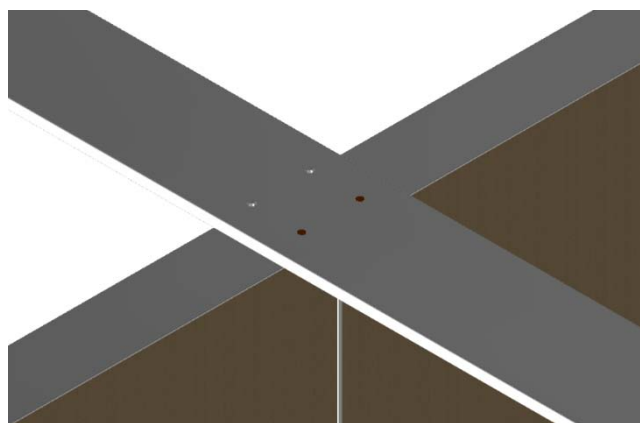
Afbeelding 6.22

6.5.2 Koppelen

Het koppelen van twee absorbers recht aan elkaar is makkelijk te doen. Er kan een poot van de standaard aan twee absorbers bevestigd worden, zoals te zien op afbeelding 6.23. In afbeelding 6.24 is te zien hoe dit er vanaf onderaf uit ziet.



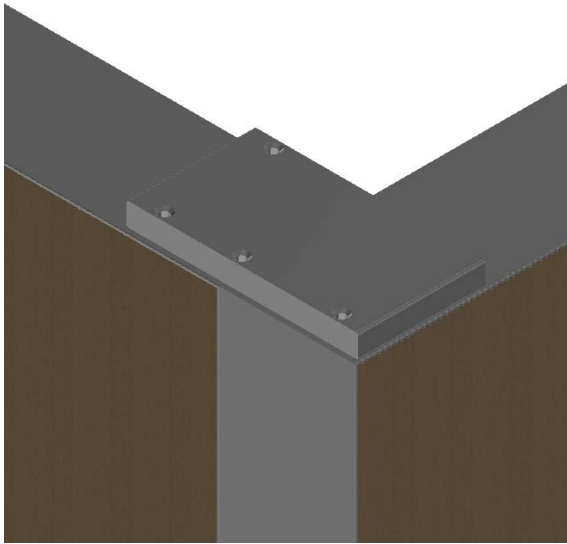
Afbeelding 6.23



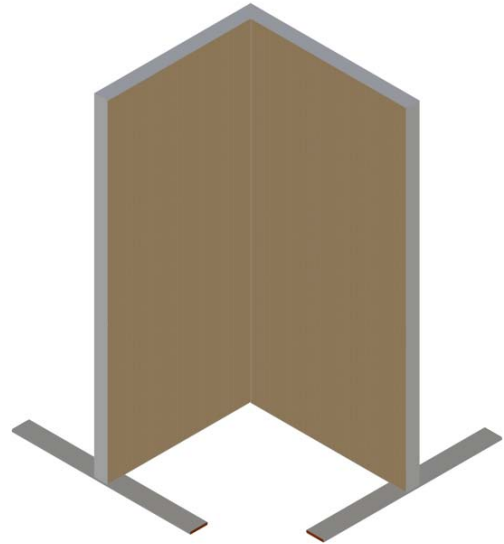
Afbeelding6.24

Het koppelen van de absorbers onder een hoek is ook mogelijk. Er wordt dan gebruik gemaakt van het hoekstuk dat te zien is op afbeelding 6.25. Dit hoekstuk kan van hetzelfde profiel afgezaagd worden als de standaard, en is daarom makkelijk te maken. Door dit stuk aan beide absorbers vast te maken zitten de absorbers aan elkaar. Dit is te zien op afbeelding 6.26. Er moet bij beide absorbers wel een poot weggehaald worden omdat deze anders in conflict met elkaar komen.

