



Bachelor opdracht vitriwand

GLAS & WANDEN

**Het ontwikkelen
van een nieuw type
systeemwand geschikt
voor massaproductie**

Het ontwikkelen van een nieuw type systeemwand geschikt voor massaproductie

Dit verslag is bestemd voor docenten van de Universiteit Twente te Enschede namens de studie Industrieel Ontwerpen, Bachelor 3.

De verantwoordelijke persoon voor dit verslag is:

Naam:	Studentnummer:	Emailadres:
Knoed Horck	s1366688	k.j.horck@student.utwente.nl

Project:	Bachelor opdracht
1e Tutor:	IR. I.F. Lutters-Weustink (Ilanit)
2e Tutor:	PROF. DR. IR. A.O. Eger (Arthur)
begeleider:	Wim Ooitink

Titel:	Bachelor opdracht
Ondertitel:	Het ontwikkelen van een nieuw type systeemwand geschikt voor massaproductie

Datum Publicatie:	6 juli 2015
Aantal pagina's:	65

Handtekening:

Knoed Horck (s1366688)

© Copyright 2015, Enschede

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

Samenvatting	6.
1. Inleiding	7.
2. Analyse	8.
2.1 Bedrijfsanalyse	10.
2.2 Productanalyse	11.
2.3 Geluidsanalyse	20.
2.4 Glasanalyse	21.
2.5 Sfeerimpressies	22.
2.6 Programma van eisen	23.
3. Ideefase	24.
4. Conceptfase	31.
4.1 Concept 1	32.
4.2 Concept 2	33.
4.3 Concept 3	34.
4.4 Conceptkeuze	35.
5. Conceptuitwerking	36.
5.1 Conceptuitwerking	38.
5.2 Sterkte test	41.
6. Conceptuitwerking 2	43.
6.1 Conceptuitwerking 2	44.
6.2 Montage	48.
6.3 Glasopties	52.

7. Evaluatie	54.
7.1 Materiaalspanningen	56.
7.2 Kostenberekening	58.
8. Conclusies en aanbevelingen	60.
8.1 Conclusies	62.
8.2 Aanbevelingen	63.
9. Reflectie	64.
Referenties	65.

Bijlages

- Bijlage A – Verzameling van bestaande systeemwanden
- Bijlage B – Ideeschetsen
- Bijlage C – Sterkte berekening glazen mono-blok
- Bijlage D – Conceptuitwerking
- Bijlage E – Krachten valsituatie + massatraagheidsmomenten
- Bijlage F – Conceptuitwerking 2
- Bijlage G – Kostenberekening

Samenvatting

Samenvatting

Tijdens de analysefase is er inzicht verkregen in de markt van de systeemwanden. Er is gekeken naar Vitriwand zelf. Hoe dit bedrijf in de markt staat, wat zijn doelstellingen zijn en welke doelgroepen het wil aanspreken. Vitriwand wil zichzelf in de markt zetten als goedkoopste oplossing, maar het woord goedkoop zal in hun communicatie nooit gebruikt worden. Vitriwand verwoordt dit liever als een correcte prijs.

Daarnaast is er gekeken welke producten het bedrijf zelf aanbiedt, hoe deze geplaatst worden, maar ook uit welke materialen deze bestaan. Verder is er gekeken naar producten welke door de concurrenten aangeboden worden. Deze verschillende producten zijn onderverdeeld in een aantal veel gebruikte systemen: het mono-blok, het di-blok en de op-het-werk montage. Deze panelen kunnen door middel van een Omega-profiel, T-profiel, O-voeg of een open voeg met elkaar verbonden worden.

Behalve deze dichte panelen bevatten de systeemwanden ook vaak glas. Dit glas kan in profielen bevestigd zijn welke net als de panelen met elkaar verbonden kunnen worden, maar dit kan ook zonder profielen. Elke methode heeft zijn eigen voor- en nadelen wat betreft montage en uitstraling.

Naast de systeemwandenmarkt, is er ook naar andere markten uit de bouwsector gekeken om technieken uit deze markten in de systeemwandenbranche te gebruiken. Er is onderzocht hoe geluid zich door materialen transporteert, en hoe dit het beste tegen gegaan kan worden.

Dit geluid kan zich direct door de systeemwand transporteren, maar ook via aangrenzende constructies, die door de wand in trilling gebracht worden. Tevens wordt het geluid ook rechtstreeks via de omringende constructies naar de aangrenzende ruimtes getransporteerd. Alleen de eerste twee transportmogelijkheden zijn door de systeemwandontwikkelaar te beïnvloeden.

Uit de glasanalyse bleek dat het verplicht is veiligheidsglas toe te passen. Dit zijn voornamelijk diktes tussen de zes en tien millimeter. De analysefase is afgerond door middel van twee sfeerimpressies waaruit de eis ontstond voor de naadloze aansluiting tussen het glas en het paneel.

Tijdens de ideefase zijn er vier hoofdzaken in gedachten gehouden: "de manier van monteren", "de mate van geluidsisolatie", "de manier van krachtenoverdracht in de wand" en "de uitstraling van de wand". Aan de hand van deze vier hoofdzaken zijn de drie concepten ontstaan.

Concept 1 bestaat uit verlijmd glas mono-blokken in combinatie met dichte mono-blokken. Concept 2 bestaat uit ingeklemde glas mono-blokken in combinatie met zelfdragende, dichte di-blokken. Tot slot is concept 3 een combinatie van glas di-blokken in combinatie met zelfdragende, dichte di-blokken.

Vervolgens is concept 1 verder uitgewerkt. De profielen zijn zo ontworpen dat deze op verschillende profielen kunnen klikken. Zo kunnen de glasprofielen zowel op de stelbak, als op de paneelprofielen worden bevestigd. Deze paneelprofielen kunnen ook zelf op de stelbak bevestigd worden. Het doel van de conceptuitwerking is om de profielen te optimaliseren en het aantal profielen te verminderen. Uiteindelijk bleek de verbinding tussen het glas en het paneel in concept 1 niet van voldoende sterkte.

Nadat de uitwerking van concept 1 niet mogelijk bleek te zijn, is concept 2 uitgewerkt tot een volledig computermodel, waar vervolgens door middel van Ansys Workbench een krachtenanalyse op uitgevoerd is. Per onderdeel is er onderzocht welke spanningen er in het materiaal ontstonden. Hieruit bleek dat de wand heel bleef wanneer er een persoon tegen aan zou vallen.

Tot slot is er een kostenberekening gedaan waaruit bleek dat er wel aan de gestelde eis voldaan is met betrekking tot de kosten van het glas gedeelte van de wand. De kosten van het dichte gedeelte van de wand bleken boven de gestelde eis te liggen.

Summary

During the analysis phase insights into the market of system walls were gained. Also the company Vitriwand has been researched. How does this company stand in the market, what are the goals of the company and at which target group does it target. Vitriwand wants to put itself in the market as the cheapest solution, but the word cheap will never be used in their communication. Vitriwand expresses it rather as a fair price.

There is studied which products the company does offer, how these products are installed, but also of which materials the products are made. Furthermore there is studied what competitors offer. These various products are divided into a number of frequently used systems: the mono-block, the di-block, and the in the workplace assembly. These panels can be attached to each other by an Omega-profile, T-profile, O-joint or an open joint.

Besides these solid panels the system wall often contains glass elements. These glass elements can be mounted into profiles (which can be attached to other glass profiles or panels in the same way as other panels), or the glass could be attached to another glass panel without any profiles. Each method has its own advantages and disadvantages concerning mounting and appearance.

Besides the system wall market, also other markets in the building sector are studied to use techniques from these markets in the system wall industry. There has been investigated how sound travels through walls and how this can be reduced the best.

Sound can transport directly through the system wall, but also through adjacent building structures that resonance through the vibrating system wall. Furthermore the sound travels directly from room to room through the building structure itself. Only the first two travel options are modifiable by a system wall designer.

The glass analysis showed that it was required to apply safety glass in the wall. These are mostly

thicknesses between six and ten millimetres. The analysis phase is completed by two impressions from which the requirement of the seamless connection between the glass and the panel occur.

During the idea phase four essentials are kept in mind: "The way of assembling", "the amount of sound insulation", "the way of force transmission in the wall", and "the appearance of the wall". By these four essentials three concepts were made.

The first concept consists of glued glass mono-blocks in combination with closed mono-blocks. The second concept consists of clamped glass mono-blocks combined with self-supporting, closed di-blocks. Finally, the third concept is a combination of glass di-blocks in combination with self-supporting, closed di-blocks.

Afterwards concept 1 is further elaborated. The profiles are designed in a way they can click on several profiles. For example, the glass profiles can click on the floor profile, as well as on the panel profiles. These panel profiles also can click on the floor profile. The aim of the concept development is to optimize the profiles and to reduce the amount of profiles. Eventually it turned out that the connection between the glass and the panel in concept 1 was not of sufficient strength.

After the development of concept 1 appeared to be impossible, concept 2 is developed into a computer model which is used to analyse the stresses in the different materials by Ansys Workbench. For each part there is studied which stresses were formed in the material. This showed that the wall was strong enough to resist an impact with a person.

Finally, there has been done a cost calculation which showed that the requirement of the maximum price of the glass part was achieved. However the costs of the solid part of the wall were higher than the maximum requirement.

1. Inleiding

De doelstelling van het project is het aanbieden van een complete wand voor een spotprijs, terwijl de hoge kwaliteit gewaarborgd blijft. Bij de huidige wanden gaat veel tijd zitten in het aanpassen en het op maat maken van de elementen van de systeemwanden. Waar Vitriwand naar toe wil is het standaardiseren van de wandelementen. Tijdsbesparing op de bouw is één van de grote eisen die het bedrijf aan de nieuwe wand stelt. De vaste wandelementen moeten in massaproductie geproduceerd worden om de kosten zo veel mogelijk te drukken. De glazen delen kunnen relatief eenvoudig op maat geproduceerd worden, zodat, wanneer deze rondom de vaste delen worden geplaatst, de wand in elke omgeving naadloos op de bebouwing aansluit. In het ideale geval kunnen de profielen, de wandelementen en het glas in enkele minuten geplaatst worden zonder het gebruik van veel gereedschap en aanpassingen in de bestaande bebouwing.

Actoranalyse

De besloten vennootschap Pepajo BV voert haar onderneming onder drie namen. Vitriwand is gespecialiseerd in systeemwanden. Het bedrijf ontwerpt en levert deze wanden zelf. Het richt zich vooral op de kantoorbranche, waar deze systeemwanden voornamelijk toegepast worden. Daarnaast zijn Isotrend en Glas&Glas twee andere namen binnen de vennootschap. Ze zijn gespecialiseerd in het ontwerpen en produceren van allerlei voorwerpen en onderdelen van glas, voor zowel de professionele als de particuliere markt. Het bedrijf luistert naar de vraag van zijn klanten en probeert hier op in te springen, maar wil zich ook onderscheiden van concurrenten, door de markt te onderzoeken op nog niet ontdekte kansen. Het bedrijf heeft een nieuw concept systeemwand ontwikkeld waarvan nog enkele punten uitgewerkt moeten worden. De opdrachtgever is bezig enkele patenten op dit nieuwe concept aan te vragen. Binnen het bedrijf is kennis aanwezig afkomstig van vier oud werknemers van Interwand. In het verleden was dit een groot bedrijf binnen de systeemwandenbranche.

Vitriwand is dus op zoek naar een innovatief product om aan zijn assortiment toe te voegen, om zich te onderscheiden van andere systeemwandspecialisten. Het wil zorgen dat het concept zo universeel mogelijk toegepast kan worden, waardoor het volledig geautomatiseerd door Vitriwand zelf in Nederland geproduceerd kan worden, of in grote getallen in lage lonenlanden. Door zich met deze vernieuwende producten in de markt te zetten, hoopt het bedrijf zich verder te ontwikkelen en nog verder door te kunnen groeien, om te concurreren met andere bedrijven binnen deze branche.

Projectkader

Vitriwand heeft al een marktanalyse gedaan waaruit vervolgens een idee is gekomen. Het bedrijf ziet veel potentie in dit concept maar zegt ook enkele problemen tegen te komen.

De bedoeling is dat het nieuwe type systeemwand niet alleen met verticale elementen uitgebreid kan worden zoals normaliter het geval is. Maar dat de hoogte van deze wand ook kan verschillen door de boven- of onderkant van de systeemwand van glas te voorzien. Dit om meer ruimtelijkheid binnen een gebouw te krijgen. Deze glazen elementen kunnen zowel enkel als dubbelwandig zijn.

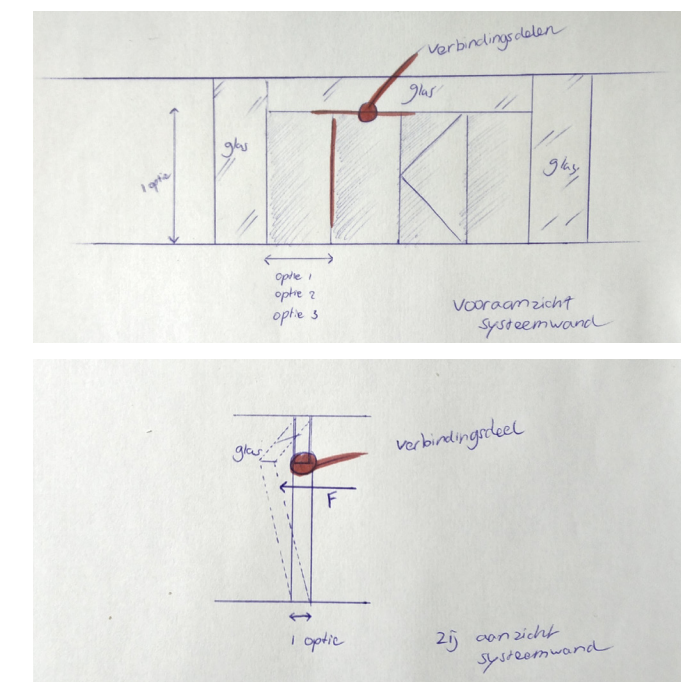
De zijwaartse krachten, welke op de wand kunnen spelen, moeten opgevangen kunnen worden. De mogelijkheid op knik tussen de aansluiting van het glas met het paneel, moet voorkomen worden. Daarnaast wil het bedrijf binnen zijn assortiment, behalve de combinatie met glas, ook verlichting binnen de wanden zelf toepassen. Met het oogpunt op een zo universeel mogelijk concept zal hier ook rekening gehouden moeten worden met de mogelijkheid om universele verlichtingselementen in de systeemwanden te kunnen plaatsen.

Er zal zowel op constructie, productie en vormgeving gelet moeten worden. Inzichten in materiaal zoals glas en de toepassingen hiervan, zijn binnen dit projectkader van groot belang.

Doelstelling

Vitriwand wil zich in de markt kunnen zetten door middel van het hier naast beschreven projectkader. Om het te realiseren moeten de elementen voor de systeemwand ontworpen worden op autocad niveau, waarna er een schaalmodel van gemaakt zal worden. Dit zal worden gedaan door de denkwijze achter het nieuwe concept onder de loep te nemen, om vervolgens daarna aan de hand van (eventueel bijgestelde) eisen het concept tot verder detail uit te werken. Dit moet uiteindelijk een computermodel opleveren dat gebruikt kan worden bij de productie van de systeemwand.

Dit alles zal plaatsvinden binnen een tijdsbestek van drie maanden.



Afbeelding 1.1 - Projectomschrijving

2. Analyse

A horizontal bar with an orange-to-white gradient, starting with a solid orange color on the left and fading to white on the right.

2.1 Bedrijfsanalyse

Toekomstvisie van Vitriwand

van glas en andere materialen in afscheidingen binnen gebouwen. De afscheidingen zijn op zichzelf staande technische hoogstandjes en bevatten veel productkennis die in de loop van de jaren is opgedaan. Vitriwand is gericht op de handel in interieur- en afbouwproducten met specials in glas wanden. Het bedrijf zal zich richten op de huidige veranderende markt en op de eisen welke met berekking tot interieur aan gebouwen gesteld worden. Met in het bijzonder kantoorgebouwen.

Vitriwand wil inspelen op de groeiende behoefte aan transparante oplossingen in gebouwen door middel van onder andere een eigen productlijn in technisch hoogwaardige systeemwanden. Met het verkrijgen van een eigen uniek product zijn er enorme kansen om op een gedegen manier een plaats in de diverse marktsegmenten te veroveren. Deze kansen worden versterkt wanneer de markt de voordelen van dit product in kan zien en het product van hoogstaande kwaliteit voor een bodemprijs kan worden aangeboden.

Om deze positie in te kunnen nemen wordt veel aandacht besteed aan de keuze en de kwaliteit van de gebruikte materialen en de benodigdheden voor het plaatsen. Ook door de permanente en intensieve aandacht ten aanzien van de kwaliteit tijdens de productie processen en het design van de onderdelen speelt hierbij een belangrijke rol.

Prijs is in de hedendaagse wereld een belangrijk wapen. Ondanks dat Vitriwand zich in de markt wil zetten als de goedkoopste aanbieder, zal in de communicatie het woord goedkoop nooit gebruikt worden. Vitriwand zal in hun bewoordingen niet

goedkoop zijn, maar “gunstig geprijsd” of “het hebben van een correcte en niet te hoge prijs”.

Daarnaast doet de uitstraling naar de buitenwereld erg veel. Een juiste verpakking bij de aanlevering en het vakkundig monteren kan wonderen doen.

Doelgroepen

Doelgroepen die bediend worden:

- Opdrachtgevers / eigenaren, beleggers en projectontwikkelaars
- Architecten en ingenieursbureaus
- Aannemers
- Afbouwbedrijven
- Interieurbouwers die naast het inrichten ook wanden & plafonds aanbrengen
- Klusbedrijven en andere ZZP-ers

Belangrijkste aandachtsgebieden:

- Slimme producten
- Goede en constante kwaliteit
- Betrouwbaar, snel en fatsoenlijk leveren
- Vormgeving
- Innovatief, meedenkend
- Goede prijs- prestatie verhouding

Concurrentieanalyse

Grote spelers in de bedrijfstak van systeemwanden zijn Verwol, Planeffect, Intermontage, Systemflex. De grootste speler is Maars. Binnen deze, maar ook ander kleinere bedrijven zoals Vitriwand, zijn veel overeenkomsten in gebruikte systemen. Veel systemen lijken op elkaar en zijn globale kopieën. Er zijn standaard een aantal veel gebruikte systemen te herkennen welke door ieder bedrijf op haar eigen manier aangepast zijn door bepaalde technieken te combineren en vervolgens onder een eigen naam aan te bieden. Voor Vitriwand is het een uitdaging om een innovatief nieuwe wand te ontwikkelen, die kwalitatief en qua design vergelijkbaar, of zelfs beter dan de concurrenten is. Dit alles voor een prijs, die beduidend lager is dan die van de concurrent.

2.2 Productanalyse

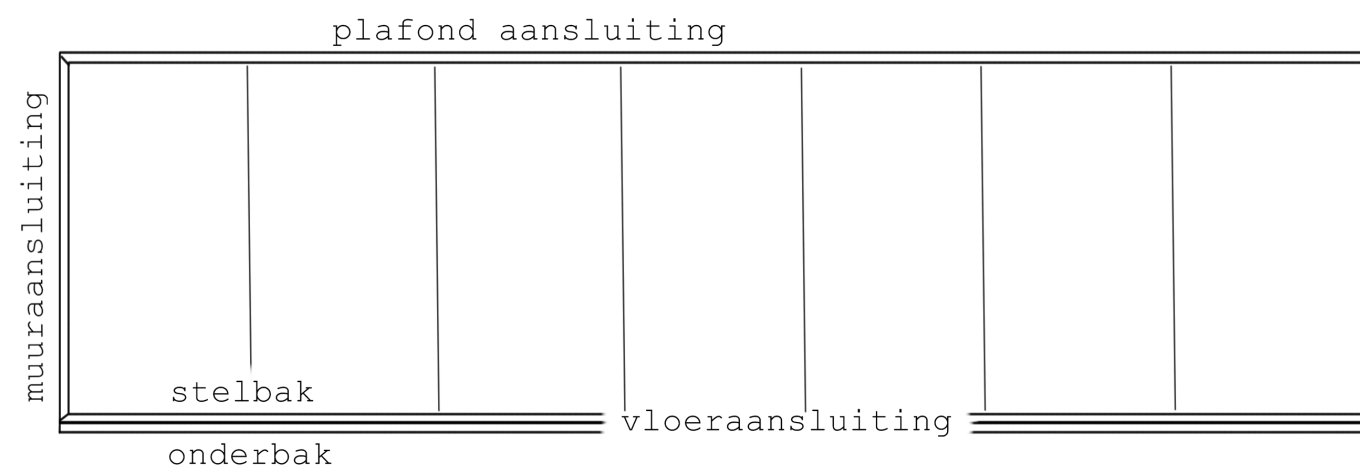
Het principe van een systeemwand is een wand welke uit verschillende demontabele compartimenten bestaat. Dit soort wanden wordt voornamelijk in bedrijven, kantoren of openbare ruimtes gebruikt. Doordat bedrijven altijd in beweging zijn worden er ook steeds andere eisen aan indeling van het bedrijf gesteld. Bedrijfspanen worden over het algemeen gehuurd. De systeemwand vervult hierin een grote behoefte omdat er geen grote aanpassingen op het gebouw zelf gedaan hoeven te worden. Het verwijderen van de systeemwanden leidt niet tot herstel van het bestaande gebouw. Een ander groot voordeel van systeemwanden is dat er weinig tot geen rekening gehouden hoeft te worden met de constructie van het gebouw. Dit omdat de wanden in vergelijking met vaste wanden veel lichter zijn.

De bedrijven waar Vitriwand aan levert, passen over het algemeen de indeling van ruimtes binnen een gebouw binnen twee jaar aan. Dit is vaak geen grote ingrepen en beperkt zich tot het verplaatsen van een enkele wand of het toevoegen van een ruit. Incidenteel komen er ook complete herindelingen binnen een jaar voor. In bijlage A is een verzameling van bestaande systeemwanddetails te vinden

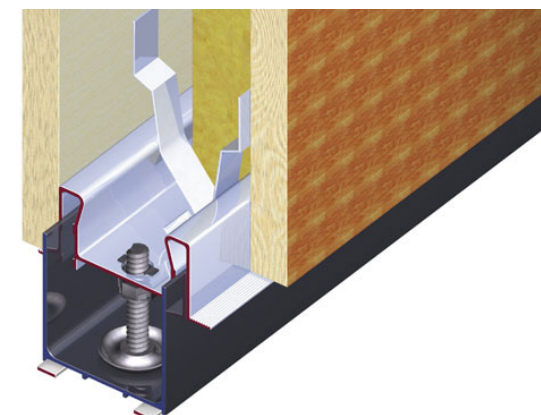
Standaard opbouw systeemwanden

Een systeemwand is over het algemeen in een aantal standaard onderdelen op te delen. In afbeelding 2.2.1 is te zien dat een systeemwand altijd een vloer-, plafond- en muuraansluiting heeft. Deze aansluitingen worden opgevangen door profielen. In theorie zou het mogelijk zijn om met enkele bevestigingspunten de systeempanelen koud op de vloer, plafond of muur aan te sluiten. Omdat het in de praktijk vaak anders is en vooral op de bouw het meeste door mensenhanden uitgevoerd wordt, wijken veel maten op tekening af. Om deze reden worden profielen gebruikt waar de panelen in, of overheen vallen. Hierdoor kunnen kleine marges worden opvangen.

Vloeraansluitingen bestaan uit twee delen. De onderbak, welke op de vloer gemonteerd wordt, kan door middel van plakstrips of schroeven bevestigd worden. Op deze onderbak wordt de stelbak geplaatst. Deze vangt de afwijking van de vloer ten opzichte van het plafond op en dient waterpas gezet te worden. Dit kan op twee manieren worden gedaan: door middel van klossen, of door middel van stelschroeven welke in de stelbak geïntegreerd zijn (Zie afbeelding 2.2.2). Vervolgens wordt het paneel boven in de stelbak geplaatst.



Afbeelding 2.2.1 - Standaard opbouw systeemwand



Afbeelding 2.2.2 - Stelbak met stelschroef (bron: Verwol)

2.2 Productanalyse

Materialen om op aan te sluiten

Er zijn verscheidene situaties waar de systeemwand op zijn omgeving aan moet sluiten. Denk hierbij aan bestaande muren, zowel dragende muren, als oude systeemwanden. Maar vanzelfsprekend ook aan de vloer en het plafond.

Vloer

Het gaat voornamelijk om betonvloeren, of betonvloeren met vloerbedekking erover. De onderbak kan over de vloerbedekking heen geplaatst worden, maar de vloerbedekking kan ook tot aan de wand gelegd worden. Beide situaties komen voor. Naast betonvloeren komt het ook voor dat er op houten- en computervloeren geplaatst moet worden. Door middel van tape zou de onderbak op elke ondergrond kunnen plakken, van zowel cementdekvloer tot tapijt. Dit heeft als groot voordeel dat wanneer de wand verwijderd wordt, er geen beschadigingen achter gelaten worden. Daarnaast wordt tape ook toegepast in verband met het niet mogen schroeven wegens de aanwezigheid van vloerverwarming. Deze tape is erg duur. Schroeven zijn goedkoper wanneer deze met een schroef- of spijkerpistool gemonteerd worden. Er hoeven dan geen gaten in de profielen te worden voorgeboord omdat hier met een pistool dwars door heen kan worden geschoten.

In de plafondaansluitingsprofielen zit vaak een grotere marge in de hoogte. Dit is nodig voor het plaatsen en goed aansluiten van de wand.

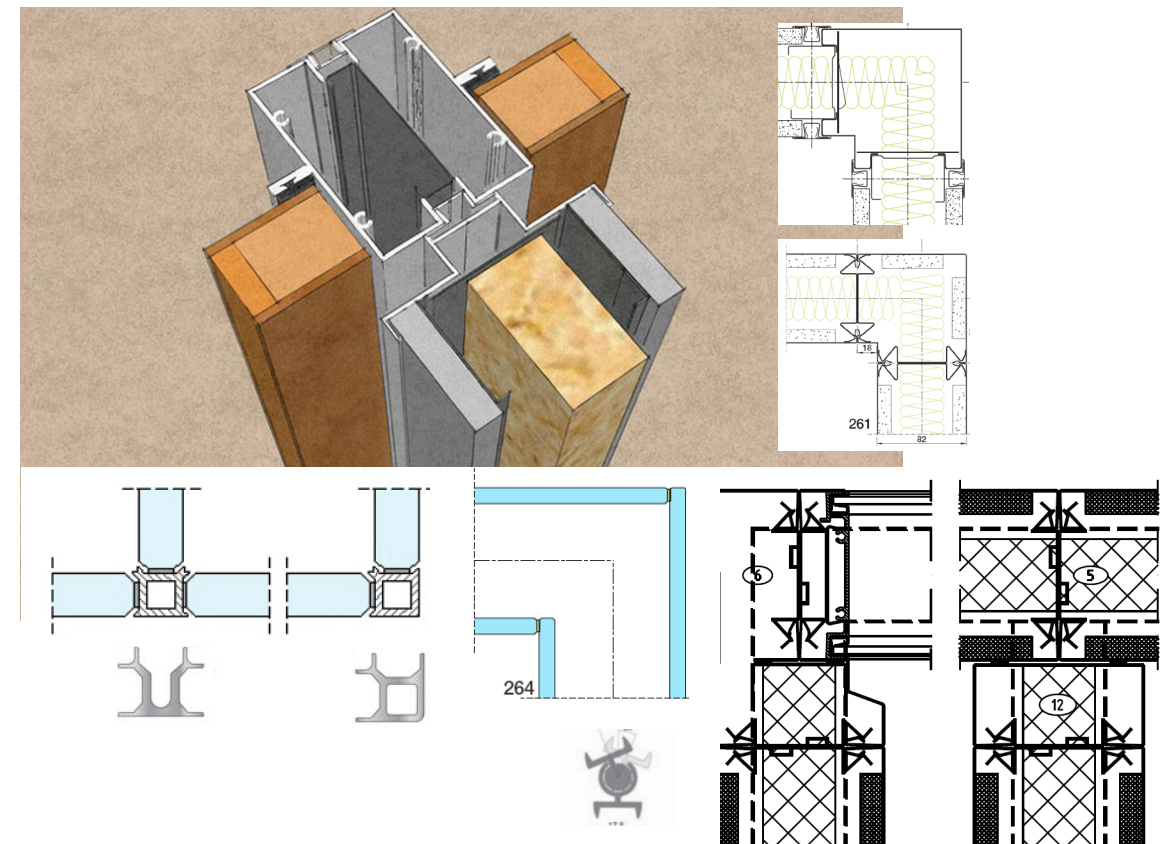
Muur

Muren waar aan bevestigd moet worden bestaan uit alle denkbare materialen, van vaste wanden bestaande uit steen, gipsplaat, hout of metaal tot aan bestaande systeemwanden waar aan bevestigd moet worden. Muuraansluitingen kunnen zowel met tape als met schroeven bevestigd worden. De muuraansluitingen worden in de huidige gebruikte systemen weinig op kracht belast en lenen zich dus goed voor tape. Echter heeft de muuraansluiting net zoals de vloeraansluiting een probleem bij de montage. Het bevestigen met tape ontnemt de mogelijkheid om tijdens het monteren het profiel nog bij te stellen.

In het geval van het bevestigen op andere systeemwanden komt het geregeld voor dat systeemwanden op elkaar aan moeten sluiten. In collage 2.2.1 is te zien welke technieken er toegepast worden om dit te realiseren.

Plafond

De plafondaansluiting wordt over het algemeen geschroefd. De wanden worden bijna altijd onder systeemplafonds geplaatst. Hierin is dan een band verwerkt waar de wand aan bevestigd kan worden. In enkele gevallen komt het ook voor dat er schotten aan het plafond bevestigd zijn, waar de wand onder geplaatst kan worden. In beide gevallen wordt dit geschroefd om de horizontale krachten tegen de wand op te kunnen vangen.



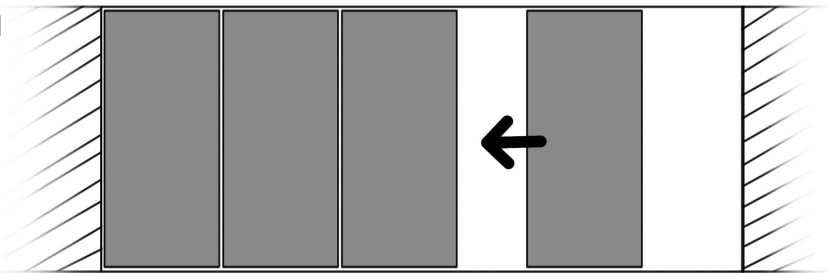
Collage 2.2.1 - Aansluiting op andere systeemwanden - hoekprofielen

Veel gebruikte systemen

Binnen de bestaande systeemwanden, van de verschillende bedrijven op deze markt, zijn een aantal systemen te onderscheiden. Mono-blok-systemen en di-blok-systemen. Daarnaast kunnen de wanden ook compleet op het werk geassembleerd worden.

Mono-blok

In dit systeem zijn de panelen, of het glas, voor zowel de voor- als de achterkant van de wand als in één onderdeel verwerkt. Dit hele onderdeel kan in één keer in de wand geplaatst worden. (zie afbeelding 2.2.3) Dit systeem wordt vooral veel toegepast in dubbelwandige glazen wanden. De ruiten op de bouw plaatsen zorgt voor problemen, omdat hier veel stof aanwezig is. Wanneer de ruiten afzonderlijk geplaatst worden kost het veel moeite de ruiten van de binnenkant stofvrij te plaatsen. Het mono-bloksysteem is hiervoor een goede oplossing. Het minpunt hiervan is echter wel dat er rondom de ruiten altijd een profiel aanwezig is. Een compleet glazen wand zonder verticale stijlen er tussen is met dit systeem dus niet mogelijk. Om een naadloos mono-blok systeem te kunnen plaatsen moet er in horizontale richting ruimte zijn om de elementen in elkaar te kunnen schuiven. (zie afbeelding 2.2.4) Vervolgens wordt het één na laatste paneel in de andere muuraansluiting geplaatst. Hierna kan het laatste paneel tussen deze twee panelen geplaatst worden, waarna het één na laatste paneel aangeschoven wordt. Dit resulteert in een grotere zichtbare muuraansluiting dan het geval zou zijn bij bijvoorbeeld een di-blok systeem. Een groot voordeel is dat de delen vooraf geassembleerd kunnen worden hetgeen veel tijd scheelt op de bouw.



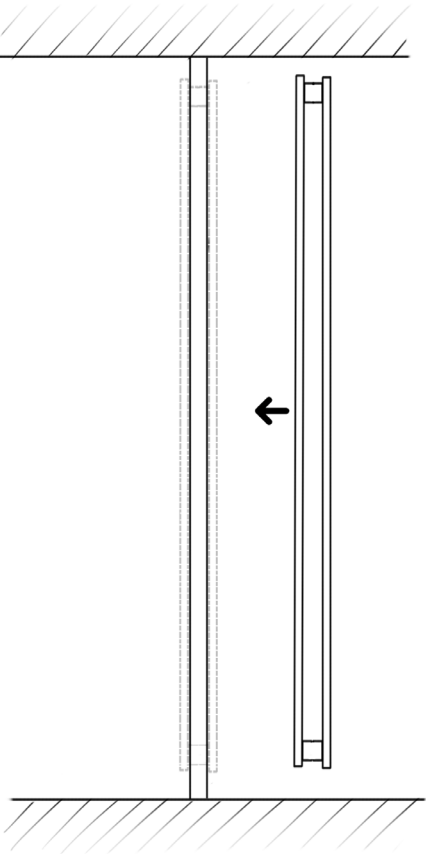
Afbeelding 2.2.3 - Mono-blok

Di-blok

Het grote voordeel is dat deze panelen of ruiten via de zijkanten van de wand geplaatst kunnen worden. (zie afbeelding 2.2.5) Beide kanten kunnen individueel geplaatst worden waardoor, zoals het bij het mono-blok systeem het geval is, de elementen in de horizontale richting geen ruimte nodig hebben om geplaatst te kunnen worden. Hierdoor is er een strakkere aansluiting tussen de systeemwand en de muur te creëren. Het nadeel van een di-blok systeem is dat dit op de bouw meer tijd kost. Daarnaast is het plaatsen van dubbelwandige glazen elementen een tijdrovend proces omdat de ruimte tussen de ruiten stofvrij moet zijn. Het is een groot probleem dat op de bouw de ruiten moeilijk stofvrij geplaatst kunnen worden. Hier zijn al een aantal oplossingen voor geprobeerd, waaronder folie over de ruiten. Dit maakte de ruiten statisch, waardoor ze nog meer stof aantrokken. Verder is er ook een coating op de markt dat stof tegen zou moeten gaan. Met 10,- per m² is de prijs te hoog om rendabel te zijn. Tegenwoordig worden de ruiten tijdens het plaatsen met doeken schoongemaakt totdat elk stofdeeltje weg is. Dit is een erg tijdrovend proces. Een oplossing hiervoor zou erg gunstig zijn!

Op het werk

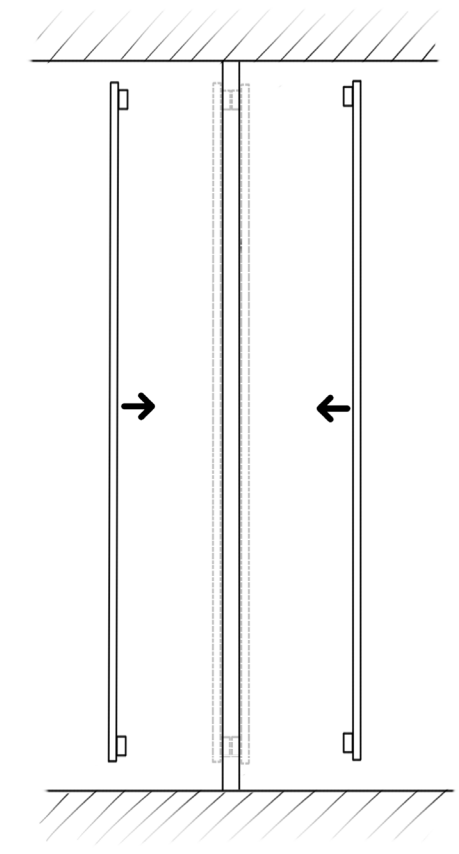
De ruiten worden op de bouw ter plekke in de rubbers geplaatst. Hierdoor is het mogelijk dat de ruiten naadloos op elkaar aansluiten. Dit is vergelijkbaar met het plaatsen van het di-block systeem. In dit geval zit er geen profiel rond de ruit. Opnieuw doet zich het zelfde probleem voor dat het moeilijk is de ruiten aan de binnenzijde stofvrij te plaatsen.



Afbeelding 2.2.4 - Mono-blok

Vergelijkbare wanden

Door andere bedrijven en Vitriwand zelf, worden vergelijkbare wanden geplaatst, welke ook glazen elementen boven een dicht element bevatten, met hiernaast ook glazen elementen. Het probleem van deze wanden is dat er met de dichte elementen maximaal een lengte van 4,20 meter overbrugd kan worden. Dit omdat de wandsystemen niet ontworpen zijn om op deze manier krachten over te kunnen dragen. De stijfheid van de wand wordt uit de horizontale glazen elementen gehaald. Deze wanden zijn echter niet stijf genoeg om dit moment over afstanden van langer dan 4,20 meter op te kunnen vangen. De nieuwe wand moet dus minimaal deze afstand kunnen overbruggen. Daarnaast zal deze nieuwe wand veel efficiënter en goedkoper geplaatst moeten kunnen worden.



Afbeelding 2.2.5 - Di-blok

2.2 Productanalyse

Aansluitingen van onderlinge panelen

De manieren waarop de panelen met elkaar verbonden kunnen worden zijn **omega-profielen**, **T-profielen**, **0-voegen** en **open voegen**. Zowel bij **omega-profielen** als **T-profielen** is het verbindende element **zichtbaar**. Bij **0-voegen** en **open voegen** zijn deze verbindende elementen **achter het paneel** verstopt.

Omega-profielen

Wanden welke door middel van omega-profielen worden geplaatst, worden volgens de standaard opbouw van systeemwanden gemonteerd. Daarnaast worden tussen de stelbak en de plafondaansluiting stijlen geplaatst. Vervolgens worden aan zowel de voor als achterkant van deze stijlen panelen geplaatst, welke tegen de verticale stijlen worden gedrukt door middel van een omega profiel dat met schroeven tegen deze stijl is bevestigd. Vervolgens wordt in het omegaprofiel een strip geplaatst, welke de schroeven afschermt. In het geval van glas wordt dit op de zelfde manier gedaan. Om het glas zit dan in een profiel (mono-block of di-block). Dit profiel kan dan door middel van het omega-profiel tegen de verticale stijl geklemd worden. (zie collage 2.2.2)



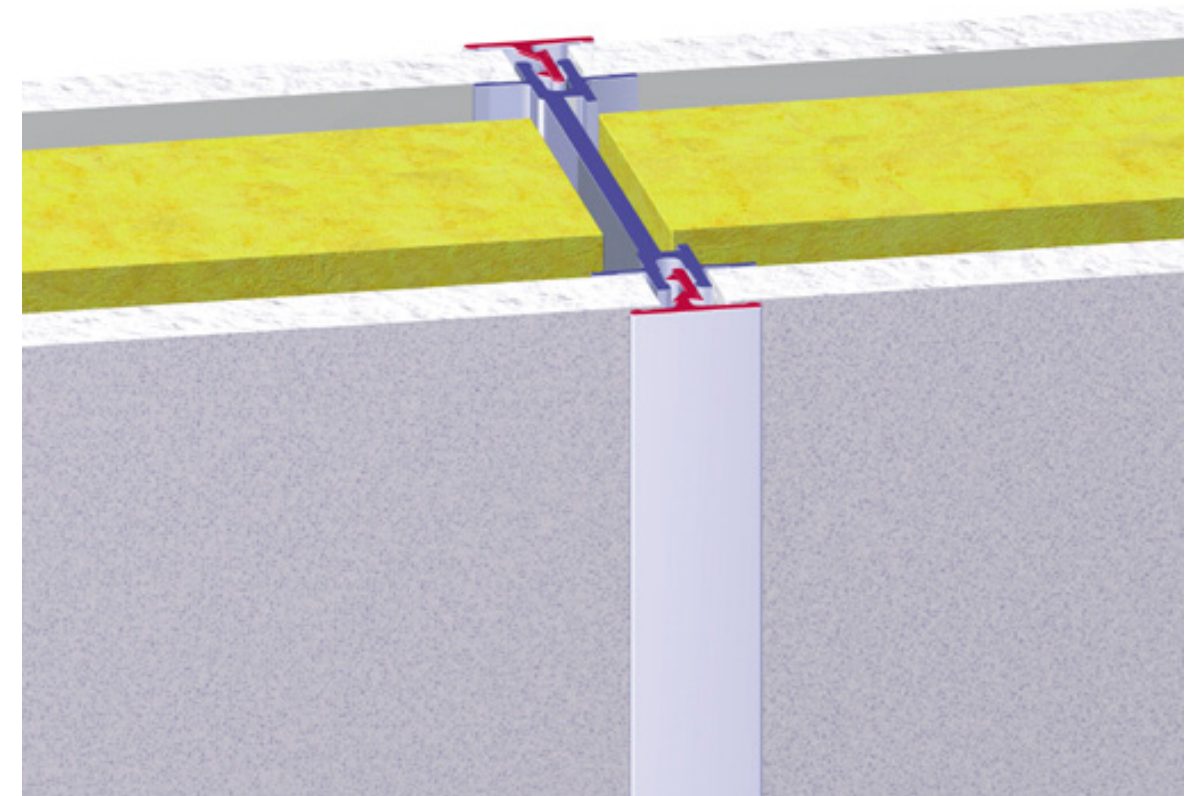
collage 2.2.2 - Omega-profiel

T-profiel

Het T-profiel wordt net als het omega-profiel tegen de verticale stijl bevestigd. Het verschil is dat deze door middel van een klikverbinding bevestigd wordt. Hierdoor kan het profiel aan de buitenkant strakker vormgegeven worden (zie afbeelding 2.2.6).

0-voeg

De panelen van de systeemwand sluiten naadloos op elkaar aan. Er worden dus geen profielen gebruikt die aan de buitenkant van de muur zichtbaar zijn. De panelen klikken aan de binnenkant tegen het regelwerk aan, of haken ergens achter (zie collage 2.2.3). De strakke naden zorgen voor een luxe uitstraling van de wand.



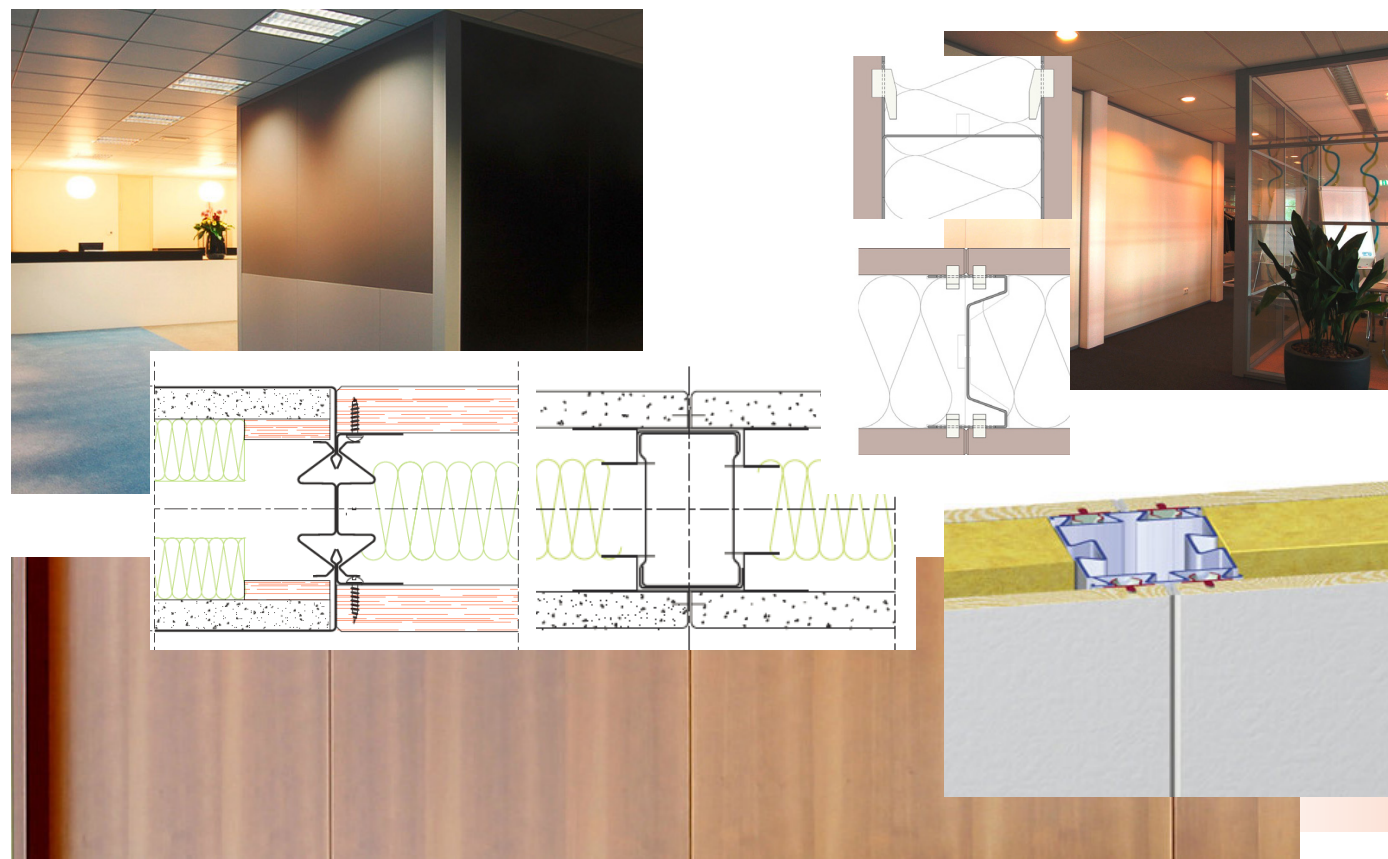
Afbeelding 2.2.6- T profiel (bron: verwol)

Open-voeg

Dit is een variant op de 0-voeg waarbij tussen de strakke naden van de panelen een kleine ruimte over wordt gehouden (zie collage 2.2.4).