Er kan ook gekozen worden om dit hoekstuk op de plaats van de andere standaards te plaatsen, waardoor er helemaal geen standaard meer nodig is. Er zal dan eerst wel gekeken moeten worden of er geen kieren tussen de absorbers komen omdat ze gaan 'hangen'.



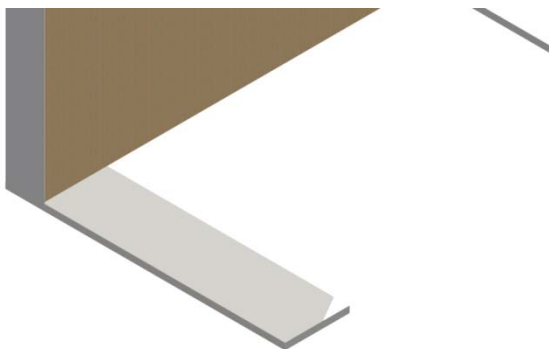
Afbeelding 6.25



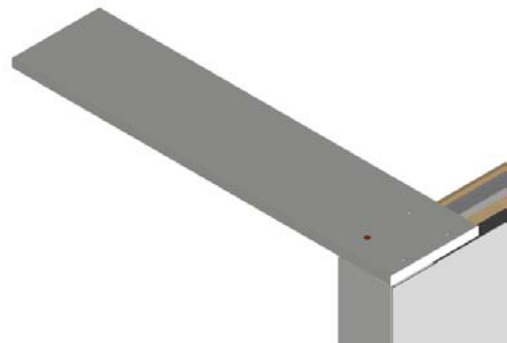
Afbeelding 6.26

6.5.3 Standaard tegen de muur

Wanneer de absorber tegen de muur geplaatst moet worden kan er een ingekorte versie van de standaard worden gebruikt. Deze is aan één kant afgezaagd. Deze variant is te zien op afbeelding 6.27 en 6.28.



Afbeelding 6.27



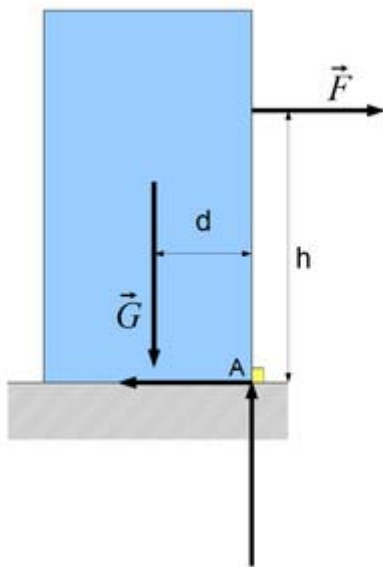
Afbeelding 6.28

6.5.4 Berekenen van de lengte van de standaard

Bij het berekenen van de lengte van de standaard moet gekeken worden bij welke kracht tegen de absorber deze zal gaan kantelen.

Hierbij wordt er een situatie geschetst dat er een persoon tegen de absorber aanleunt of valt, en dat de wrijving tussen standaard en de vloer groot genoeg is dat het geheel niet zal gaan schuiven. In de realiteit zal deze wrijving waarschijnlijk niet groot genoeg zijn, omdat de absorber op een gladde ondergrond staat. Het is echter wel mogelijk dat er aan één kant van de absorber iets aanwezig is dat het glijden van de absorber tegengaat, zoals een kastje, waardoor de absorber alsnog zal gaan kantelen.

Dit kantelen zal voorkomen kunnen worden door de standaard van de absorber langer te maken waardoor het kantelpunt verder van het zwaartepunt komt te liggen. Wanneer uit deze berekening een waarde komt die niet realiseerbaar is in de omgeving waar de absorber zal komen te staan, kunnen er gewichten in de standaard geplaatst worden waardoor het zwaartepunt van het geheel dichterbij de grond komt te liggen.