Materialen panelen

Veel gebruikte materialen zijn diverse metalen. Zowel geperforeerd als ongeperforeerd, gespoten of ongespoten. Zij hebben als gunstige eigenschap dat er met magneten gewerkt kan worden. Daarnaast wordt vaak gelamineerd spaanplaat gebruikt, dat in vele uitstralingen te verkrijgen is. In beide gevallen kan aan de achterkant van het paneel gipsplaat worden gebruikt om een hogere geluidsisolatie waarde te behalen. Naast deze veelgebruikte materialen zijn er ook andere wandbekledingen te bedenken zoals tapijt, stoffen of leer. Ook speciale wanden zoals groenwanden vallen binnen de grenzen.



collage 2.2.3 - 0-voeg



collage 2.2.4 - open-voeg

2.2 Productanalyse

Aansluitingen van onderlinge glaselementen

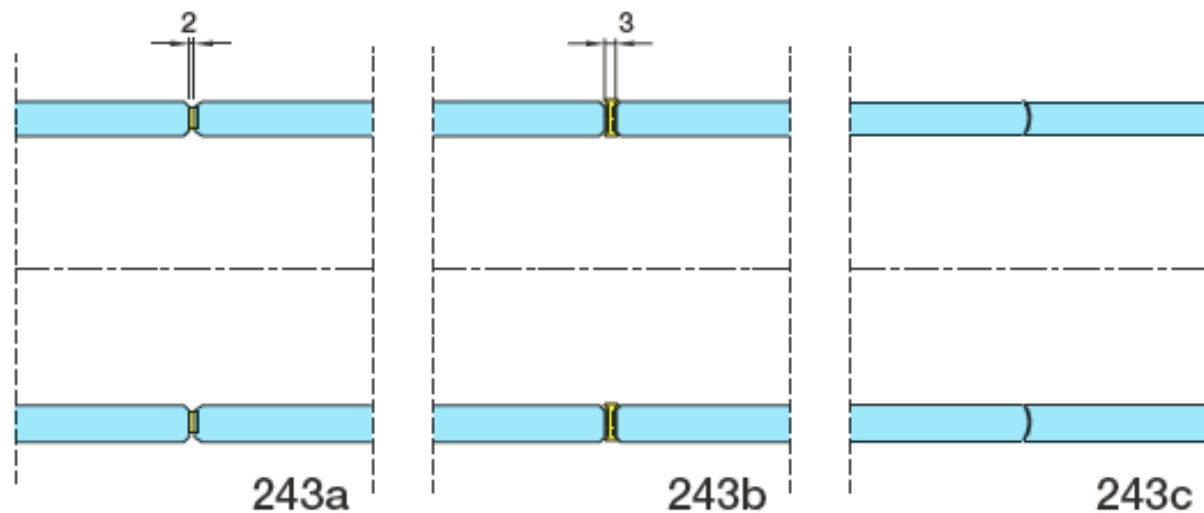
Glaselementen kunnen onderling ook op elkaar aansluiten. Dit kan op 2 manieren: door middel van een verbindingsprofiel, of door het glas naadloos met elkaar te verbinden.

Profiel

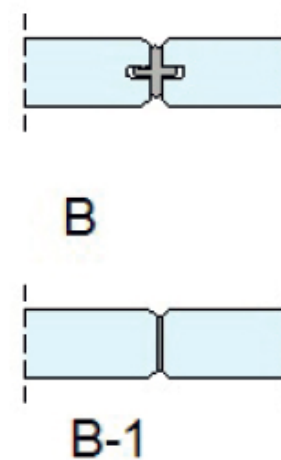
Bij het mono-blok- en het di-bloksysteem zijn de ruiten, op het moment dat ze op de bouw geplaatst worden, al in profielen verwerkt. Vervolgens sluiten deze profielen op de zelfde manier aan als de panelen. Dit gebeurt door middel van omega-, T-profielen of O-voegen. Daarnaast worden soms ook profielen tussen twee ruiten geplaatst. (zie afbeelding 2.2.8)

Naadloos

Wanneer de ruiten ter plekke op de bouw geplaatst worden, kunnen deze ook naadloos aansluiten. De ruiten kunnen met lijm of met tape, of gewoon koud tegen elkaar geplaatst worden. (zie afbeelding 2.2.7) In enkele gevallen is de rand van de ruit in een bepaalde vorm geslepen om de krachten over te dragen op de zijruiten. Ook heeft dit een verbeterd effect op de geluidsisolatie en toleranties bij het plaatsen van de ruit. Nadelig is dat er kosten aan het slijpen verbonden zijn.



Afbeelding 2.2.7 - Glasaansluitingen (bron: Maars)



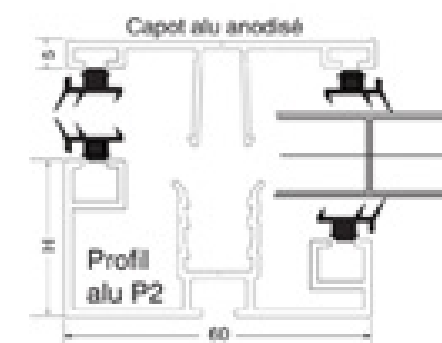
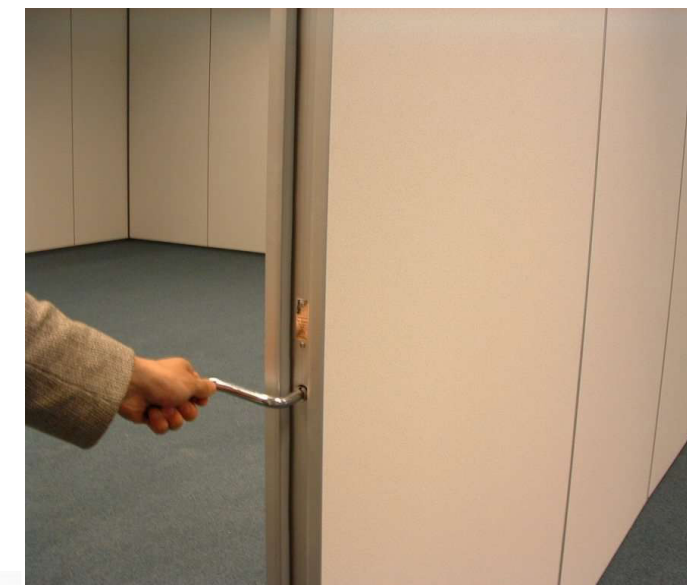
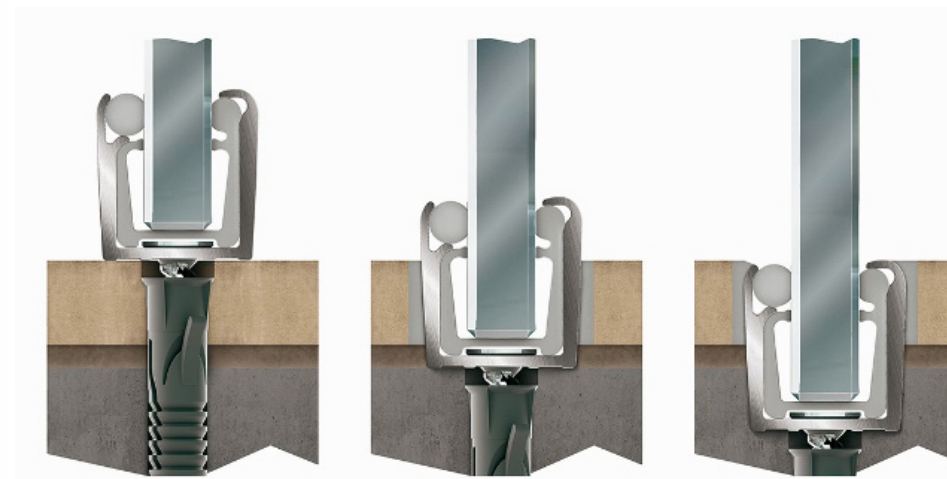
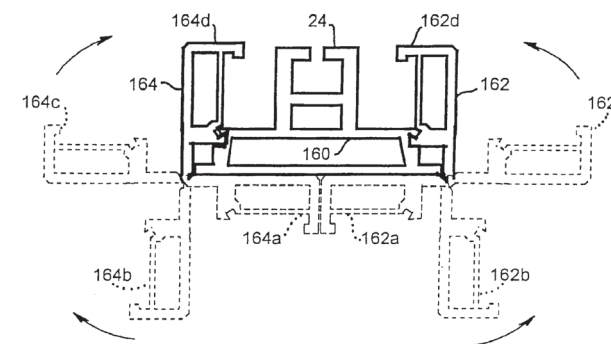
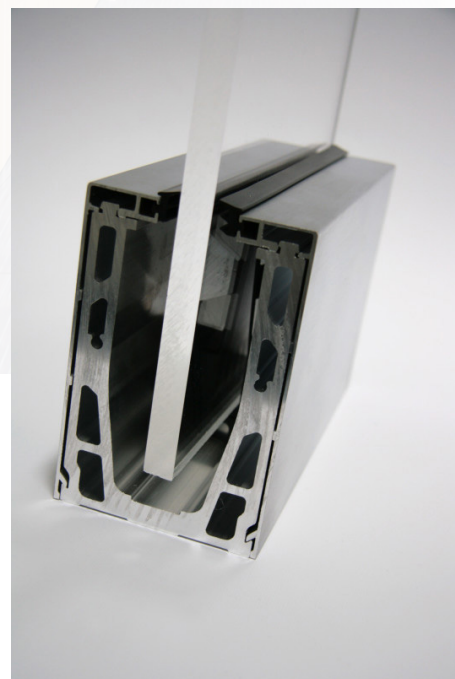
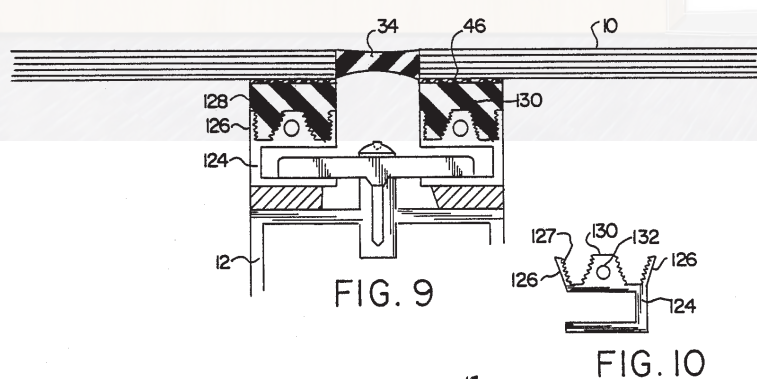
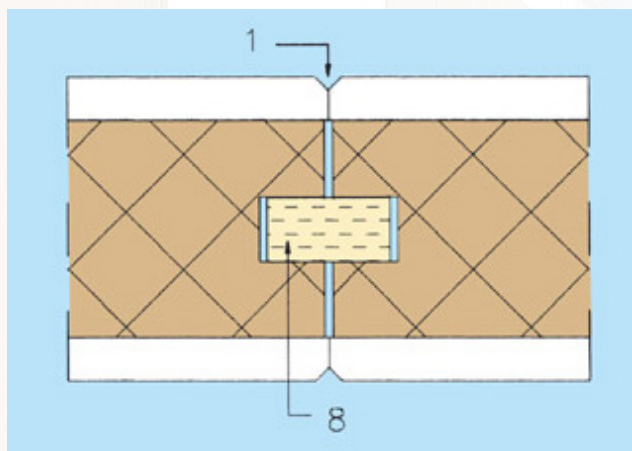
Afbeelding 2.2.8 - Glasaansluitingen (bron: Planeffect)

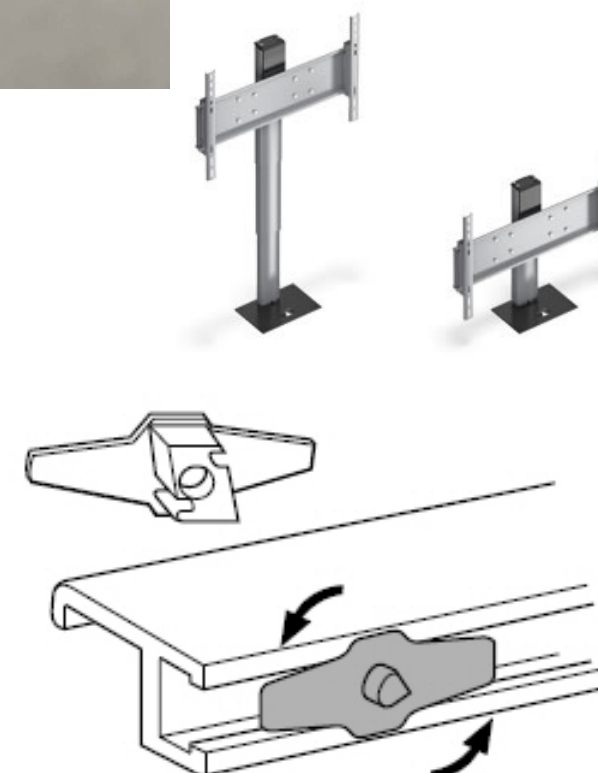
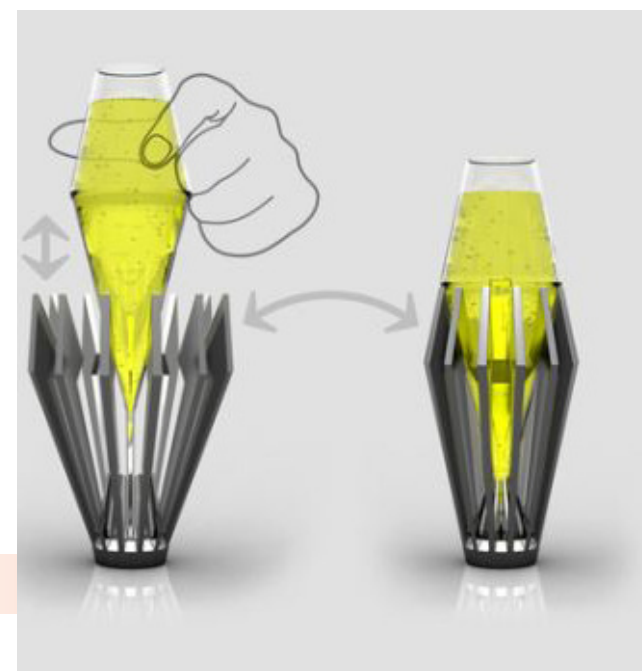
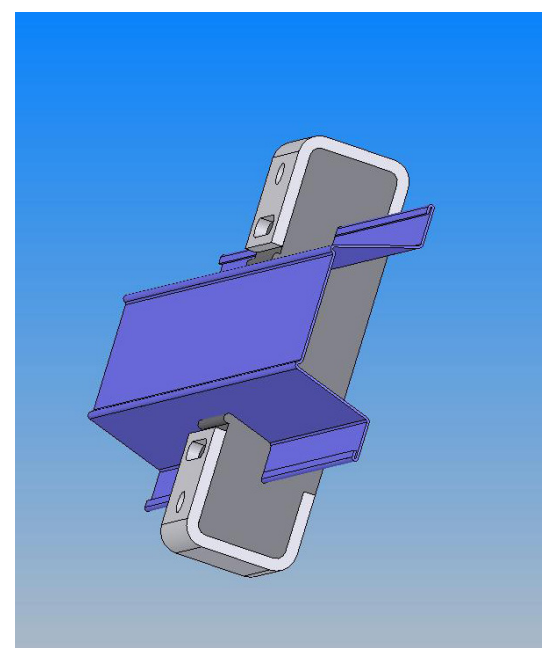
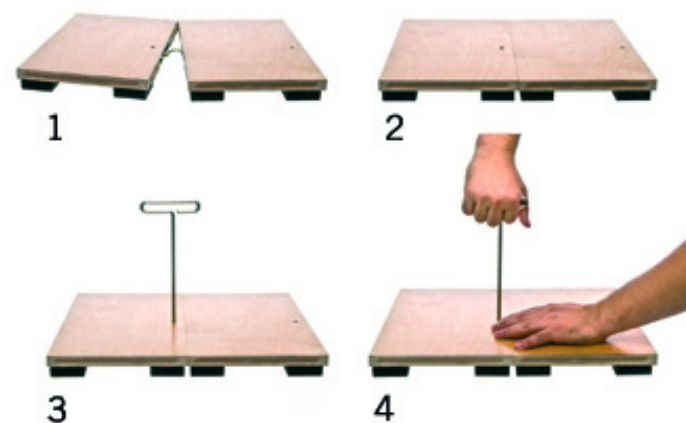
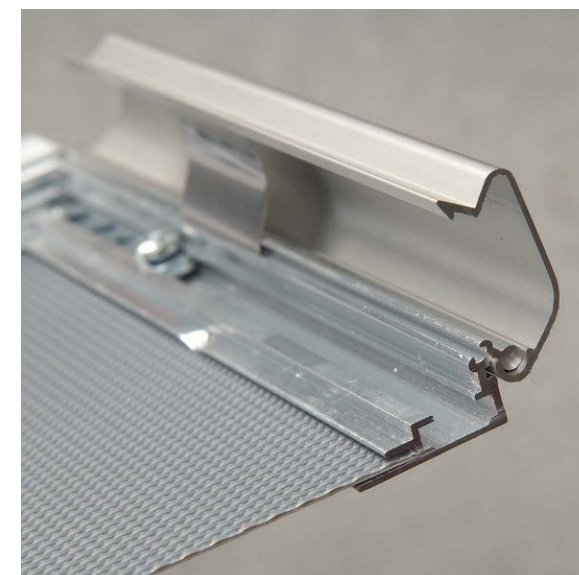
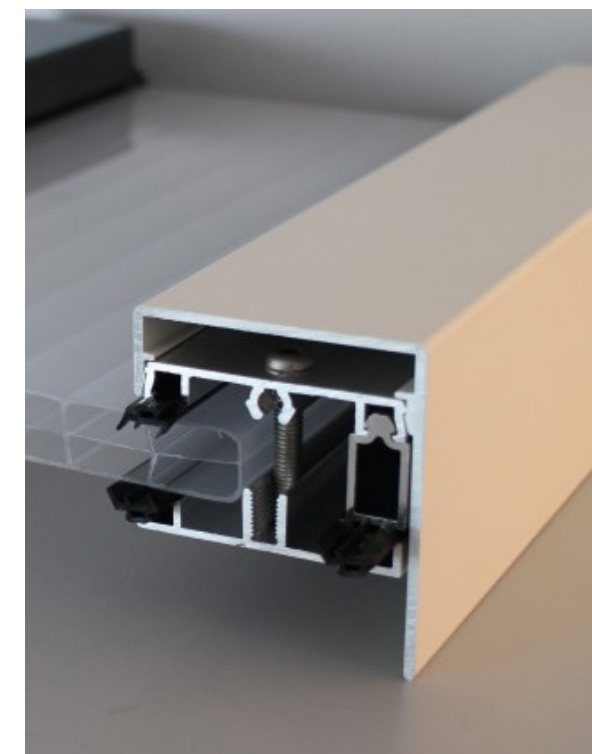
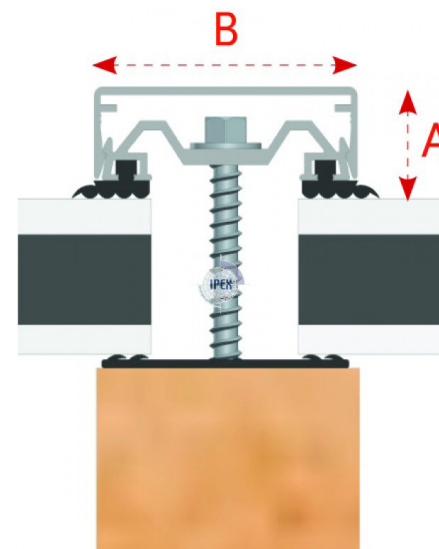
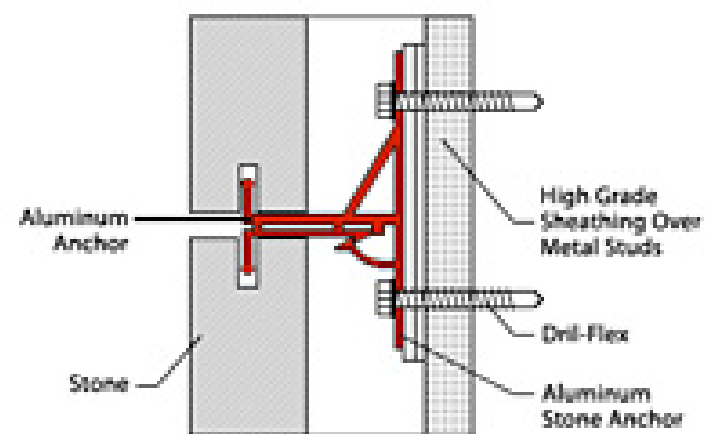
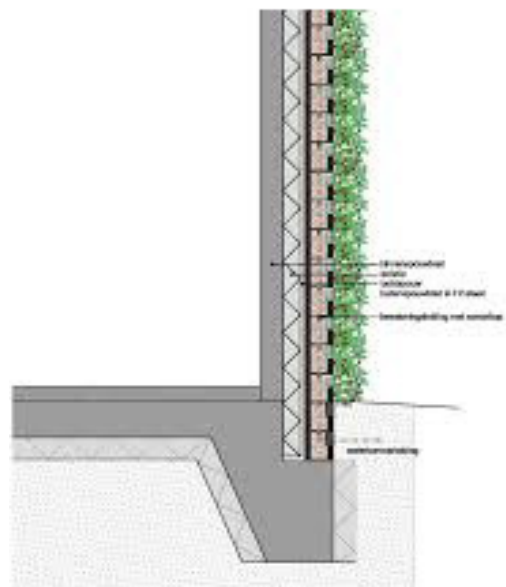


2.2 Productanalyse

Producten uit andere markten

Om tot ideeën te komen is er onderzoek gedaan naar vergelijkbare producten uit andere markten. Denk hierbij aan andere producten uit de bouw, ook bijvoorbeeld douchewanden. Alle productdetails die als hulpmiddel zouden kunnen dienen zijn opgeslagen om bij de ideefase opnieuw te kunnen worden gebruikt. Daarnaast is er gezocht naar patenten om inklemmingen te realiseren.



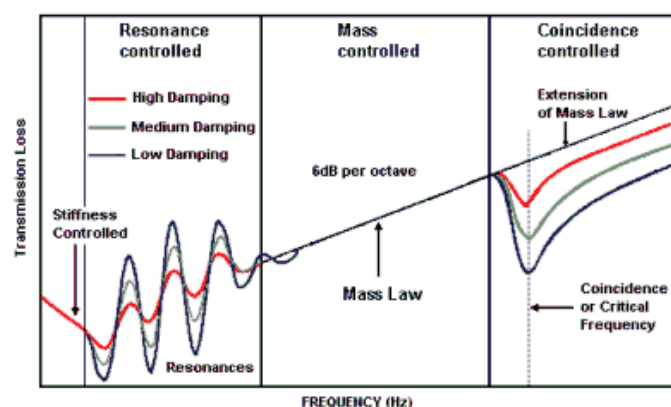


2.3 Geluidsanalyse

Geluidsisolatie in wanden

Van een wand kan worden verwacht dat deze goed isoleert tegen geluid. Belangrijk om te weten is dat, behalve het volume van het geluid, ook de frequentie van invloed is op hoe vervelend iets ervaren wordt. De mens ervaart hogere frequenties vaak als storend. Hoge frequenties moeten dus meer onderdrukt worden dan lagere frequenties.

Het afzwakken van geluid door het plaatsen van een paneel kan worden vereenvoudigd tot vier regels die in grafiek 2.3.1 getoond worden. Ten eerste is dit afhankelijk van de stijfheid van het materiaal, wat vooral invloed heeft op lage frequenties onder de 20 Hz. Ten tweede de resonantieregio die er voor zorgt dat bepaalde frequenties beter doorgelaten worden. De derde regel is de belangrijkste. De massa heeft invloed op alle hoorbare frequenties. Ten slotte heeft de coincidentie invloed op de hogere frequenties. De coincidentie is vooral van toepassing op houten panelen en glas. (Juha 2010)



Grafiek 2.3.1 - Transmissieverliescurve
(bron: personal.inet.fi/koti/juhladude/)

Massa

Als de massa verdubbeld, wordt het geluid met 6 dB verzwakt. Daarnaast zorgt een twee keer zo hoge frequentie ervoor dat het geluid ook met 6 dB verzwakt. Om lage frequenties te absorberen zijn dus grotere massa's nodig (zie grafiek 2.3.2).

Coincidentie

Een grote materiaalstijfheid resulteert in een dip in geluidstransmissieverliesgrafiek boven de 1 kHz. De plaats van deze dip is afhankelijk van het materiaal. Dit vooral bij glas en hout van invloed omdat de dip bij deze materialen in het hoorbare frequentiegebied ligt. Over het algemeen geldt, hoe stijver het materiaal, hoe dieper de dip. Het toevoegen van verschillende materiaaldiktes, welke onafhankelijk van elkaar kunnen trillen, kan het coincidentie-effect verkleinen.

Daarnaast zorgt het toevoegen van absorberende materialen voor het verminderen van het coincidentie-effect. Materialen die absorberen zijn zachte materialen waarvan er enkele worden getoond in grafiek 2.3.3.

Resonantie

Resonantie is net zoals coincidentie afhankelijk van de stijfheid van het materiaal. De eerste eigenfrequentie zorgt voor de grootste dip. De volgende eigenfrequenties zorgen voor een steeds kleinere dip. Resonantie kan net als coincidentie worden verminderd door demping in de wand toe te voegen.

Dubbelwandig

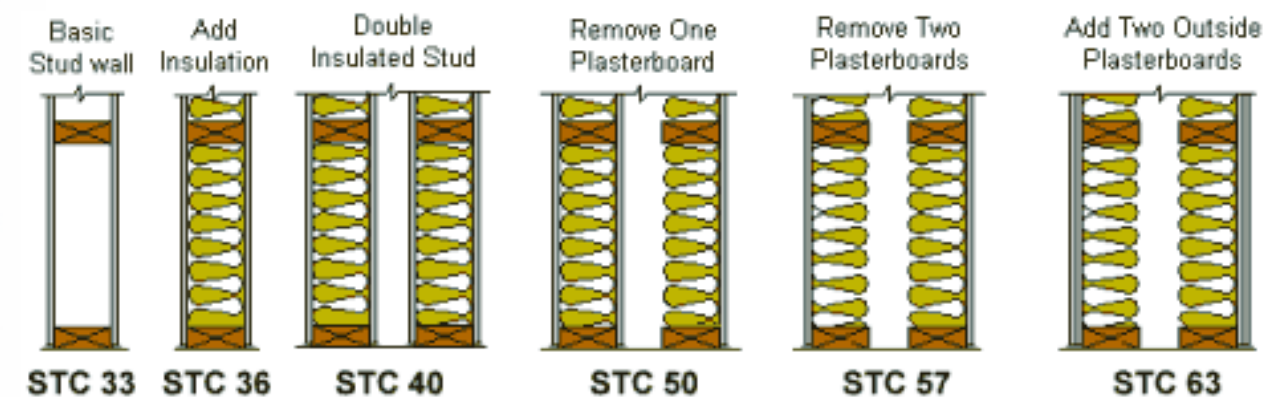
In afbeelding 2.3.1 is te zien hoe door het verminderen van massa, een hogere geluidsisolatiewaarde verkregen kan worden. De STC waarde refereert aan het geluidsverlies dat gerealiseerd wordt.

Geluidstransport in de praktijk

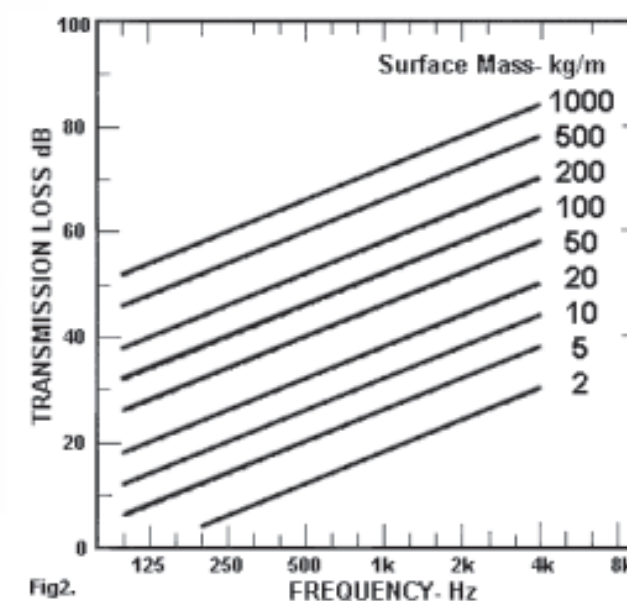
In de praktijk verplaatst geluid zich op drie manieren (zie afbeelding 2.3.2) Niet alleen via de geplaatste systeemwand.

1. Direct via de systeemwand
2. Via de systeemwand worden aangrenzende constructies in trilling gebracht
3. Via zijwanden

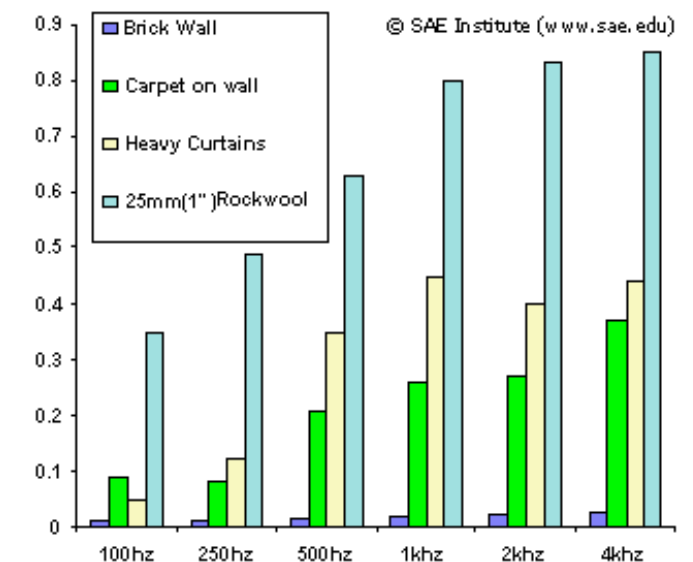
Een systeemwandleverancier heeft invloed op de punten 1 en 2. Punt 3 kan worden beschouwd als iets waar niets aan gedaan kan worden. Zonder andere ingrepen, dan alleen een systeemwand te plaatsen, kan hieraan niets worden gedaan.



Afbeelding 2.3.1 - Wandopbouw variaties
(bron: personal.inet.fi/koti/juhladude/)



Grafiek 2.3.2 - Massacurve
(bron: personal.inet.fi/koti/juhladude/)



Grafiek 2.3.3 - Absorptiecoëfficiënt verschillende materialen
(bron: personal.inet.fi/koti/juhladude/)

2.4 Glasanalyse

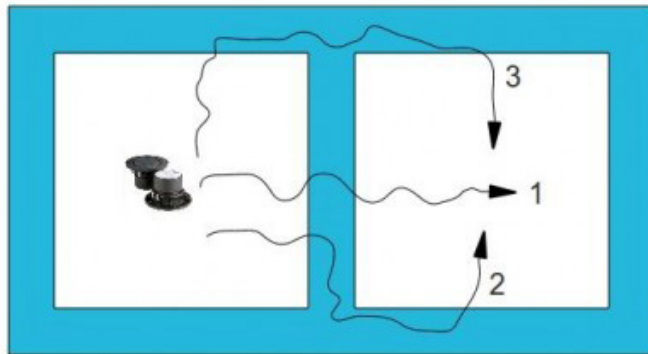
Toegepaste glastypes

Glas wordt in verschillende types toegepast. Volgens de Europese normen is het verplicht veiligheidsglas toe te passen op alle ruiten die minder dan 85 centimeter van de grond staan. In het geval van het nieuw te ontwerpen type wand zal dus ook veiligheidsglas toegepast worden. Dit kan in verschillende diktes tussen de 4 en 25mm geleverd worden. In de praktijk wordt voornamelijk glas tussen de 6 en 16mm gebruikt. Dikker glas zorgt voor meer massa en isoleert het geluid beter. De geluidsisolatie kan nog meer verhoogd worden door dubbelwandige glazen systeemwanden te gebruiken. Naast het kleine verschil door het toevoegen van meer glas, en dus meer massa, zorgt het plaatsen van twee verschillende diktes glas er ook voor dat de resonantie- en coincidentiedip verkleind wordt. Door verschillende diktes glas te plaatsen kan een verhoogde isolatiewaarde verkregen worden. Deze diktes glas zullen per situatie verschillend en per situatie anders zijn.

Op de productie van glas en de verschillende soorten glas wordt in dit verslag niet in gegaan. Dit is niet van belang voor de opdracht. De gegeven eis dat de wand verschillende soorten glas moet kunnen bevatten in combinatie met bovengenoemde onderbouwing is voldoende om een volwaardig eindconcept te kunnen ontwerpen.

Conclusie

Naarmate het ontwerpproces vorderde bleken glasdiktes van veel minder belang te zijn dan in eerste instantie door Vitriwand gesteld werd. Dit soort wandtypes wordt voornamelijk in 6mm glas uitgevoerd. Daarnaast bleken glasdiktes groter dan 10mm zelden te worden toegepast. Daarom is er voor gekozen per glasdikte een apart profiel te maken. Het is mogelijk om andere glasdiktes te plaatsen. Hiervoor moeten aparte profielen gemaakt worden. In combinatie met het gegeven dat er veiligheidsglas toegepast moet worden, komt dit neer op 3 verschillende glasdiktes van 6mm, 8mm en 10mm.



Afbeelding 2.3.2 - Geluidtransportwegen
(bron: zelfbouwaudio.nl)

2.5 Sfeerimpressies

Impressies

Om de overweging te maken of de dichte wand ten opzichte van het glas moet verspringen of niet, zijn er impressies gemaakt. De zijn naar verschillende architectenbureaus gestuurd met de vraag welke van de twee afbeeldingen hun voorkeur had. Geen van de vijftientig hebben een reactie gegeven. Hierna is onder mede studenten de zelfde vraag gesteld. Hieruit bleek de naadloze overgang de voorkeur te genieten. Deze keuze was onontkomelijk om onderscheid tussen de verschillende ideeën te kunnen maken.



Afbeelding 2.5.1 - Sfeerimpressie naadloos



Afbeelding 2.5.2 - Sfeerimpressie verspringing

2.6 Programma van eisen

Eisen

- 1 cm tolerantie in hoogte verstelbaar.
- 1 cm tolerantie aan muurzijde over een afstand van 3 meter.
- De vaste wand bestaat uit gestandaardiseerde delen.
- Dichte wand bevat een 0 voeg.
- De mogelijkheid hebben om glazen elementen te bevatten, zowel boven, als aan de zijkanten van de vaste wand.
- Zowel dubbel als enkele beglazing kunnen bevatten.
- Doorlopende glazen belijning zonder stijlen hier tussen.
- Wanddikte van 95 cm.
- Aangeboden kunnen worden met een stramienlengte van 30 60 90 en 120 cm.
- De hoogte van het paneel is 230 cm (gebaseerd op deurhoogte).
- De wand moet krasvast zijn.
- Kosten vaste wand maximaal 30 euro/m² incl. plaatsen.
- Kosten glazen wand maximaal 90/m² incl. plaatsen.
- Glasdiktes kunnen bevatten van 6, 8 of 10 mm.
- Geluidsisolatiewaarde van minimaal 42 dB (minimaal vitrivation db-waarde)
- Elementen mogen maximaal 90 kg wegen.
- De systeemwand kan door een team van 2 personen geplaatst worden.
- Het dichte gedeelte van de wand moet minimaal 4,20 horizontaal strekkende meter kunnen overbruggen.

Wensen

- 1,0 – 2,0 cm tolerantie in hoogte.
- 1,0 – 2,0 cm tolerantie aan muurzijde over een afstand van 3 meter.
- Mogelijkheid tot het plaatsen van verlichtingselementen, welke op het plafond schijnen.
- Verlichting is te plaatsen zonder delen van de wand te hoeven demonteren.
- Geen profielen zichtbaar tussen de vaste wand en het glas.
- Geen profielen zichtbaar tussen de muur en het glas.
- Geen profielen zichtbaar tussen de vloer en het glas.
- Geen profielen zichtbaar tussen het glas en het plafond.
- Dubbelwandig glas met een naadloze aansluiting zonder schoon te hoeven maken op het werk.
- Elementen wegen 50 kg.
- De systeemwand kan door 1 persoon geplaatst worden.
- Het dichte gedeelte van de wand moet minimaal 6 horizontaal strekkende meter kunnen overbruggen. (maximale lengte glasplaat)

3. Ideefase



3. Ideefase

Als eerste zijn aan het begin van de ideefase mogelijke wandindelingen getekend. Dit om te kunnen beoordelen hoe de verschillende onderdelen op elkaar aan zouden moeten kunnen sluiten. Ook om hiermee mogelijke probleemgebieden te signaleren.

Tijdens de ideefase zijn er 4 hoofdlijnen in gedachten gehouden.

Ten eerste **de manier van monteren**: hoe worden de elementen geplaatst. In welke volgorde gebeurt dit en welke invloed heeft deze manier van monteren op de breedtes van de profielen. Omdat het doel is om de profielen zo klein mogelijk te houden, om beter op de wensen van de architect in te spelen, is de manier van monteren van groot belang voor de profieldikte. Het gewicht van de panelen staat in relatie met de manier van monteren, omdat grote gewichten de manier van monteren beperken. Om hier in de ideefase rekening mee te kunnen houden moet er al naar materialen en de opbouw hiervan worden gekeken om een grove schatting te kunnen maken.

Ten tweede **de mate van geluidsisolatie**. In de analysefase is gebleken op welke manieren wanden het beste tegen geluid geïsoleerd kunnen worden. Deze principes en opbouw van materialen komen terug in de verschillende ideeën. Voor de verschillende materialen zijn diktes aangehouden welke ook in bestaande wanden gebruikt

worden. Hierdoor worden minimaal de zelfde geluidsisolatiewaarde behaald. Een ander principe dat in de loop van het proces is toegepast, is het scheiden van de twee zijdes van de wand. Hierdoor wordt de directe geluidsbrug verkleind.

Ten derde **de manier van krachtenoverdracht in de wand**. Op welke manier worden de krachten overgedragen op de vloer en het plafond? Krachten overdracht op muren is voornamelijk buiten beschouwing gelaten omdat in veel gevallen geen directe vaste muren beschikbaar zijn. De wand moet zichzelf dus ook staande kunnen houden in situaties zonder omliggende muren. Deze krachten kunnen worden opgevangen in de horizontale verbinding tussen het glas en het paneel, maar ook door gebruik te maken van de glazen panelen welke van vloer tot plafond lopen. Voor de moment-vaste verbinding tussen het glas en het paneel zijn allerlei mogelijkheden getekend, welke door middel van een profiel, het glas moment-vast met het paneel verbindt. Telkens werden van deze opties de plus- en

minpunten beschreven waarna er een nieuw idee ontstond, of het idee verder uitgewerkt werd. Ook hoe panelen onderling op elkaar aansluiten, of hoe afdekkapjes ergens inklikten zijn uitgedacht.

Ten vierde **de uitstraling van de wand**. Hoe wordt er op de wand gekeken, welke materialen worden er gebruikt en welke uitstraling hoort bij deze materialen? Kunnen de materialen ook gecombineerd worden met de eigenschappen die verwacht worden met betrekking tot geluidsisolatie? Daarnaast is er gekeken naar de manier van verspringing van het glas ten opzichte van de vaste panelen. Zo is naarmate de ideefase vorderde, door Vitriwand de eis gesteld dat deze overgang naadloos moest zijn.

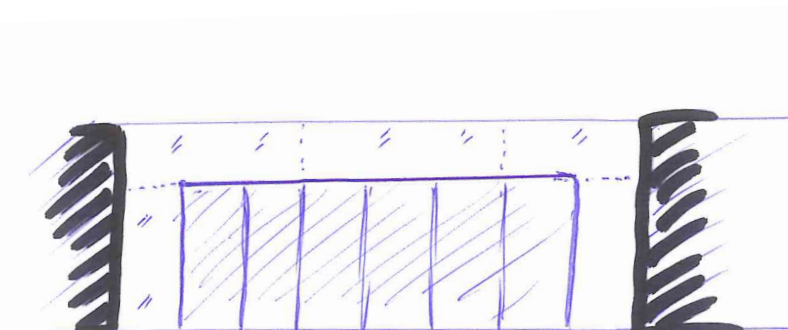
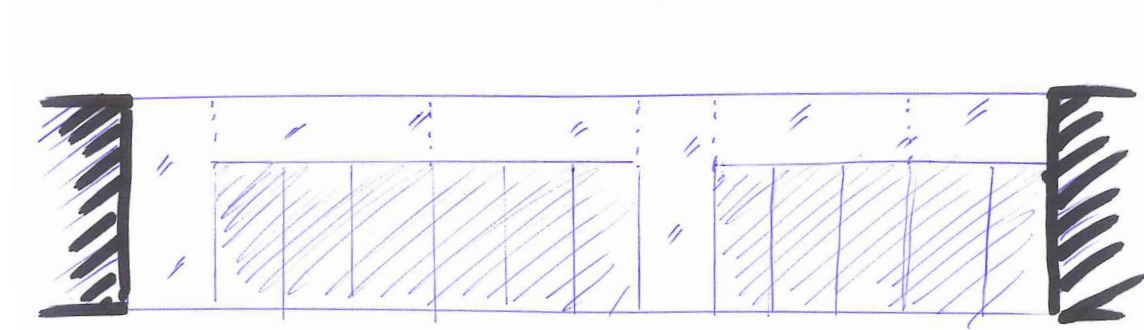
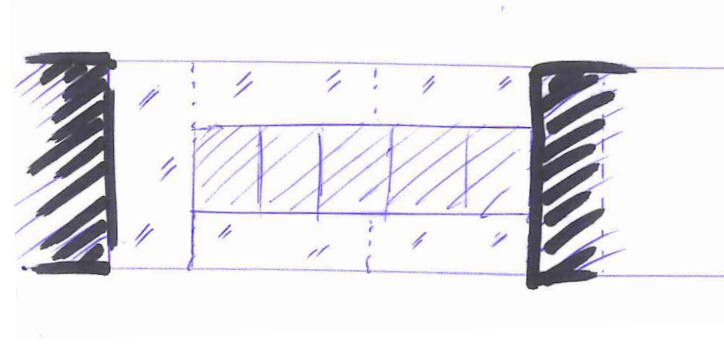
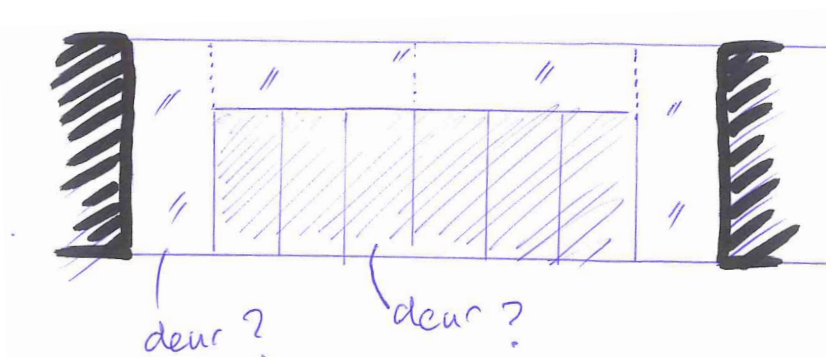
Het doel is om het aantal profielen zo veel mogelijk te beperken. Dit met het oog op logistiek, maar ook met betrekking tot de aanschaf van matrijzen en mallen. Het probleem is echter dat door de verschillende glasdiktes, in combinatie met een verbinding met het glas, er een universele oplossing bedacht moet worden, die ook productietechnisch en economisch gunstig is. Dit houdt dus in dat er zo min mogelijk materiaal, zo min mogelijk verschillende onderdelen, maar ook zo min mogelijk nabewerkingen aan de profielen gedaan moeten worden, nadat deze door bijvoorbeeld rolvormen of extruderen geproduceerd zijn. Alle ideesetsen zijn in bijlage B te vinden.

Voordelen mono-blok

- Snellere montage
- Sterker
- Verbindingen kunnen goedkoper dan op de bouw

Voordelen di-blok

- Eenvoudiger te monteren (gewicht)
- Betere geluidsisolatie (in het geval van weinig verbinding tussen de twee zijdes)
- Goedkoper transport (minder lucht transporteren)
- Lichter



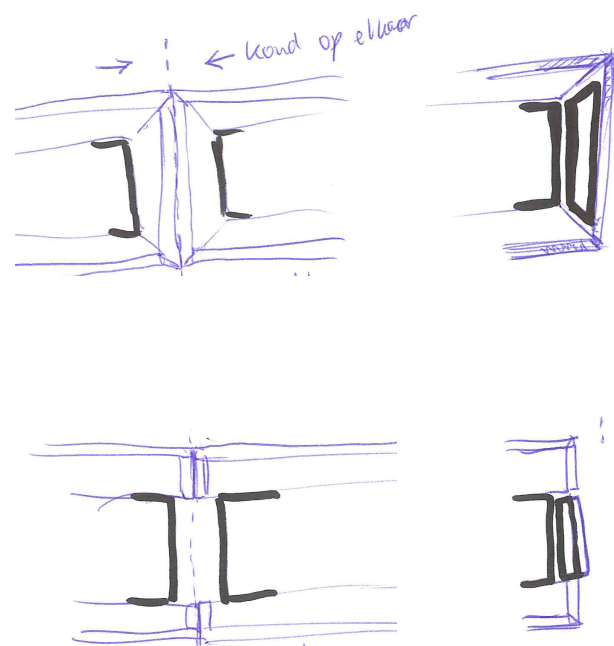
Afbeelding 3.1 - Mogelijke systeemwand indelingen



Afbeelding 3.2 - Zichtprofielen reduceren

Onderlinge aansluiting van panelen

De panelen moeten onderling op elkaar aan kunnen sluiten. Daarnaast moeten op de kopse kanten afdekplaatjes geklikt kunnen worden omdat hier tegenaan gekeken wordt. Zichtwerk en geluidsisolatiewaarde zijn nauw met elkaar verbonden. Hiertussen moeten compromissen gesloten worden.

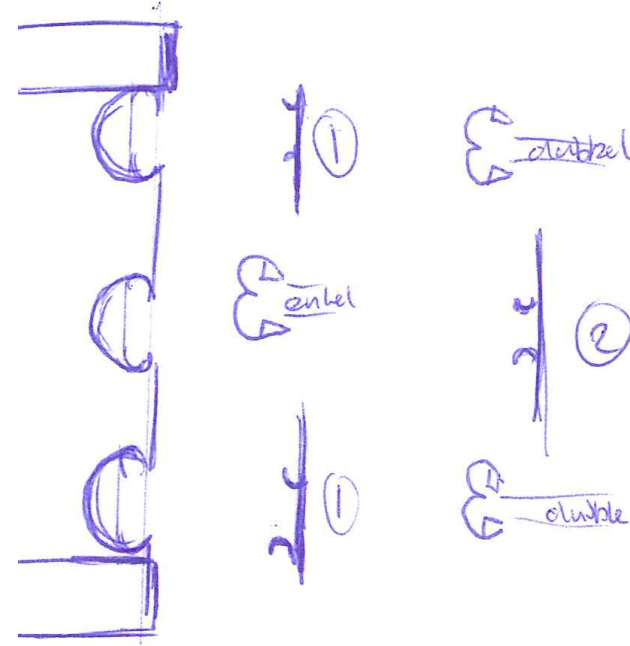


Afbeelding 3.3 - Aansluitingen tussen panelen en afdeklinten

Besparing

Omdat een grote eis van het project de lage prijs is, moet er op alle mogelijke manieren op de productieprijs bespaard worden. Profielen die in het dagelijkse gebruik geen zichtwerk zijn hoeven niet als dusdanig afgewerkt of afgedekt te worden. Afdekplaatjes hoeven dus alleen geplaatst te worden op de plekken waar dit zichtbaar is. (afbeelding 3.2)

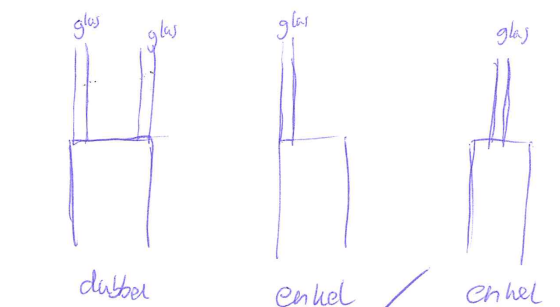
Om deze reden is tijdens het ontwerpproces continu gekeken of de profielen niet logischer en efficiënter in elkaar konden klikken en ook is onderzocht of daardoor ook materiaal en kosten, bespaard konden worden.