Afbeelding 6.29 en 6.30

Het geheel zal kantelen als $F * h \geq G * d$

G is totaal massa x gravitatieconstante. Omdat het geheel symmetrisch geldt: $d = \frac{L}{2}$

Massa van de standaard is soortelijke massa * lengte * oppervlak van de standaard (dikte van de plaat * de omtrek) * 2 (2 standaards)

$$\rho = 2755 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{opp. standaard} = 0,01 * 0,1 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$m \text{ standaard} = \rho * \text{opp. standaard} * L = 2,755L$$

$$\text{Dus } G = m \text{ standaard} * 9,81 + m \text{ absorber} * 9,81 = 27,03L + 101,172 * 9,81$$

Kracht F bepalen door verdeling krachten. Leunen gebeurt onder een maximale hoek van 20 graden (ongeveer)

Gemiddeld gewicht Nederlandse man: 86kg met een gemiddelde lengte van 181cm.

$$\text{Bepaling kracht F op de absorber: } \tan(20) * 86 * 9,81 = 307,1 \text{ N (Afbeelding 6.29)}$$

De formule ombouwen en alle variabelen invullen

$$G * d - F * h = 0$$

$$27,03L * 0,5L + 101,172 * 9,81 * 0,5L - 307,1 * 1,5 = 0$$

$$13,51L^2 + 496,25L - 460,65 = 0$$

L bepalen d.m.v. abc-formule geeft $L=90\text{cm}$
 Per zijde zal de standaard dus 45cm uitsteken.

Wanneer het gewicht van de absorber lichter is, wat aannemelijk is omdat de berekening gedaan is met de zwaarste variant, zal de lengte van de standaard nog groter moeten zijn om niet om te vallen. Daarom wordt aanbevolen de absorber, zo laag of licht te maken dat hij geen ernstige schade kan aanrichten tijdens het omvallen. Mocht hij toch groter worden dan verdient het de voorkeur deze in de buurt van een wand, of tegen de wand plaatsen zodat de absorber niet ergens op kan vallen.

Een groter oppervlak van de standaard heeft hier verder geen invloed op.

Daar staat tegenover dat de ondergrond meestal wel mee zal geven en de absorber dus eerder zal gaan glijden dan omvallen wanneer hier een kracht tegenaan komt.

6.6 Kostenindicatie

Nu bekend is welke onderdelen er gebruikt gaan worden en hoe de absorber opgebouwd gaat worden kan een gerichte prijsindicatie gemaakt worden.

Tijdens het bepalen van de kosten voor het maken van de absorber samen met de ophanging spelen vele factoren mee. Hieronder is een lijst te zien met factoren die meespelen in het bepalen van de totale kosten. Hierin is alleen de absorber zelf en het ophangstelsel meegenomen. De standaard is bewust buiten beschouwing gelaten, omdat deze zich nog te veel in conceptfase bevindt en het dus niet veel zin heeft om hier nu al een kosteninschatting voor te maken.

Voor het bepalen een kostprijs voor de absorber is uitgegaan van een absorber van 1500×1000 dus $1,5\text{m}^2$

Factoren die meespelen in bepalen van de kosten:

Prijs in te kopen onderdelen (staaldraad; bouten; moeren; etc.)

Kosten om zelf te maken onderdelen te produceren

- materiaalprijs
- arbeidsuren
 - insteltijd machine
 - aantal bewerkingen per onderdeel
- het laten maken van bepaalde onderdelen
 - eenmalige kosten (mal)
 - vaste kosten (per onderdeel/meter)
- kosten afmonteren
 - tijd nodig door personeel om geheel in elkaar te zetten
- verlies etc.
 - vaste kostenpost die rekening houdt met verlies van onderdelen en materiaal.

Met al deze punten moet rekening gehouden worden voor het maken van een gerichte kosteninschatting.

Omdat het, vooral voor het maken van de onderdelen, erg lastig is een gerichte kostenschatting te maken, is dit gedaan door een specialist in het bedrijf. Daarnaast is ook een schatting gemaakt voor de kosten voor het afmonteren. De rest van de berekening is te vinden in bijlage XIV.