Afbeelding 3.4 - Montage van glasklemmen en afdeklinten

Multifunctionaliteit

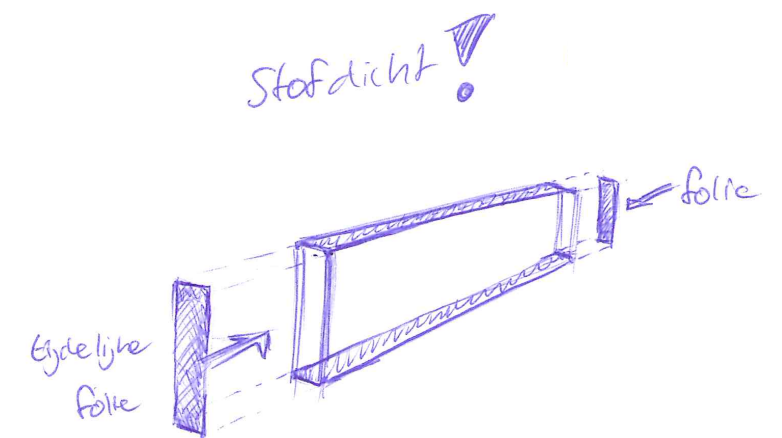
Bij het ontwerpen van profielen welke multifunctioneel inzetbaar moeten zijn, moet er rekening worden gehouden met de verschillende manieren waarop de glazen elementen in de wand geplaatst kunnen worden. Hiernaast zijn de mogelijke manieren van het te plaatsen glas te zien. Op deze manieren zou zowel het dubbel-, als het enkelglas geplaatst kunnen worden.



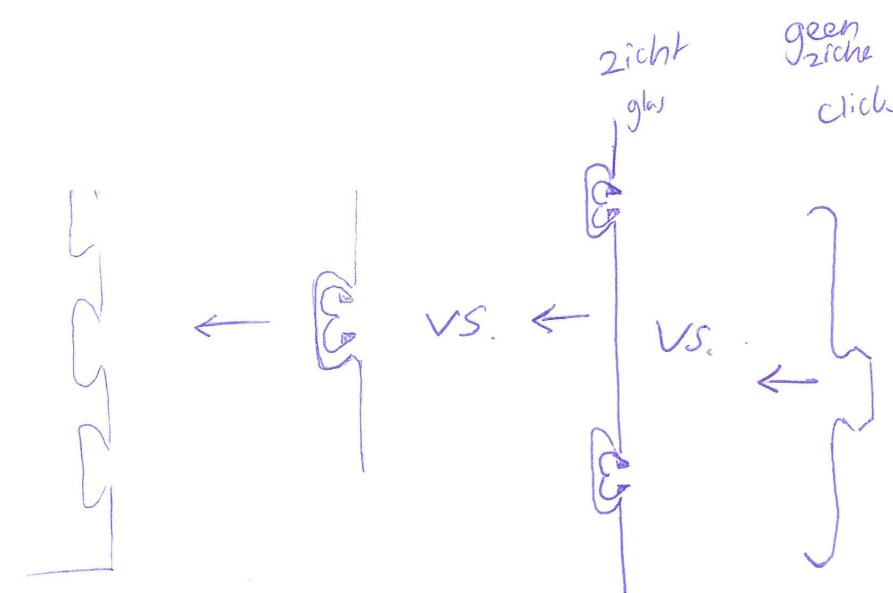
Afbeelding 3.6 - Verschillende glasposities

Stofdichte glazen mono-blokken

Om het probleem van het intensieve schoonmaken van de dubbelglazige wanden op de bouw tegen te gaan, is het idee ontstaan om glazen mono-blokken te maken, welke wel naadloos aan kunnen sluiten. Door een folie op de kopse kanten te plaatsen kan voorkomen worden dat er stof tussen de ruiten komt. Dit folie kan er op het werk worden afgetrokken, waarna de blokken meteen geplaatst kunnen worden. (afbeelding 3.7)



Afbeelding 3.7 - Naadloos glazen mono-blok

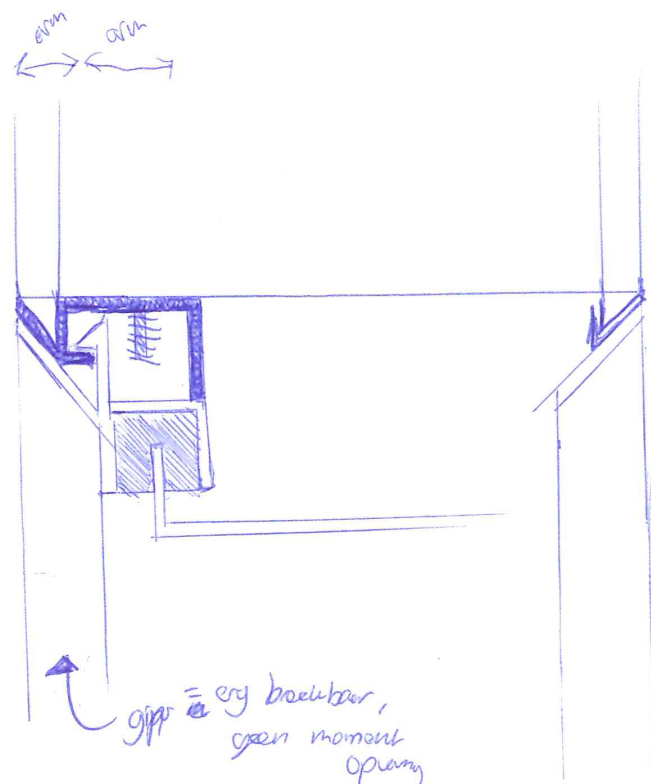


Afbeelding 3.5 - Universeel gebruik van 1 basisprofiel

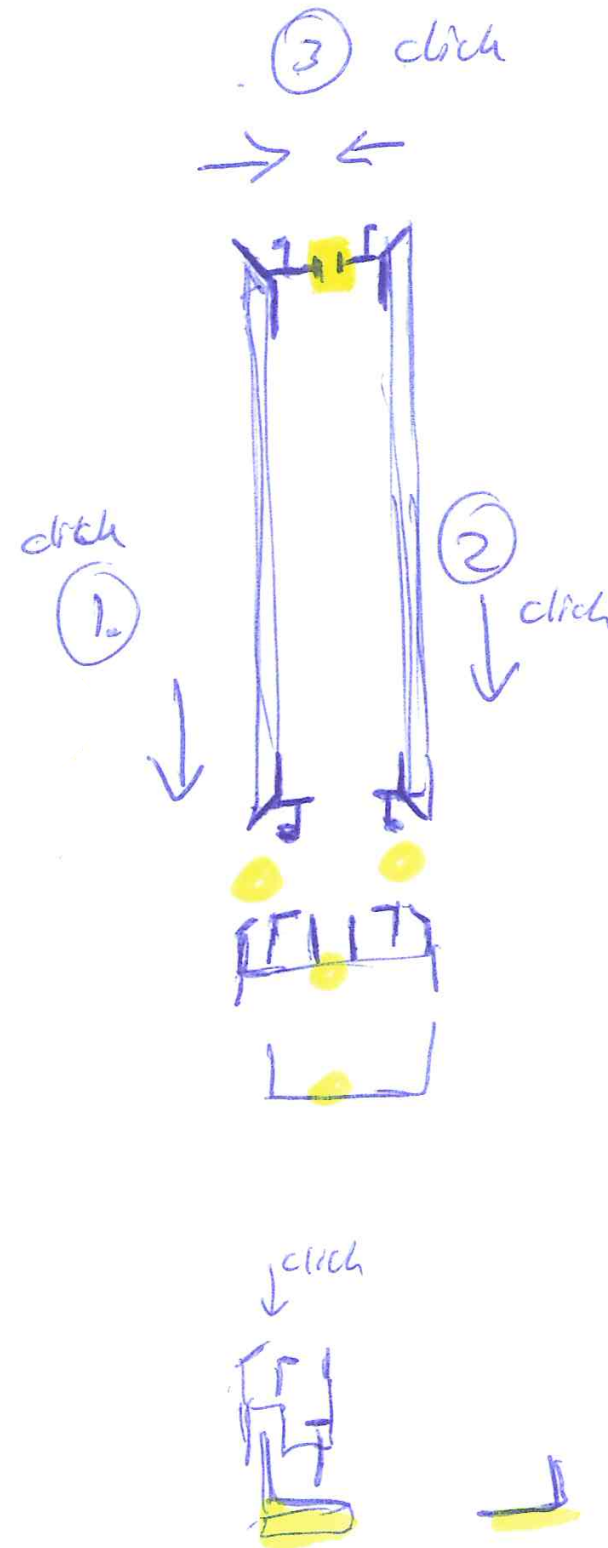
3. Ideefase

Krachtenoverdracht

Bij het proces zijn verschillende opties met betrekking tot krachtenoverdracht bekeken. De opties van mono-blokken (met of zonder een apart regelwerk hier om heen) tot di-blokken (van zelfdragend tot een apart regelwerk hier om heen).

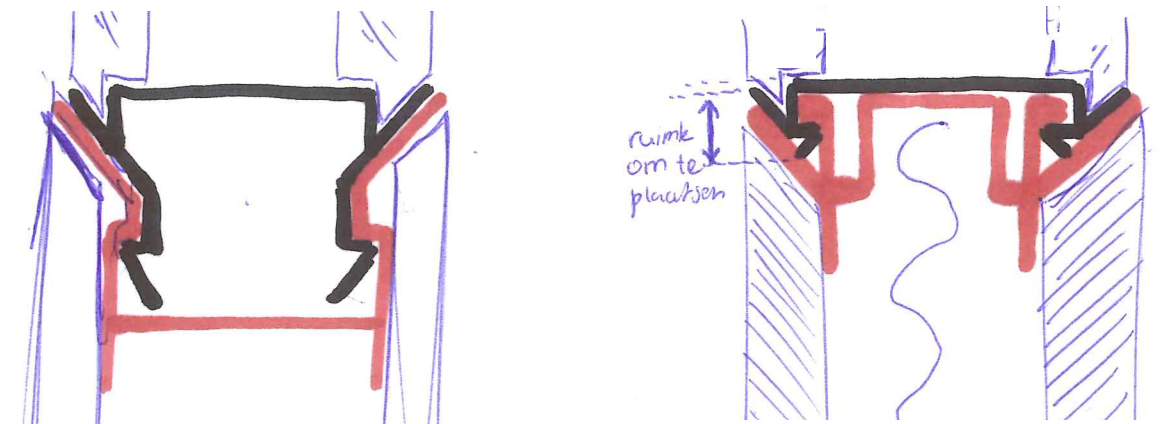


Afbeelding 3.8 - Panelen en glas ophangen aan centraal regelwerk

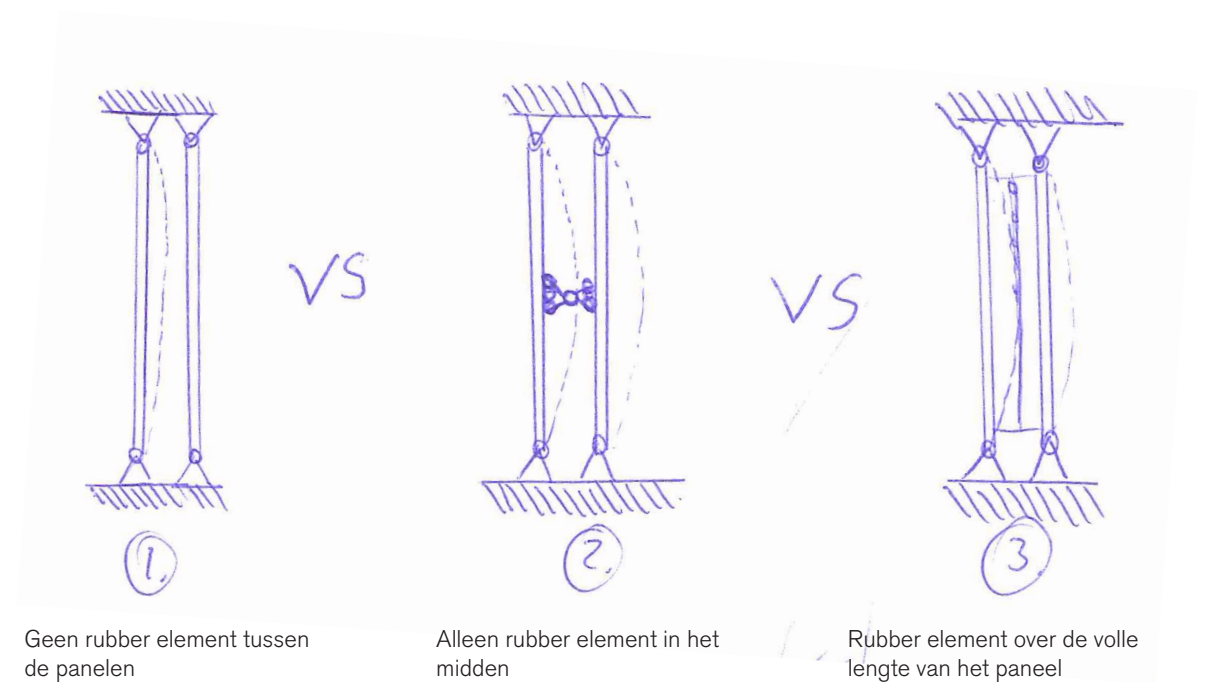


Afbeelding 3.9 - Di-blok-systeem met geluidslekken (geel)

De gele elementen zijn plaatsen waar een rubber element geplaatst moet worden om directe geluidslekken tegen te gaan. (afbeelding 3.9)



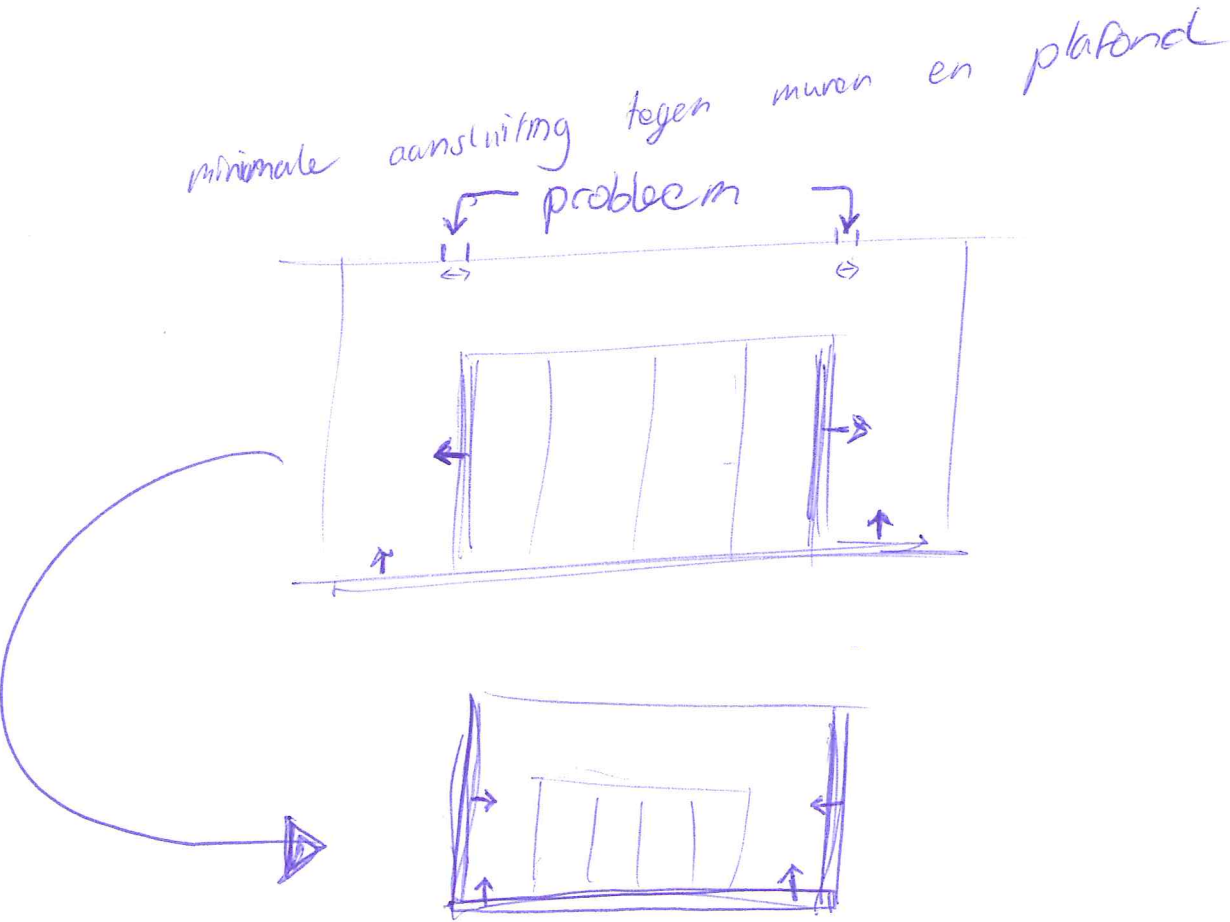
Afbeelding 3.10 - Materiaalreductie en optimalisatie van een mono-blokprofiel



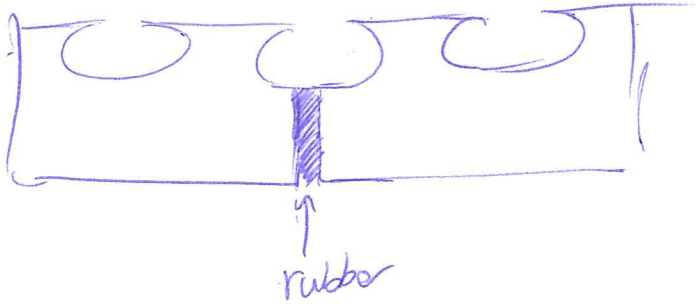
Afbeelding 3.11 - Het opdelen van de wand in schaalelementen

Uitstraling van de wand

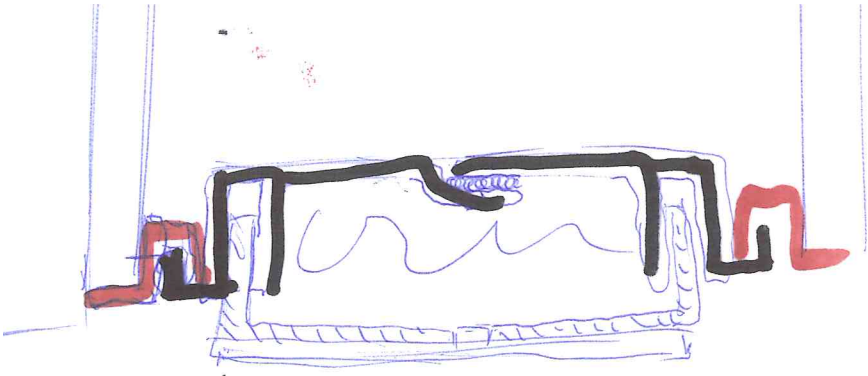
Er is steeds geprobeerd om de profielen zo smal, of onzichtbaar mogelijk te maken. Ook zijn de opties om de profielen volledig te verwijderen overwogen. Dit bleek niet mogelijk door de marges die nodig zijn om op iedere bouw aan te kunnen sluiten. Wat wel gedaan kan worden is de profielen zo compact mogelijk maken en waar mogelijk binnen de dichte delen van de wand te monteren. (afbeelding 3.12)



Afbeelding 3.12 - Marges nodig bij plaatsing van de wand



Afbeelding 3.13 - Direct geluidstransport door profielen voorkomen met rubberen elementen



Afbeelding 3.14 - Di-blok systeem met vloer- en stelbak opgedeeld

Geluidsisolatie

Door de elementen met een rubberen verbinding van elkaar te scheiden zal de geluidsisolatiewaarde omhoog gaan. Zie hoofdstuk 2.3 geluidsanalyse, over het transport van geluid.



4. Conceptfase



4.1 Concept 1

Verlijmde glazen mono-blokken in combinatie met dichte mono-blokken.

Door Vitriwand werd aangegeven dat hun voorkeur bij een moment-vaste verbinding tussen de dichte panelen en het hierboven liggende glas ligt. Het ontwerpen van deze moment-vaste verbinding houdt in dat zowel tussen het glas en het aangrenzende profiel, als tussen dit profiel en de onderliggende panelen de momenten doorgegeven kunnen worden.

Vitriwand kwam met de oplossing om het glas met een hoek van 45 graden te slijpen om dit vervolgens in een profiel te lijmen. Ze gaven aan dat deze

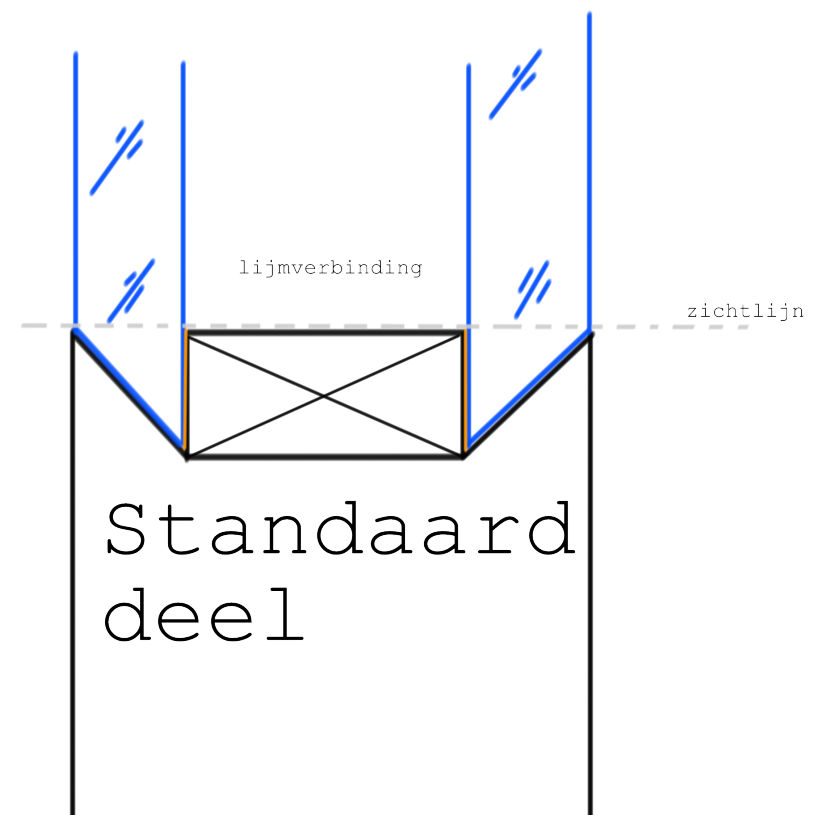
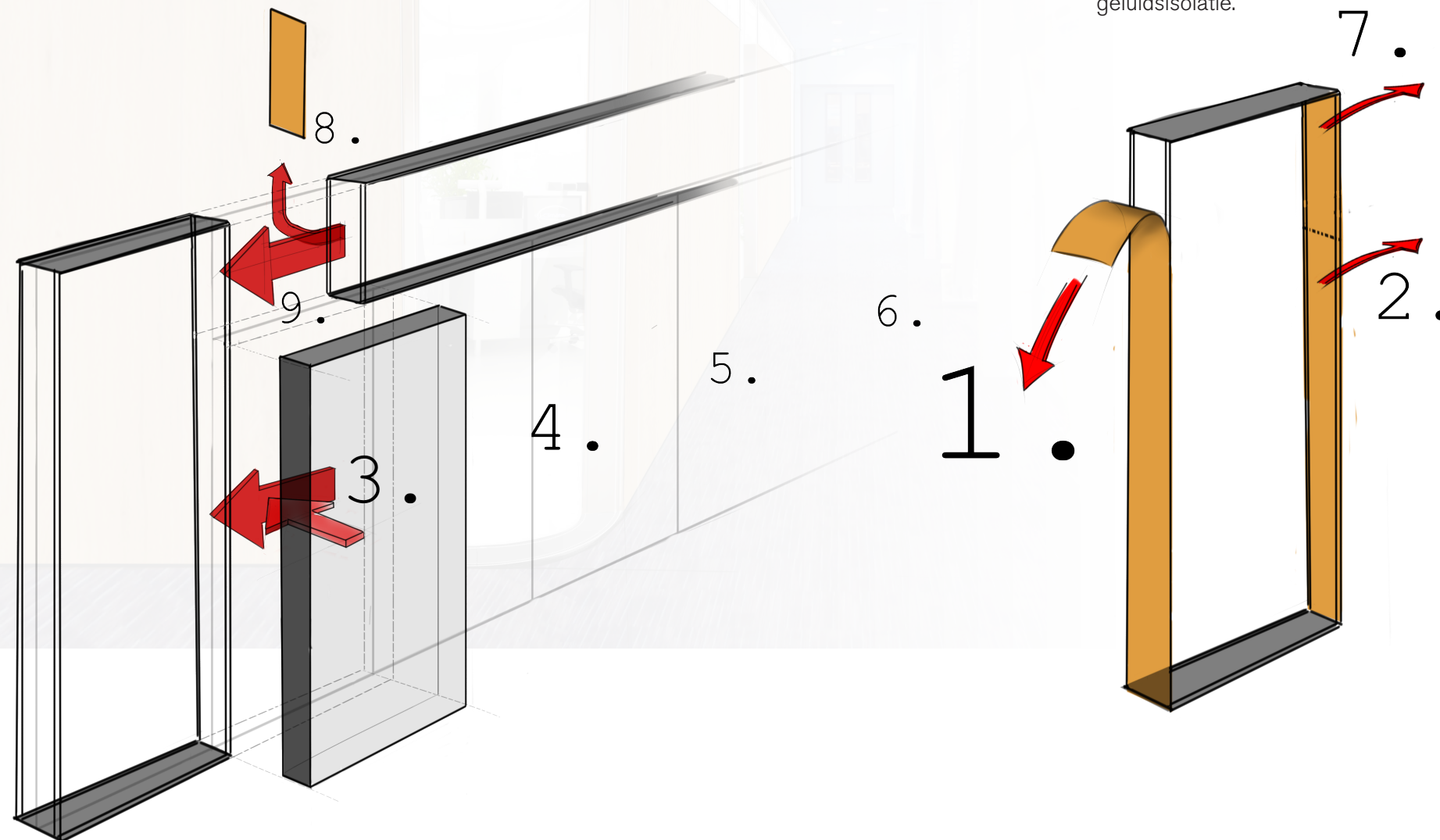
verlijming genoeg kracht over moest kunnen dragen om het moment op te vangen. Bij de uitwerking van dit concept is dit als waarheid aangenomen. De verdere uitwerking is hierop gebaseerd. Het grote voordeel van een 45 graden verbinding is het naadloos kunnen overgaan van het glas in het paneel. De zichtlijn wordt niet onderbroken door profielen.

Als eerste worden de vloer- en plafondprofielen geplaatst. Daarna wordt op het vloerprofiel de stelbak geplaatst. Deze stelbak wordt waterpas gezet. Hierna wordt van het plafondhoge glazen mono-blok aan 1 zijde de gehele folie verwijderd,

waarna deze tegen de muur of tegen een ander profiel en/of glas geplaatst kan worden. Omdat dit ter plekke gebeurt is de kans op stof tussen het glas uitermate klein. Vervolgens wordt aan de andere kant van het glazen mono-blok de onderste folie verwijderd, zodat direct hierna het verwijderen van dit folie het dichte mono-blok aangeschoven kan worden. De dichte panelen zijn als mono-blokken uitgevoerd en kunnen tegen het glazen element geplaatst worden. Doordat de verbinding tussen het bovenliggende glas en het paneel momentvast is, hoeven de elementen onderling verticaal niet verbonden te worden. Zij hoeven alleen via een zachte verbinding aan te sluiten. Het doel is geluidsisolatie.

Het grote voordeel van het mono-blok paneel is dat deze in één keer snel geplaatst kan worden en in zijn geheel vooraf in lagelonenlanden geproduceerd kan worden. Het monteren van deze panelen kan snel door de kleine hoeveelheid extra onderdelen. Ook het plaatsen van isolatiemateriaal is niet meer nodig, hierdoor wordt veel tijd bespaard.

Wanneer alle dichte mono-blokken staan, kan het bovenliggende glazen mono-blok hierbovenop geplaatst worden, waardoor deze hier in klikt en voor een moment-vaste verbinding tussen het glas en de panelen zorgt. Vervolgens kan hier, na het verwijderen van de folie aan beide zijdes, weer een plafond-hoog glazen element tegenaan geplaatst worden.



4.2 Concept 2

Ingekleemde glazen mono-blokken in combinatie met zelfdragende, dichte di-blokken

Ondanks de vraag van Vitriwand om het glas 45 graden te slijpen en vervolgens te verlijmen bestaat dit glazen mono-blok uit twee moment-vaste profielen die het glas inklemmen. Persoonlijk had ik weinig vertrouwen in de lijmverbinding en daarom een variant hierop waarbij het glas wordt ingeklemt. Om het glas naadloos in het profiel over te laten gaan loopt het lamineer over het metalen profiel waardoor het oogt als een naadloze overgang tussen het hout en het glas. Het metalen profiel omsluit het glas waardoor het enkele millimeters ten opzichte van het dichte paneel verspringt.

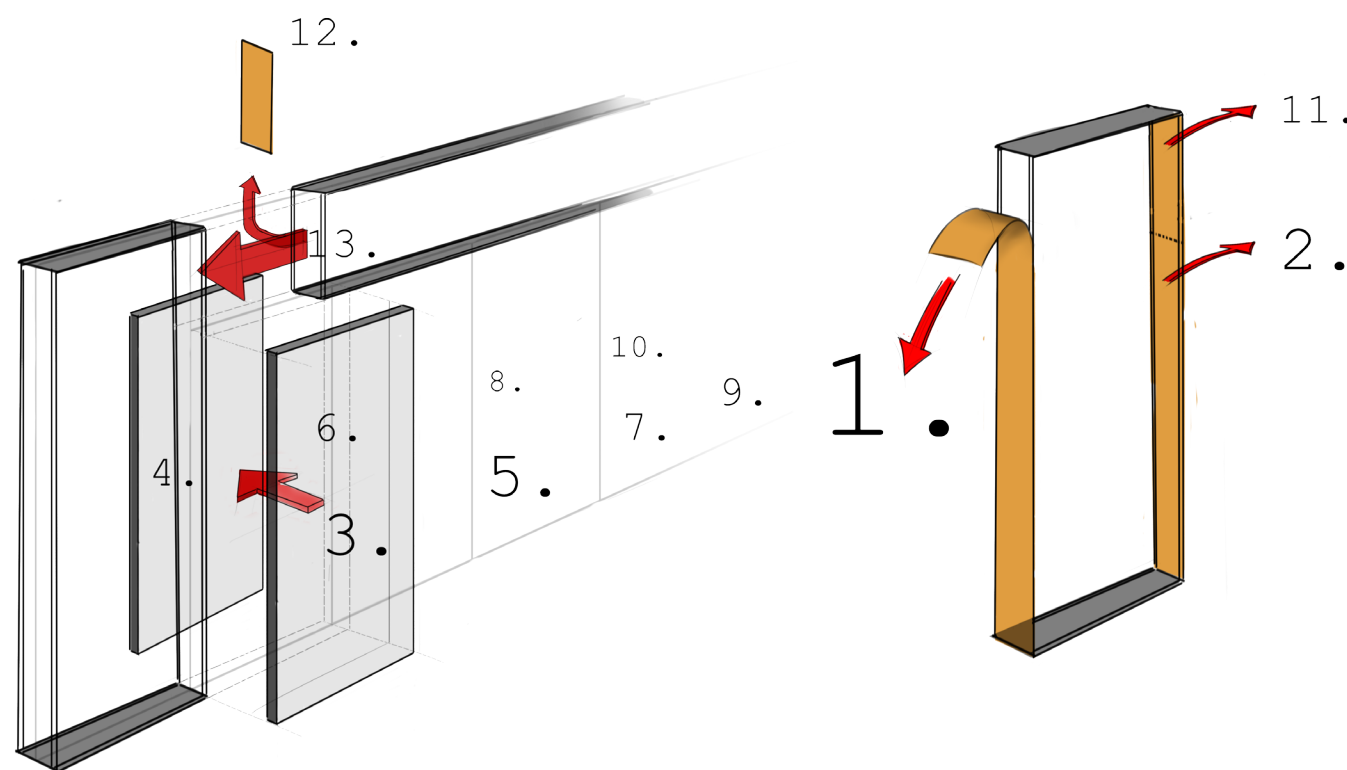
In dit concept vindt de krachtenoverdracht plaats via de plafondhoge-glazen elementen, welke als kolom functioneren. Dit kan gedaan worden door de panelen onderling als een stijf geheel te laten functioneren. De glazen elementen hieronder zorgen er voor dat de panelen stijf met elkaar verbonden worden. De reden dat het profiel een moment ten opzichte van het glas moet kunnen opvangen is omdat bij een val, de wand alsnog zal doorbuigen. Wanneer het profiel in de vaste wand klikt, zal alsnog een klein deel van de krachten ten laste van de glasklemming komen te liggen. Daarnaast ontstaat bij het optillen van het glazen mono-blok een moment door de zwaartekracht van de glazen ruit waar niet aan getild wordt. Na een berekening bleek dat een profieldikte van 2,6 mm noodzakelijk

was om het moment bij montage op te kunnen vangen. (zie bijlage C) De verspringing van het glas ten opzichte van het paneel zal dus in combinatie met het lamineer 3,5 millimeter zijn. Op het oog lijkt dit bijna naadloos.

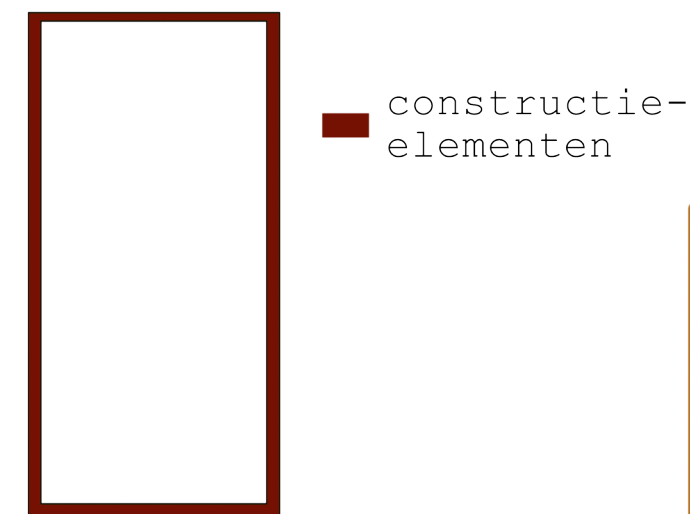
De vloer-, plafondprofielen en de glazen mono-blokken worden op de zelfde manier als bij concept 1 geplaatst. Het verschil zijn de dichte panelen. Tegen het glazen blok wordt, na het verwijderen van die folie, een profiel tegen de kopse kant geplaatst. Hierna worden de di-blokken één voor één in het vloerprofiel geklikt. Hier tussen zacht isolatiemateriaal. Ten slotte wordt het glazen mono-blok hier boven op geplaatst. Dit mono-blok, of deze mono-blokken, zorgen er voor dat zowel de

gespiegelde, ,m als de andere panelen onderling met elkaar verbonden worden, waardoor er een stijf geheel ontstaat. Hierna kan er weer een profiel tegen de kopse kant geplaatst worden, waar vervolgens weer een glazen mono-blok op aangesloten kan worden. De combinatie van de twee glazen kolom elementen in combinatie met de stijfheid van de wand, zorgt er voor dat deze horizontale krachten, die bijvoorbeeld bij een val tegen de wand ontstaan, opgevangen kunnen worden.

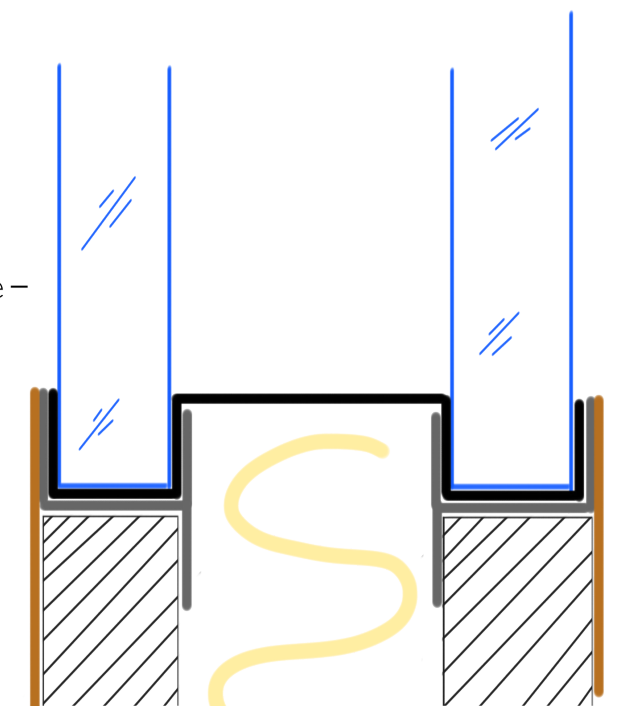
Het grote voordeel van de dichte zelfdragende di-blok panelen is dat deze los van elkaar staan, en alleen rondom via de profielen van het glas met elkaar verbonden worden, waardoor de geluidsisolatiewaarde sterk omhoog zal gaan.



Afbeelding 4.2.1 - Montage volgorde concept 2



Afbeelding 4.2.2 - Constructieelementen in het dichte di-blok



Afbeelding 4.2.3 - Verticale doorsnede concept 2

4.3 Concept 3

Glazen di-blokken in combinatie met zelfdragende, dichte di-blokken

Het grote nadeel van concept 1 en 2 is dat deze bij transport veel ruimte innemen. Daarnaast betekent een glazen mono-blok ook een twee keer zo groot gewicht per glasdeel. Om aan de wensen van de monteurs te voldoen en tevens transportkosten te besparen wordt er bij concept 3 op het oude principe terug gevallen. Hierbij bestaat dubbelzijdig glas uit twee losse elementen.

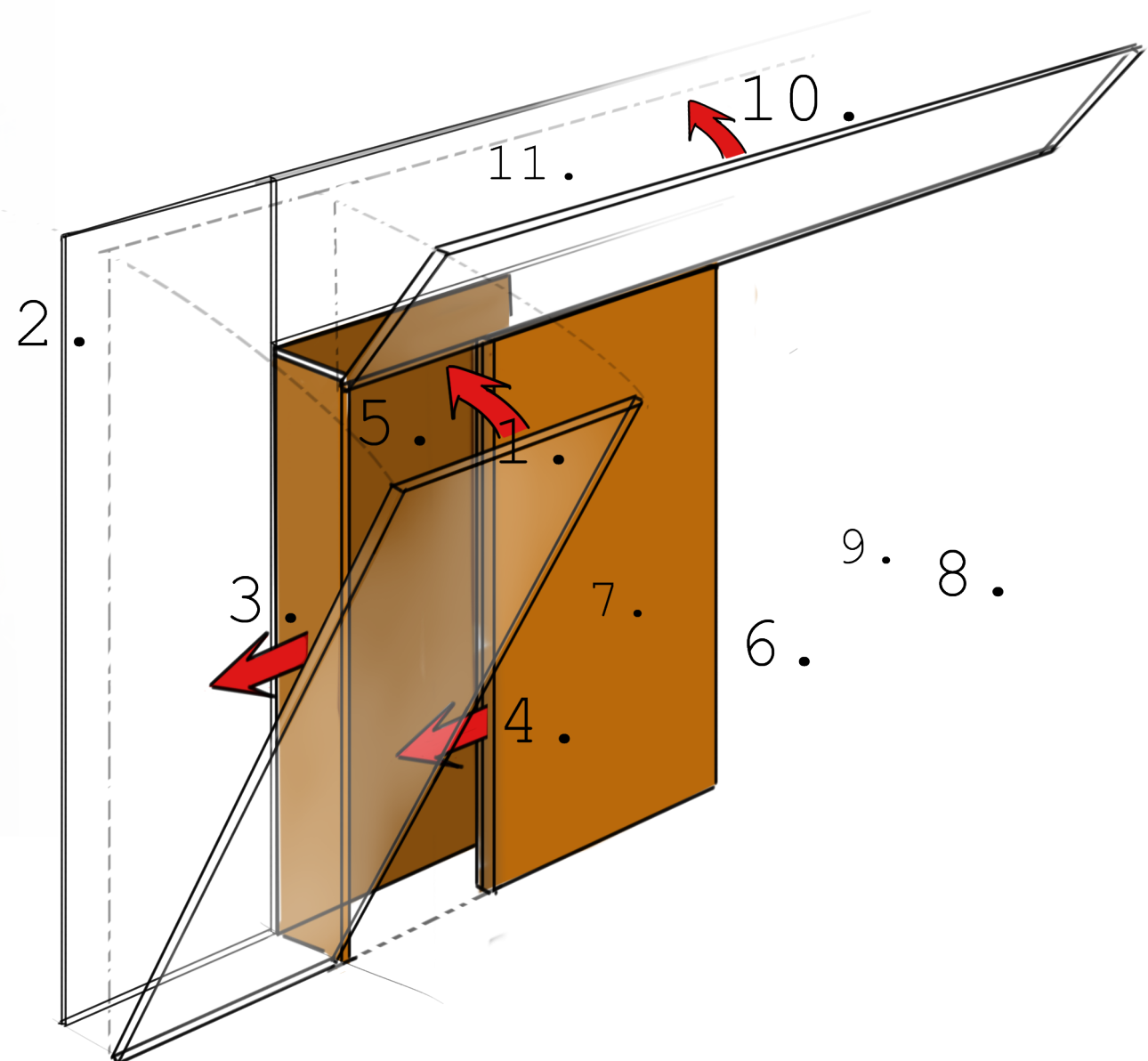
Doordat de wand volledig uit di-blokken bestaat is het mogelijk de geluidsisolatie drastisch te verhogen. Directe verbindingen tussen de twee ruimtes vinden alleen via de vloer-, muur- en plafondprofielen plaats.

Opnieuw worden eerst de vloer- en plafondprofielen geplaatst, waarna de stelbak waterpas gezet wordt. Hierna worden de plafondhoge ruiten geplaatst. Deze functioneren tevens als kolom en zullen de horizontale krachten van de wand overdragen naar de vloer en het plafond.



De wand bestaat uit twee losstaande zijden. Deze zijden kunnen beide dus individueel worden opgebouwd. Nadat de kolom geplaatst is kunnen de di-blokpanelen worden aangeschoven. Zodra deze geplaatst zijn kan het bovenliggende glas worden geplaatst. Het glas zorgt voor stevigheid tussen de panelen. Hierna kan ten slotte de tweede glazen kolom worden aangeschoven welke de gehele wand moment vast opsluit. Eén zijde van de wand is dan geplaatst. Via de andere kant van de wand,

kan in een keer al het isolatiemateriaal, en kunnen tevens de kopse kanten tussen het glas worden geplaatst. Per glas element, dat al geplaatst is, zal zowel de voor- als de achterkant perfect schoon gemaakt moeten worden. Vervolgens kan het hier tegenoverliggende element schoongemaakt worden en worden geplaatst. De opbouw van deze zijde van de wand gebeurt in de zelfde volgorde als de eerste zijde.



4.4 Conceptkeuze

Concept 1

Zoals door Vitriwand voorgelegd kan deze lijmverbinding het moment tussen het glas en het profiel opvangen. Daardoor voldoet deze aan de eis om een moment-vaste verbinding te creëren tussen het bovenliggende glas en het dichte paneel. De mono-blokken voor zowel het glas als de panelen hebben veel voordelen. Onzekerheden over het gewicht van de verschillende mono-blokken zijn opgehelderd. Glazen mono-blokken zullen een gewicht van 90 kilogram hebben bij afmetingen van 1 bij 3 meter bij 6mm dik glas aan beide zijden. In de praktijk komt men niet vaak glasplaten tegen met grotere afmetingen dan 6mm. Het gewicht van 90 kilogram is een handelbaar gewicht dat al in de praktijk vaak voorkomt. De dichte mono-blokken zullen een gewicht van ongeveer 120 kilogram per element krijgen. Dit is te zwaar om door twee personen te kunnen plaatsen.

Algemeen

- + Compleet naadloze aansluiting van het glas op het paneel
- + Heeft van alle concepten de minst verschillende onderdelen

Glazen mono-blokken:

- + Geen schoonmaakwerkzaamheden op de bouw
- + Plakstrips om de glazen elementen met elkaar te verbinden hebben een tweede functie. De plakstrips bevatten een folie welke het mono-blok tot aan het monteren beschermt tegen ongewenste stof
- + Snelle montage
- 90 kilogram (dit is te plaatsen door twee personen)

Dichte mono-blokken

- + Snelle montage
- + volledig geassembleerd en geproduceerd in lagelonenlanden
- 120 kilogram (niet te plaatsen zonder dure hulpmiddelen)
- Slechtere geluidsisolatie dan di-bloksysteem

Concept 2

Concept 2 bevat de zelfde voordelen als de glazen mono-blokken. Het verschil is dat het glas nu ingeklemd is, waardoor het beter krachten door zal geven. Het glas zal ten opzichte van het paneel wel 4 millimeter verspringen. Concept 2 kan geplaatst worden zonder de tussenkomst van hulpmiddelen die kracht verlichtend zijn. Het dichte zelfdragende di-blok systeem zorgt er voor dat er geen extra frame nodig is om er op te monteren. De geluidsisolatie wordt hierdoor sterk verbeterd.

Algemeen

- + Bijna naadloze overgang tussen het glas en het paneel
- 4 millimeter verspringing tussen het glas en het paneel

Glazen mono-blokken

- + Geen schoonmaakwerkzaamheden op de bouw
- + Plakstrips om de glazen elementen met elkaar te verbinden hebben een tweede functie. De plakstrips bevatten een folie welke het mono-blok tot aan het monteren beschermt tegen ongewenste stof
- + Snelle montage
- 90 kilogram (dit is te plaatsen door twee personen)

Dichte di-blokken

- + Volledig geproduceerd in lagelonenlanden
- + 60 kilogram
- + Betere geluidsisolatie dan mono-bloksysteem
- Di-blok constructie krijgt met grotere interne spanningen te maken
- Een extra handeling bij montage vergeleken met mono-blokken

Concept 3

Concept 3 heeft als groot voordeel het relatief lage gewicht van alle elementen. Het vraagt van de monteur minder zware lichamelijke inspanningen. Het plaatsen van deze wand is wel erg tijdrovend.