De totale kostenprijs voor een absorber met een houten of metalen voorzijde wordt geschat op 324 euro en voor een absorber met doek op $287,50$ euro.

Het goedkoper maken van de absorber kan op een aantal manieren:

- Grotere oplage. Dit betekent een lagere prijs voor de houten panelen, en dat de prijs van de mal over meer absorbers verdeeld kan worden. Dit zal veel gaan schelen in de kosten.
- Ook zal dit erg schelen in arbeidsuren. Omdat de machines relatief minder vaak ingesteld hoeven te worden en het dus relatief minder tijd zal kosten om de onderdelen te maken.
- Zoeken naar goedkopere onderdelen. Het draad met terminal is aan de dure kant voor wat je ervoor krijgt.

7 Conclusie, aanbevelingen en reflectie

7. 1 Conclusie

Het doel dat aan het begin van de opdracht gesteld is, namelijk een product afleveren dat praktisch productie klaar is, is niet geheel behaald. Het product is echter wel een flinke stap dichterbij het ontwikkelen tot een volwaardig product gekomen.

Ophanging

Het ontwerpen van een ophangstelsel was het hoofddoel van de opdracht. De basis voor deze ophanging is gelegd, en er is ook een tweetal testen gedaan ter detaillering van het concept. Ook zijn er manieren van bevestigen aan zowel de absorber als aan de klem aan de bovenplint gevonden die zouden volstaan in een eindproduct.

Verbeteren van het klemprofiel in de absorber

Het was de bedoeling om het bestaande ontwerp te detailleren en dit is ook geprobeerd. De klem moest zowel het doek als de metalen en houten plaat vast kunnen klemmen, waar een aantal problemen bij kwam kijken. Deze problemen zijn meegenomen in een nieuw ontwerp, waarna dit is getest. Na deze test is een nieuw ontwerp gemaakt voor de klem. Uit de conclusies van de test kan worden voorspeld dat het nieuwe ontwerp beter zal werken dan het bestaande ontwerp. Dit moet bewezen worden in nieuwe tests, en daarnaast zullen de precieze maten nog bepaald moeten worden.

Zoeken naar een houten voorzijde

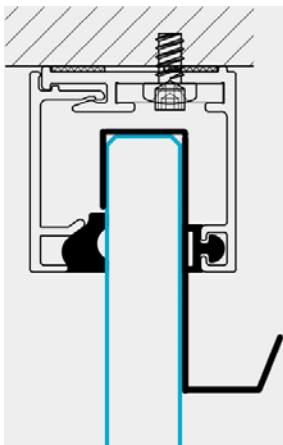
Het doel was een houten geperforeerde voorzijde te vinden met kleine gaten en een perforatiegraad tussen de 20 en 30 procent. Deze plaat moest ook nog eens zo goedkoop mogelijk zijn. Tijdens het zoeken hiernaar leerde ik dat dit niet mogelijk is. Er is daarom een aantal mogelijkheden voorgelegd waaruit Maars zal moeten kiezen. Het doel is dus niet gehaald, maar achteraf bleek ook dat dit niet mogelijk is, omdat de combinatie van eisen niet aangeboden wordt.

Het ontwerpen van een standaard

Het ontwerpen van de standaard is tijdens het proces anders gegaan dan van tevoren gedacht. De minimalistische stijl in de producten van Maars zorgde er op een gegeven moment voor dat het esthetische ontwerpen plaats maakte voor het zoeken naar de best produceerbare en makkelijkste/goedkoopste oplossing. Vandaar dat het ontwerp simpel is gehouden. Het ontwerp voldoet echter wel aan de eisen die vooraf gesteld zijn voor de standaard dus in die zin is de doelstelling behaald.