Algemeen

- + Bijna naadloze overgang tussen het glas en het paneel
- + Volledig di-bloksysteem geeft de beste geluidsisolatie
- 4 millimeter verspringing tussen het glas en het paneel

Glazen di-blokken

- + Relatief laag gewicht van de elementen
- + Minder ruimte bij transport
- Een extra handeling bij montage in vergelijking met mono-blokken
- Tijdsintensief schoonmaakwerk bij montage

Dichte di-blokken

- + Volledig geproduceerd in lagelonenlanden
- + 60 kilogram
- + Betere geluidsisolatie dan mono-bloksysteem
- Di-blok constructie krijgt met grotere interne spanningen te maken
- Een extra handeling bij montage vergeleken met mono-blokken

Conclusie

Tijdens de conceptkeuze zijn alle voor- en nadelen met elkaar vergeleken. Het werd snel duidelijk dat er geen ideaal ontwerp mogelijk was. Daarnaast zijn de drie concepten ook aan Vitriwand voorgelegd. Hun voorkeur ging duidelijk uit naar concept 1, omdat in dit concept de krachten ook door de horizontale verbinding tussen de panelen en het glas opgevangen konden worden. Dit in combinatie met de compleet naadloze overgang tussen het glas en de panelen. Het argument van Vitriwand tegen het grote gewicht van de panelen was dat in de toekomst het plaatsen van elementen toch met hulpmiddelen zal gebeuren. Deze verminderen de werklast. Vervolgens zijn de profielen van concept 1 verder uitgewerkt. Het doel is het verminderen van het aantal profielen en het slim in elkaar kunnen klikken van deze profielen. Daarnaast is concept 2 vervolgens meegenomen in het ontwerptraject. De dichte di-blokpanelen hebben voordelen met betrekking tot isolatie en montage in vergelijking tot de dichte mono-blokken.



5. Conceptuitwerking



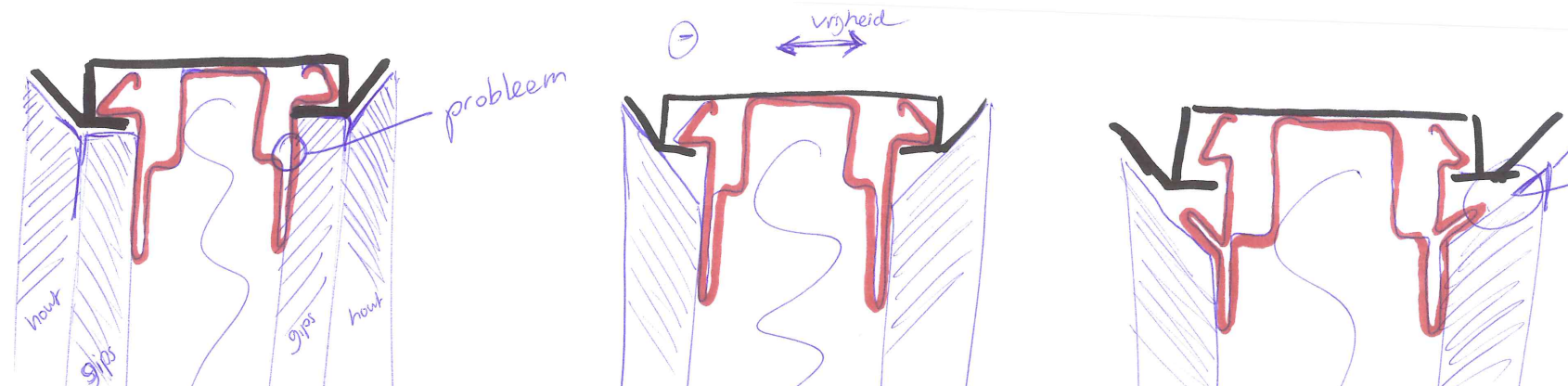
5.1 Conceptuitwerking

Tijdens de uitwerking van concept 1 zijn er verschillende varianten op de mogelijke profielen gemaakt. De manier van optimale krachtenoverdracht, waardoor er dus minder materiaal nodig is om een bepaalde sterke te creëren is beschouwd. Daarnaast is er materiaal bespaard door het op plekken weg te laten waar dit niet nodig is. De totale verzameling van tekeningen tijdens de conceptuitwerking is te vinden in bijlage D.

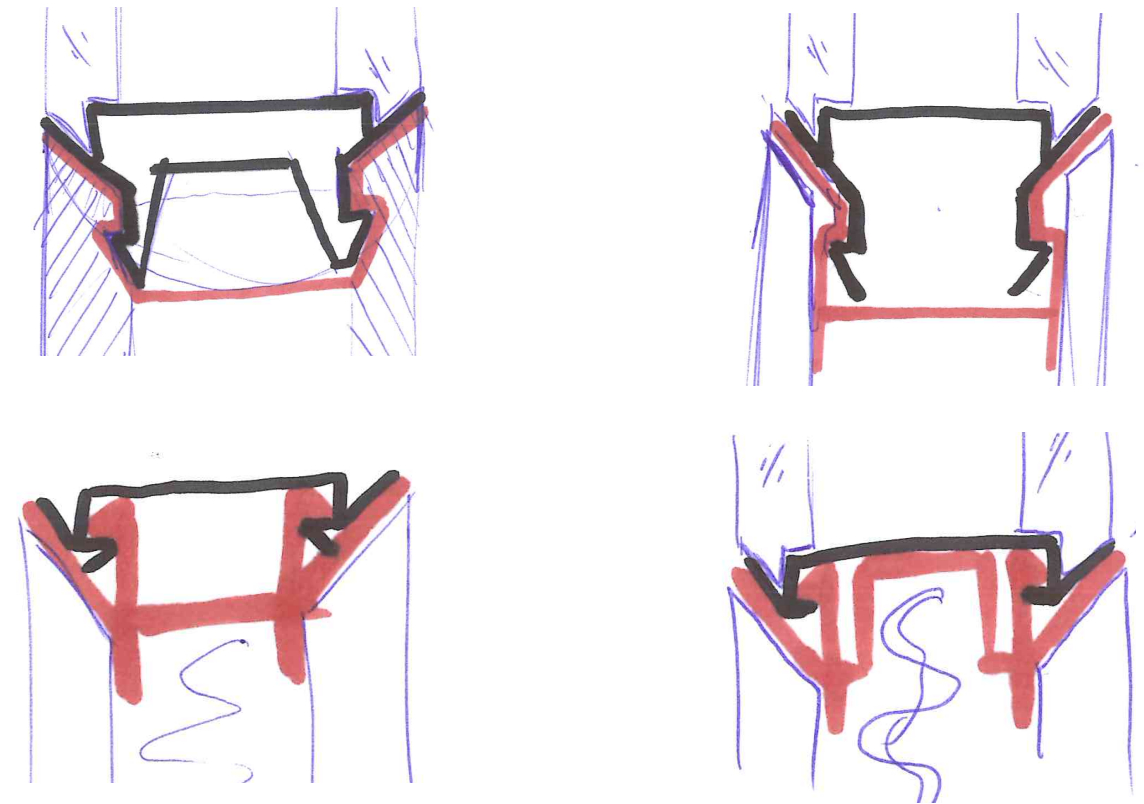
Daarnaast zijn er verschillende varianten gemaakt, gebaseerd op de verschillende productietechnieken zoals extruderen, profileren of zetten. Hiermee is gekeken naar de verschillende mogelijkheden per productietechniek in combinatie met de benodigde hoeveelheid materiaal. Er is ook een mogelijkheid voor het plaatsen van een profiel dat enkelglas kan bevatten. Tijdens de ideefase en de conceptkeuze is hier weinig aandacht aan besteed omdat dit bij alle drie de concepten wel mogelijk was. Hoe dit precies gerealiseerd zou kunnen worden is tot in de conceptuitwerking uitgesteld.

Omdat de omzet door Vitriwand niet kan worden begroot is het niet mogelijk de kosten te optimaliseren. Omdat Vitriwand recent is gestart en er relatief weinig vermogen is opgebouwd, is er voor gekozen om de profielen te laten extruderen. De kosten van deze mallen zijn beperkt en deze bieden tevens veel ontwerpvrijheid in tegenstelling tot profileren of zetten.

Toen de keuze voor extruderen was gemaakt is er een definitieve keuze in het type profiel gemaakt. Ook de vloer- en plafondaansluitingen konden toen worden ontworpen. De hoeveelheid materiaal is zoveel mogelijk beperkt. Voor de stelbak is er vooral naar bestaande stelbakken gekeken. Het was van belang dat zowel de panelen, als de profielen van de glazen mono-blokken hier op konden klikken.

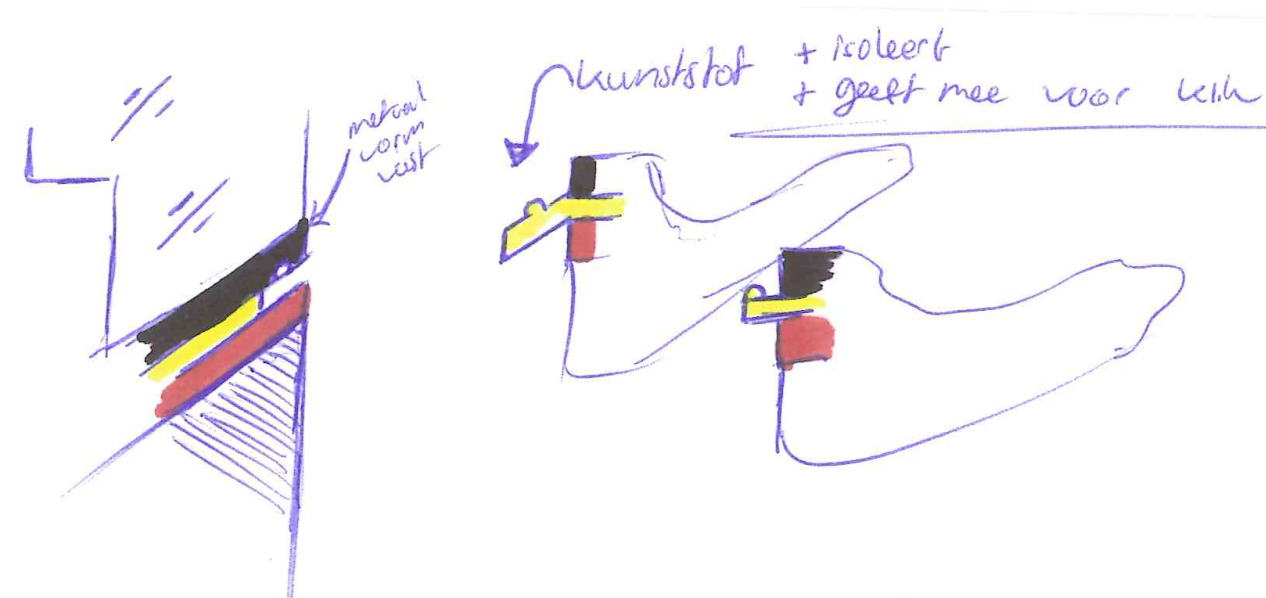


Afbeelding 5.1.1 - Optimalisatie van profielen (rolvormen)

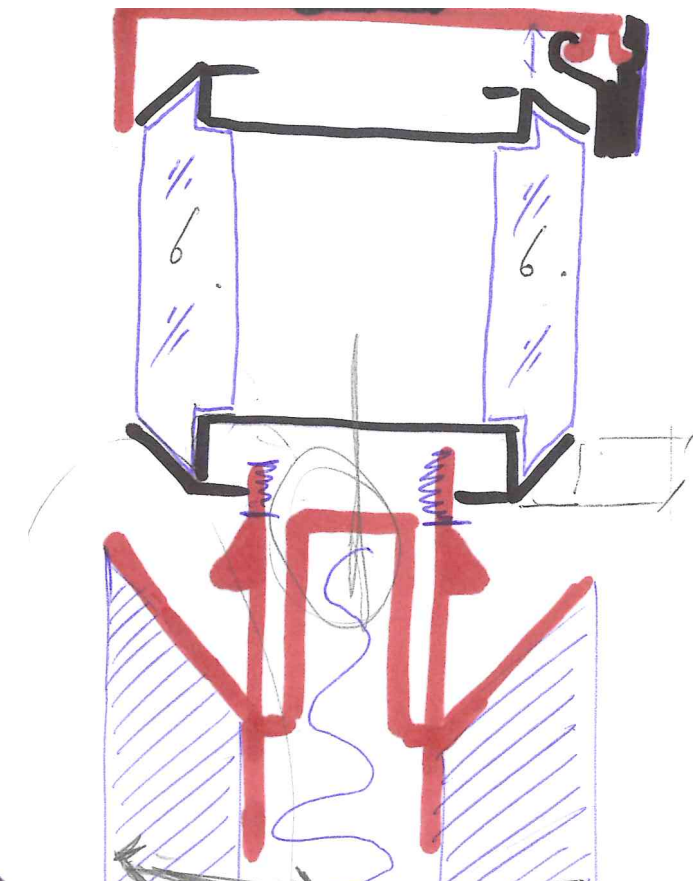


Afbeelding 5.1.2 - Optimalisatie van profielen (extruderen)

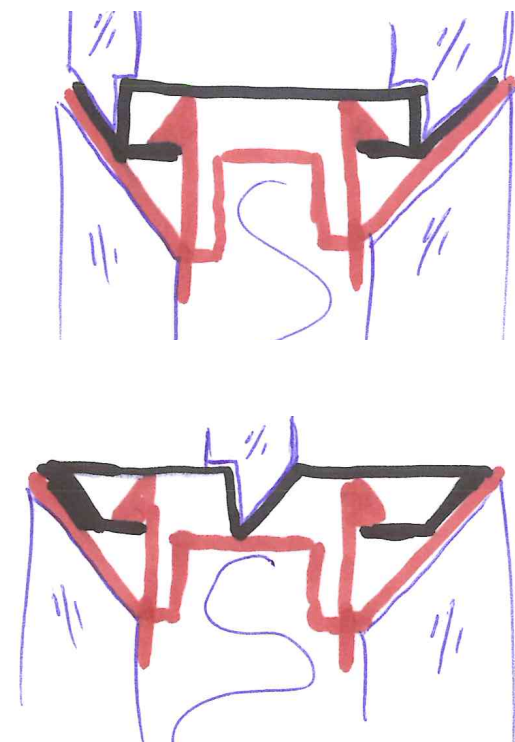
Hierna was het eindconcept voor het grootste deel uitgewerkt op papier. Vitriwand heeft als wens aangegeven dat er een oplossing bedacht moet worden om lichtelementen in de systeemwanden te integreren. Ondanks dat er aangegeven werd dat hier nog geen rekening mee gehouden moest worden, leek het mij als ontwerper goed om hier ideeën voor aan te dragen voordat het geheel digitaal uitgewerkt zal worden. De metalen frames worden als plus- en minpool gebruikt. (afbeelding 5.1.5) Door een isolerend profiel tussen de panelen en het glazen mono-blok te plaatsen, kan er een lichtelement tegen aan geklikt worden. De lage spanning van bijvoorbeeld 12 volt kan zonder gevaar door mensen worden aangeraakt.



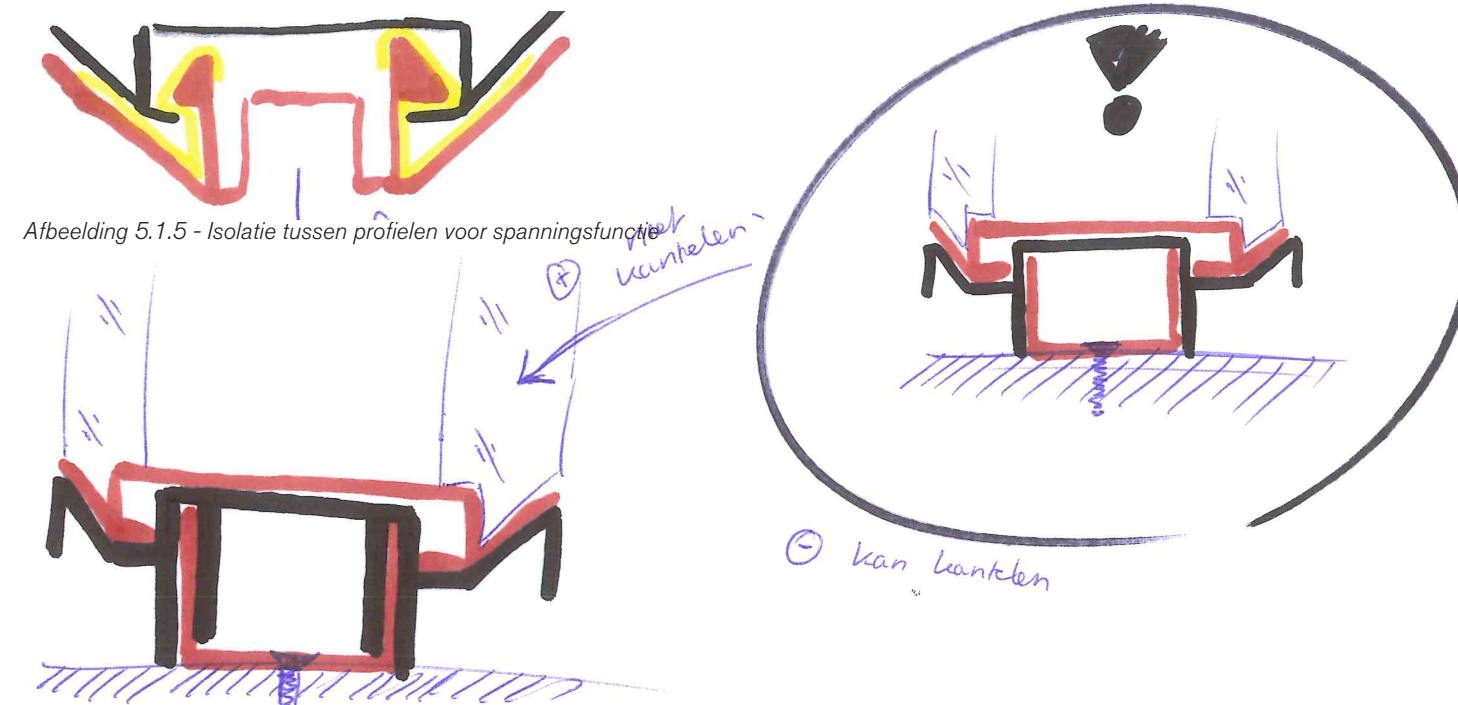
Afbeelding 5.1.6 - Klikbare lichtelementen



Afbeelding 5.1.7 - Boven aansluiting



Afbeelding 5.1.3 - Opties voor glasprofielen



Afbeelding 5.1.4 - Vloeraansluiting

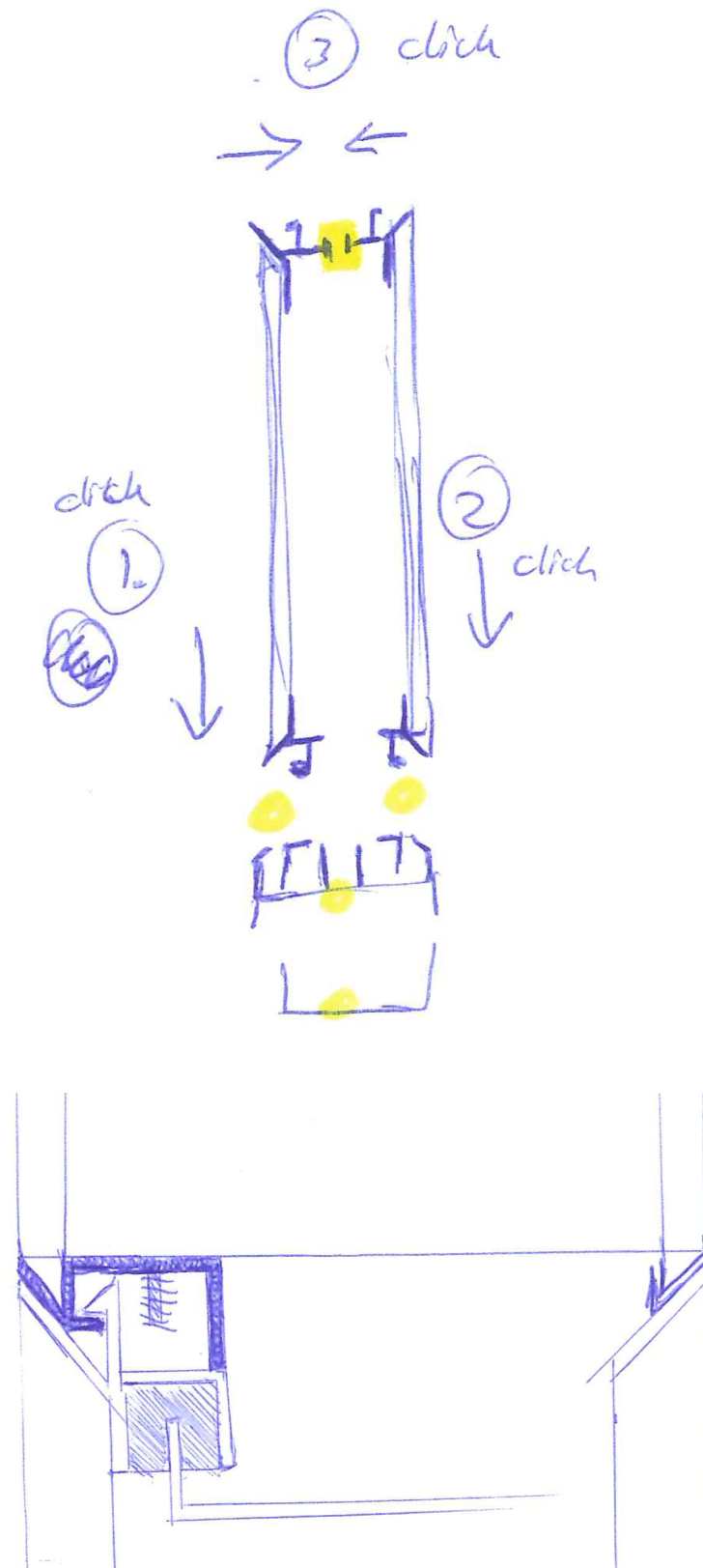
5.1 Conceptuitwerking

Het grote gewicht, dat bij de dichte mono-blokken van concept 1 komt kijken, is nog steeds niet ideaal bij het plaatsen. Dit komt omdat er altijd een hulpmiddel aan te pas zou moeten komen. Met deze reden is er gekeken naar de mogelijkheid om de ontworpen mono-blokken alsnog te kunnen splitsen naar twee di-blokken met alle voordelen van dien. Deze voordelen zijn te vinden in hoofdstuk 4.4.

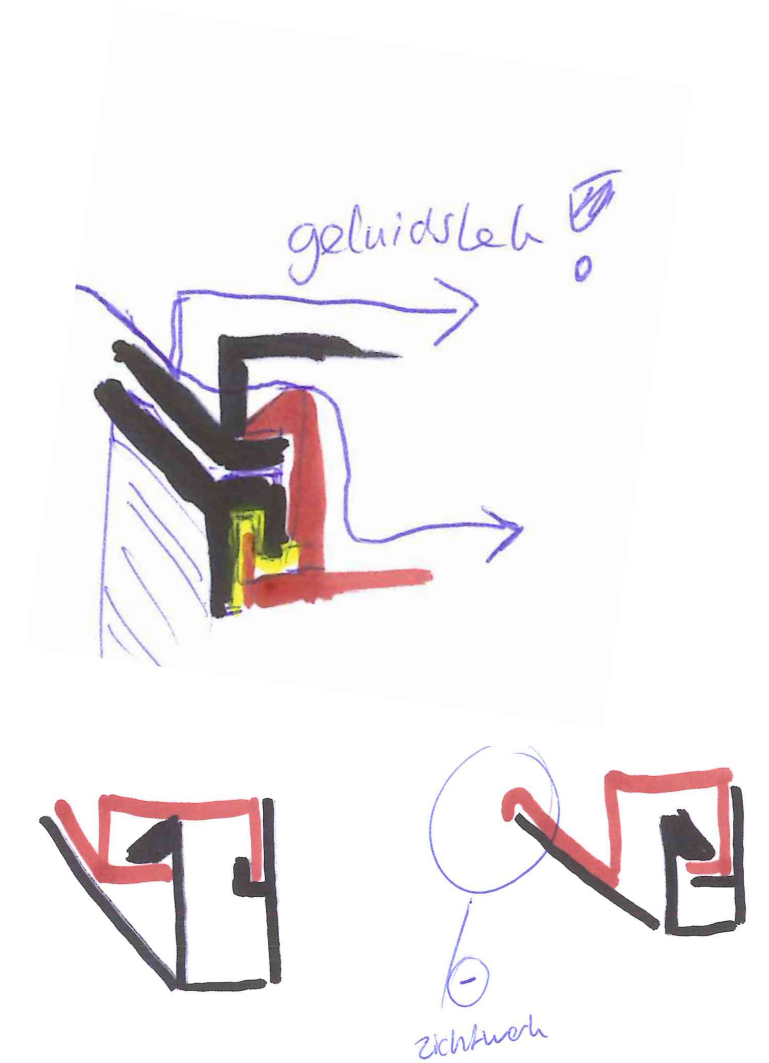
Er zijn verscheidene opties bedacht om dit te realiseren. Het idee om de di-blokken aan een apart frame op te hangen is verder uitgewerkt tot een nieuw concept waarbij de di-blokken zelfdragend zijn. De krachten die op te wand komen kijken zullen dan via de panelen zelf naar de grond en het bovenliggende glazen mono-blok worden afgedragen. Deze panelen zijn voorzien van een eigen frame dat zowel de krachten van de wand opvangt, als ook de breekbare eigenschap van gipsplaat opheft.