7.2 Aanbevelingen

- De bemating van het profiel van Lalinea moet nog aangepast worden zodat het tussen het plafond en het profiel door kan. Dit probleem is te laat ontdekt om nog binne de stageperiode aangepast te worden. Ook kan dit een probleem worden met het zetten van het profiel, omdat hiervoor een minimale maat vereist is.
- De klem van Horizon is te bevestigen aan de bovenplint. Dit moet wel onder één voorwaarde gebeuren en dat is dat op het punt waar de klem opgehangen wordt het systeemplafond loodrecht verstevigd moet worden aan het betonplafond.
Dit komt omdat de kracht die op de bovenplint komt door de absorber niet wordt overgedragen aan het wandpaneel. De bovenplint houdt het wandpaneel namelijk alleen staande, zonder dat deze er echt aan vast zit. Alle kracht komt dus op de bovenplint en die is op zichzelf stevig genoeg, maar geeft de kracht door aan het systeemplafond. Deze is in veel gevallen niet stevig genoeg en dus moet er een maatregel genomen worden.
De reden dat de klem niet om het glazen wandpaneel vast zit is dat hij hierop sowieso zal gaan doorbuigen. Dit komt omdat de klem los om het glazen paneel komt te zitten, wat niet het geval is bij de andere wandsystemen. (afbeelding 7.1)
Ook hier betreft het een probleem dat te laat is geconstateerd.
- Bij Styleline rust de klem niet geheel op het paneel. Er zal dus getest moeten worden of de plint niet doorbuigt zoals waarschijnlijk ook het geval is bij Horizon. Er zit maar een kleine ruimte tussen de bovenplint en het wandpaneel dus misschien zal het gewicht van de absorber alsnog op het paneel komen te staan.
- Er zal getest moeten worden of het klemmetje dat het draad in de absorber houdt stevig genoeg is. Anders moet hier een ander onderdeel voor gezocht worden. Dit is geen groot probleem omdat het aanbod om draad vast te klemmen groot is.
- Er moet gezocht worden naar een goedkopere versie voor de binnendraadse terminal. Binnen Europa is dit lastig maar misschien is het aanbod daarbuiten goedkoper.
- Er moet getest worden of de klem wel tussen het rubber en het glas door te duwen is bij Horizon. Als dit niet het geval is zal misschien de bemating van de klem aangepast moeten worden of het onderdeel zou van verenstaal gemaakt kunnen worden.



Afbeelding 7.1

7.3 Reflectie op procesgang

Voor mij is de bachelor eindopdracht bij Maars een leerzame ervaring geweest. Ik heb kunnen ervaren hoe het ontwerpproces er in de realiteit aan toe gaat en heb ondervonden dat dit niet altijd volgens hetzelfde patroon gaat zoals bij de projecten tijdens de studie. Dit was voor mij soms best lastig overschakelen. Zo heb ik bijvoorbeeld veel tijd gestopt in het online onderzoek doen naar de verschillende manieren van ophanging. Achteraf gezien had ik deze tijd beter kunnen stoppen in het goed leren kennen van de producten van Maars. Als ik dat had gedaan dan zou ik in een eerder stadium van het proces de limieten van het ontwerpen van het ophangstelsel in de gaten hebben gehad en had ik doelgerichter kunnen ontwerpen. Nu gebeurde het namelijk dat ik soms relatief laat in het ontwerpproces bepaalde restricties tegen kwam waardoor het ontwerp aangepast moest worden.

Naast het feit dat dit soms lastig ging denk ik toch dat ik een degelijk concept heb afgeleverd. Zowel het ophangstelsel en de standaard vereisen nog verdere detaillering door testen. Hier was echter niet genoeg tijd meer voor.

7.4 Referentielijst

Maars Partition Systems B.V. (2016) [18-04-2016]; verkregen van:
<https://maarslivingwalls.nl/media/documents/nl/brochures/tech-spec-LaLinea-NL.pdf>

Maars Partition Systems B.V. (2016) [18-04-2016]; verkregen van:
<https://maarslivingwalls.nl/media/documents/nl/brochures/tech-spec-string2-NL.pdf>

Maars Partition Systems B.V. (2016) [18-04-2016]; verkregen van:
<https://maarslivingwalls.nl/media/documents/nl/brochures/tech-spec-Metaline-NL.pdf>

Maars Partition Systems B.V. (2016) [18-04-2016]; verkregen van:
<https://maarslivingwalls.nl/media/documents/nl/brochures/Datasheet-Horizon-NL.pdf>

Maars Partition Systems B.V. (2016) [18-04-2016]; verkregen van:
<https://maarslivingwalls.nl/media/documents/nl/brochures/tech-spec-Styleline-NL.pdf>

Maars Partition Systems B.V. (2016) [26-04-2016]; verkregen van:
<https://maarslivingwalls.nl/get-inspired>

STAS B.V. (2016) [20-04-2016]; verkregen van:
<http://product.stas.nl/nl/wandsystemen/stas-j-rail-max/stas-j-rail-max.html>

ARTITEQ (2016) [21-04-2016]; verkregen van:
<https://www.artiteq.com/en/>

Nagalmtijdformules afgeleid Sabine en Eyring (2016) [25-04-2016]; vergregen van:
http://bk.nijsnet.com/0206010_TH04_Nagalm.aspx

SilenceSolutions GmbH (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://silencesolutions.de/>

Incatro Room Acoustics B.V. (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://www.incatro.nl/producten/artpanel/>

Brakels Akoutistc Solutions B.V. (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://www.brakels.nl/akoestische-panelen/akoestische-roomdividers>

Saint-Gobain Ecophon A.B. (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://www.ecophon.com/en/products/Vertical-applications/Akusto/>

Brakels Akoutistc Solutions B.V. (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://www.fantoni.it/en/home/sistemi-fonoassorbenti-e-radianti.html>

Fantoni Group (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://zcc-raumakustik.ch/en/product-showcase/sound-absorber-en/>

Decustik (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://www.decustik.com/en/acoustic-panels/perforated-acoustic-panels>

Glimakra (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://www.glimakra.com/P-R-O-D-U-C-T-S.htm>

Lindner Group (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
https://www.lindner-group.com/Ochota_Office_Warsaw_en.Lindner/products/partition-systems/acoustics-solutions.html

acousticpearls GmbH (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://www.acousticpearls.de/en/acoustic-panels/open-space-office.html>

Caimi Brevetti S.p.A. (2016) [22-04-2016]; verkregen van:
<http://www.caimi.com/en/>

FHT Perslucht B.V. (2016) [26-04-2016]; verkregen van:
<https://www.fhtperslucht.nl/>

ICH B.V. (2016) [26-04-2016]; verkregen van:
<https://www.pneumatiek.nl/default.asp?gclid=CM-ch9W3hc8CFQaVGwodnhsKSQ>

J. Schmalz GmbH (2016) [26-04-2016]; verkregen van:
<https://www.schmalz.com/en/>

FHT Perslucht B.V. (2016) [26-04-2016]; verkregen van:
<https://www.vacupro.com/>

Verder is er ofwel via de mail ofwel telefonisch informatie ingewonnen bij

Boerboom Hout B.V. te Bergeijk

Den-2 B.V. te Woerden

Optima plaatbewerkingen B.V. te Drunen

Van Drenth Groep te Culemborg

Verdouw bouwproducten te Gouda

Wobben Houthandel B.V. te Nieuwleusen

Er is veel informatie verkregen door gesprekken binnen Maars met

Dalen, Paul. van,	(inkoop)
Graaf, M. de,	(medewerker R&D)
Jonker, J.	(medewerker product engineering)
Joseph, J.	(medewerker R&D)
Luu, X.	(medewerker R&D)
Maat, E.	(special projects manager)
Menzo, W.	(manager R&D)