Hierna zijn opnieuw de vloer- en plafond aansluitingen ontworpen. Hierbij moest er gelet worden op het tijdelijk kunnen inklemmen van het paneel tijdens de montage. Dit omdat het element dat voor stijfheid in de wand zorgt (het glazen mono-blok) pas als laatste geplaatst wordt.

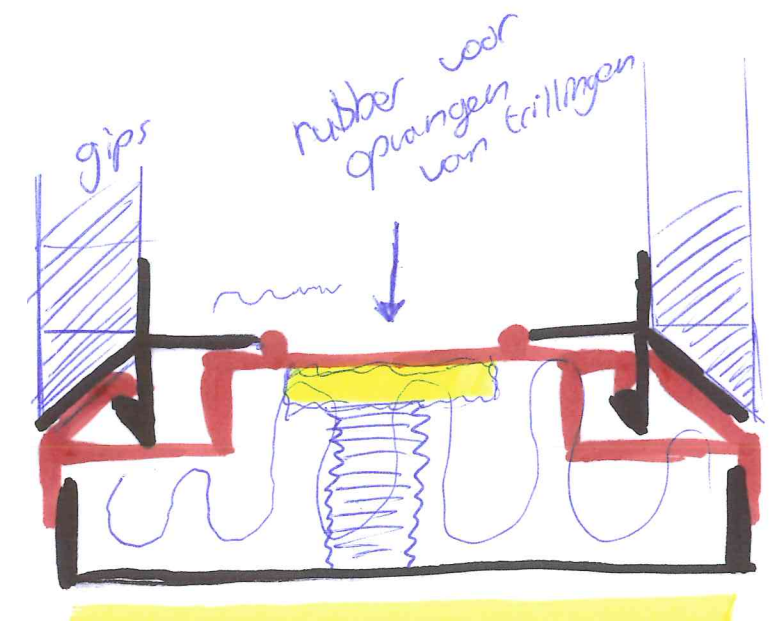
Een onzekerheid die tijdens de hele conceptuitwerking bleef bestaan, was de vraag of de verlijming van het 45 graden geslepen glas met het profiel werkelijk de krachten tijdens een val tegen de wand zou kunnen weerstaan. Daarom is er een sterktest gedaan om dit te controleren.



Afbeelding 5.1.8 - Zacht materiaal dient als geluidsisolatie



Afbeelding 5.1.10 - Geluidsllekken



Afbeelding 5.1.9 - Vloeraansluiting

5.2 Sterkte test

Voor de test zijn twee proefstukjes gemaakt. Beide glazen platen werden op de 45-graden-geslepen-kant, over de volledige lengte, tegen het profiel gelijmd. Er zijn twee verschillende soorten UV-lijm gebruikt om hiermee de eigenschappen te kunnen testen.

De lijm op proefstuk één was een UV-lijm welke compleet uithart. Hiermee worden het glas en het profiel stijf met elkaar verbonden. Deze lijm heeft weinig elasticiteit en geeft een stijve verbinding. Deze lijm is het meest geschikt voor permanente belastingen.

De lijm op proefstuk twee zorgt voor meer elasticiteit. De eigenschappen van deze lijm zouden beter bij een valsituatie passen omdat er bij een val alleen tijdelijke krachten spelen. Deze lijmverbinding zal in theorie meeveren, waarna het glas en het profiel weer naar de oude positie terug zullen keren.

Voordat de proef opgebouwd kon worden door het toevoegen van steeds meer gewicht, is er eerst getest hoe sterk de verbinding nu eigenlijk is. Door simpelweg op de glasplaat te drukken en hiermee een moment te creëren bleek dat de lijmverbinding van beide proefstukjes al bezweek bij krachten welke beduidend lager waren dan krachten welke zouden spelen bij een werkelijke val.



Afbeelding 5.2.1 - Verlijming tussen glas en profiel

Conclusie

Het vooraf toegezegde gegeven dat deze lijmverbinding tussen het glas en het profiel geschikt zou zijn, bleek dus niet te kloppen. Doordat uit de breuktest bleek dat concept 1 niet reëel was is er besloten concept 2 verder uit te werken. Door de grote overlap in de concepten was het mogelijk delen uit de conceptuitwerking te gebruiken voor het nieuwe concept.

Verder was het naar mijn mening niet per se nodig om de krachten in de wand op te laten vangen door een moment-vaste-verbinding tussen het glas en het paneel. Door de stijfheid van de wand via de glazen kolommen naar de vloer en het plafond af te dragen kan op een veel eenvoudigere wijze de wand van stijfheid en sterkte worden voorzien.

Waar alsnog nadrukkelijk op gelet moet worden, is dat er wel interne momenten ontstaan bij het monteren van deze panelen. Daarom is in de tweede conceptuitwerking doorgerekend hoe dik het profiel moet zijn om werkelijk deze krachten te kunnen weerstaan.



6. Conceptuitwerking 2



6.1 Conceptuitwerking 2

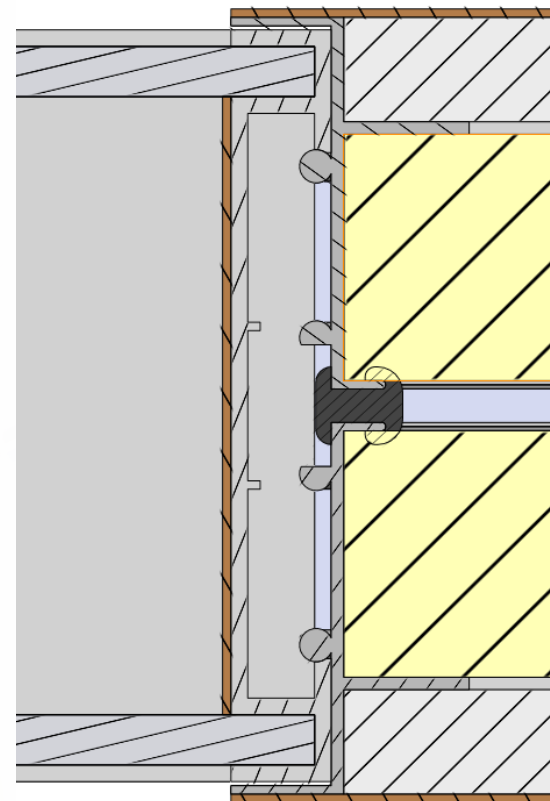
Minimaal benodigde dikte van de profielen

Wanneer er voor een, op zich zelf staand en dragend, di-blok systeem gekozen wordt, betekent dit dat de schalen individueel de kracht moeten kunnen opvangen in het geval dat een persoon tegen de systeemwand aan valt. Om te controleren of het concept reëel was in combinatie met de vooraf vastgestelde wanddikte van 95 mm, moest er gecontroleerd worden of de profielen per schaal een breedte van minder dan 47,5 mm konden krijgen. Om dit te doen is er een berekening gedaan op basis van een persoon van 80 kg die met 5 km/h tegen de wand aan loopt. Hierbij mag de wand maximaal 5 cm doorbuigen. Deze doorbuiging is gebaseerd op de helft van de wanddikte. De berekening hiervan is te vinden in bijlage E. Uit deze berekening blijkt dat de profielen niet sterk genoeg zijn om de krachten op te kunnen vangen.

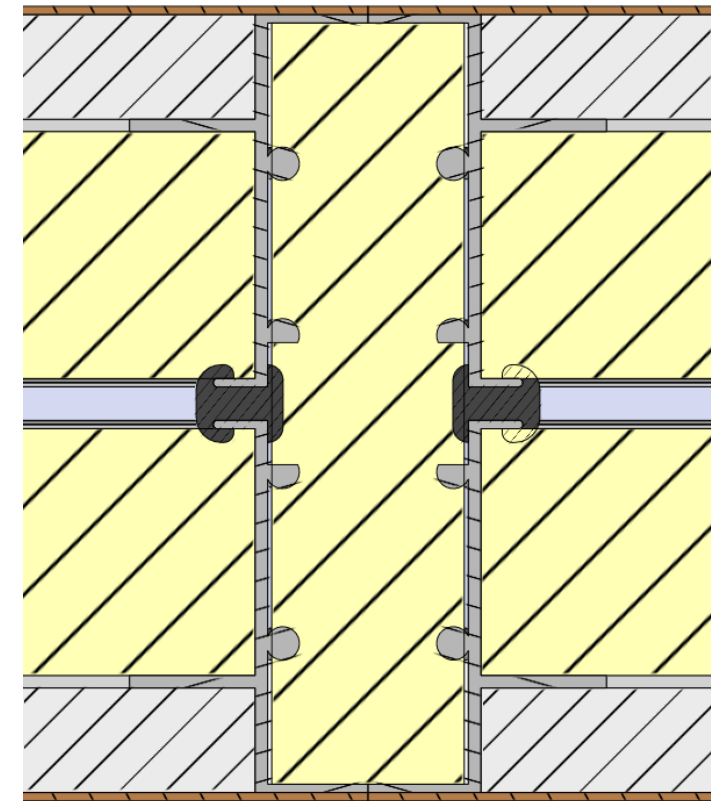
Na verschillende profielen met kleine diktes te hebben gecombineerd en de massatraagheidsmomenten aan te passen (bijlage E), is gekeken of het mogelijk is om de di-blok panelen zelfdragend te maken. Uit dit onderzoek blijkt dat in verhouding veel metaal nodig is omdat er veel profielen nodig zijn. Het oppervlaktetraagheidsmoment ten opzichte van het gebruikte oppervlaktemateriaal is niet erg effectief in combinatie met de kleine dikte. Er zal dus naar andere oplossingen gekeken moeten worden.

Conclusie

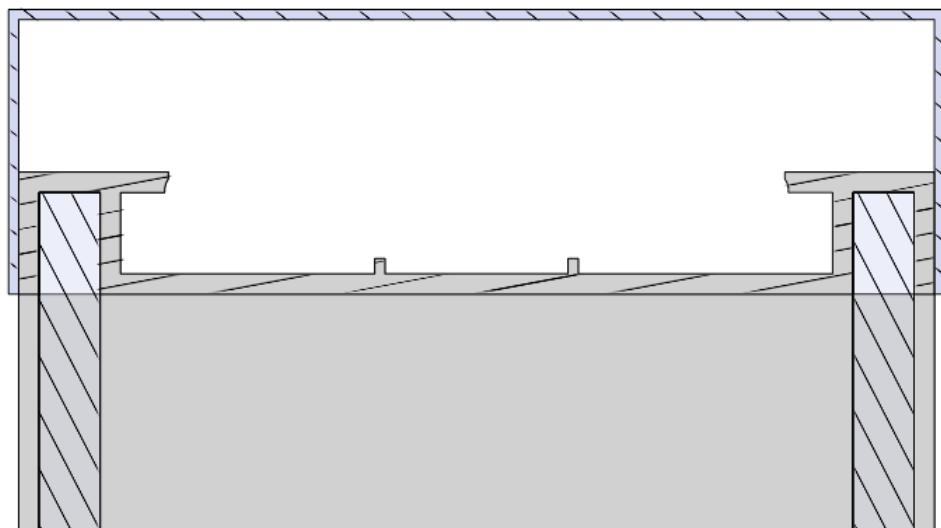
Uiteindelijk is er besloten de di-blokken met elkaar te verbinden met een rubberen profiel. (afbeelding 6.1.2) Dit zorgt er voor dat de horizontale krachten bij een val doorgegeven kunnen worden aan het tweede di-blok. Op deze manier is het wel mogelijk zelfdragende di-blokken te gebruiken. De panelen dragen dus zelf het gewicht van het bovenliggende glaspaneel en werken samen wanneer er horizontale krachten tegen de wand werken.



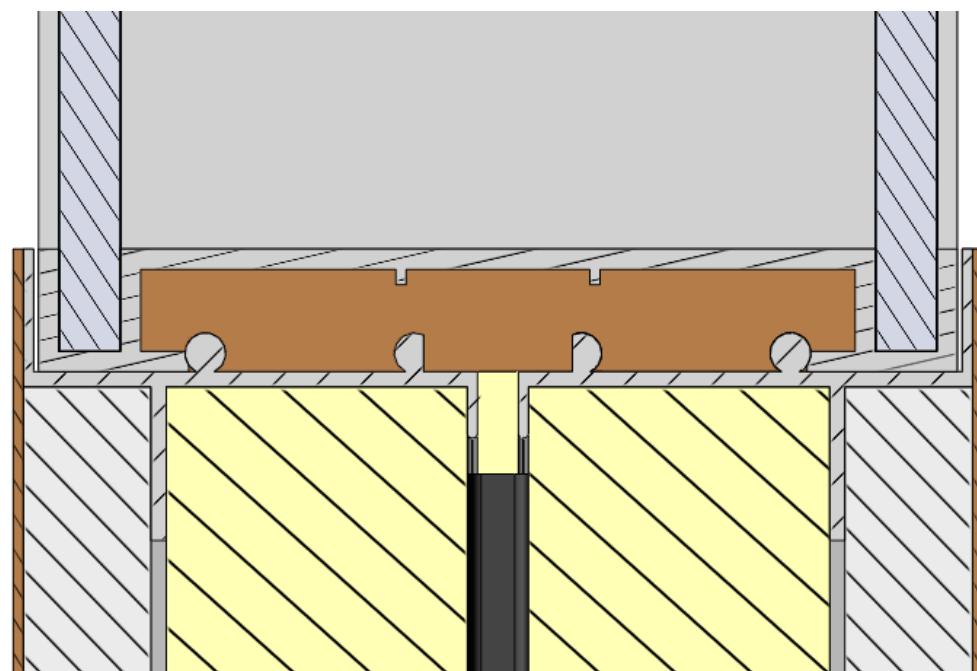
Afbeelding 6.1.1 - Horizontale doorsnede - glazen mono-blok-, kopsekanthoef- en paneelaansluiting



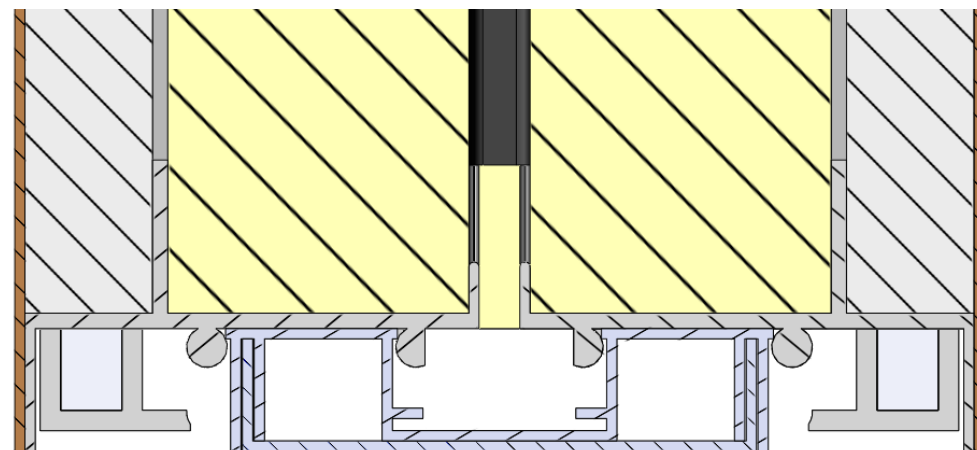
Afbeelding 6.1.2 - Horizontale doorsnede - knooppunt van 4 panelen



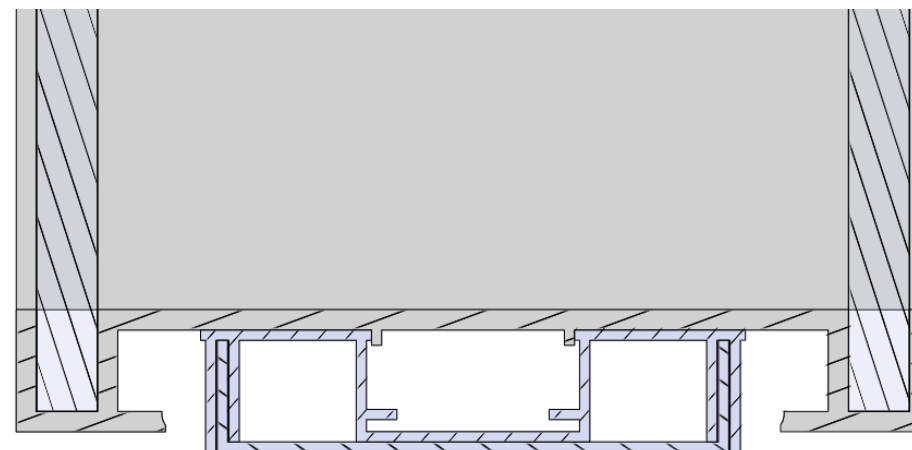
Afbeelding 6.1.5 - Verticale doorsnede - Plafond aansluiting



Afbeelding 6.1.4 - Verticale doorsnede - Paneel-, en glazen mono-blokaansluiting



Afbeelding 6.1.3 - Verticale doorsnede - Vloeraansluiting paneel



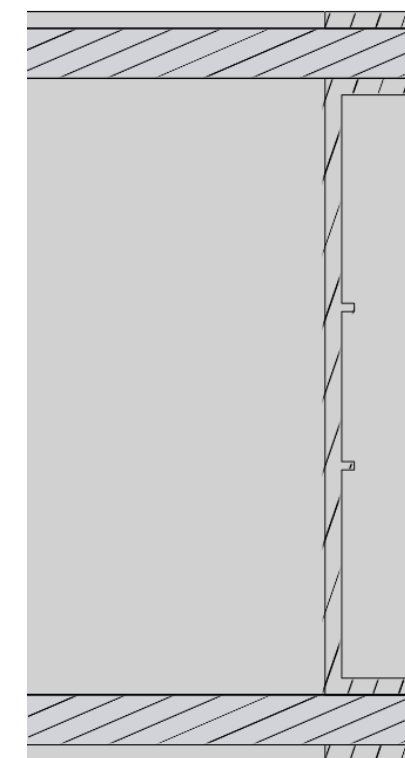
Afbeelding 6.1.6 - Verticale doorsnede - Vloeraansluiting glazen mono-blok

Plafondaansluiting

De plafondaansluiting bestaat uit een u-profiel waar de glazen mono-blokken in "geschept" kunnen worden. De bewegingsvrijheid aan de bovenkant van het profiel is nodig om de mono-blokken over het vloerprofiel te tillen, waarna deze hier over heen vallen, en ingesloten zitten. (afbeelding 6.1.5)

Muuraansluiting

De muuraansluiting bestaat uit het glasprofiel dat ook tegen de zijkant van de panelen bevestigd wordt. Dit profiel wordt op de bouw op maat gemaakt en vervolgens tegen de muur geplakt. Hierna kan het mono-blok worden aangeschoven. Met dit profiel kunnen muren, welke 1 cm over de hele lengte uit het lood staan, worden opgevangen. Ingeval dit erger is, kan het plafondprofiel nog 1,5 centimeter extra marge opvangen.



Afbeelding 6.1.7 - Horizontale doorsnede - Muuraansluiting

6.1 Conceptuitwerking 2

Productie in lagelonenlanden

Profielen

De profielen zijn zo ontwikkeld dat deze de maatonzekerheden van de gipsplaat en het isolatiemateriaal opvangen. Deze kunnen maar op één manier in het omkaderde frame geplaatst worden.

Gipsplaat

Er is voor gipsplaat gekozen om de grote dichtheid. Er is massa nodig aan beide kanten om een wand tegen geluid te isoleren. Hier tussen zit een verend element. Door de hoge dichtheid van gips is er veel massa te creëren. In bestaande wanden wordt voornamelijk 12,5 mm gips toegepast. De wand moet minimaal de zelfde geluidsisolatie hebben als bestaande wanden. Daarom is er opnieuw gekozen voor 12,5 mm gips. Het toevoegen van meer massa zal een negatief effect hebben op de geluidsisolatiewaarde omdat er minder ruimte beschikbaar is voor geluidsabsorberend isolatiemateriaal.

Plaatsen van isolatiemateriaal

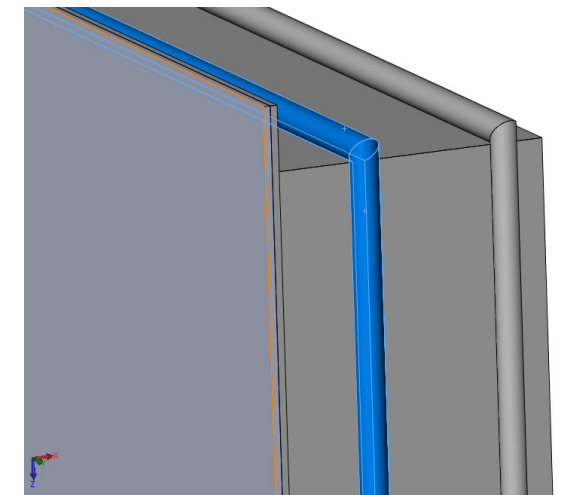
Wanneer het paneel in elkaar is gezet kan een vooraf gesneden stuk isolatiemateriaal in het paneel gedrukt worden. Doordat steenwol een verende eigenschap heeft kan het onder spanning tussen de profielen gedrukt worden. De steenwol veert terug en blijft achter het profiel hangen. Hierdoor is er geen lijm of ander verbindingselement nodig. Er is voor een dikte van 30 mm gekozen omdat steenwol ook in deze diktes geleverd wordt. In het profiel is er een ruimtesparing van 29,5mm waardoor het materiaal ingeklemd zal worden. Dit alles wordt in de fabriek gedaan. Zo komen de panelen kant en klaar uit de fabriek.

Assemblage

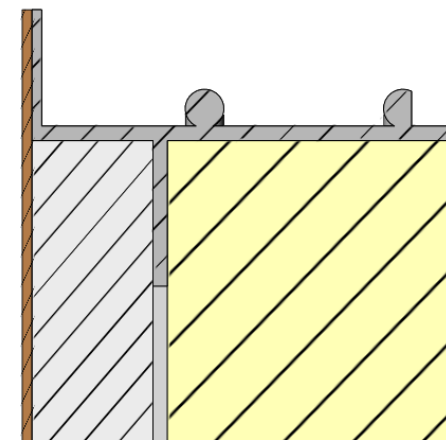
De profielen worden in verstek in een mal gelegd, waarna deze met enkele laspunten aan elkaar verbonden worden. Hierna wordt er lijm op de profielen gedaan zodat de op maat gemaakte gipsplaat hier in gelegd kan worden. Vervolgens wordt de gipsplaat en de bovenste rand van de profielen van lijm voorzien zodat het lamineer geplakt kan worden. Doordat de profielen en het lamineer in een mal geassembleerd worden is het mogelijk om de randen van de profielen altijd gelijk met de rand van het lamineer te plakken. Zodra het geheel droog en afgekoeld is wordt de isolatieplaat er in gedrukt. Deze klemt tussen de profielen door de verende eigenschap van het materiaal.

Knelpunten productie

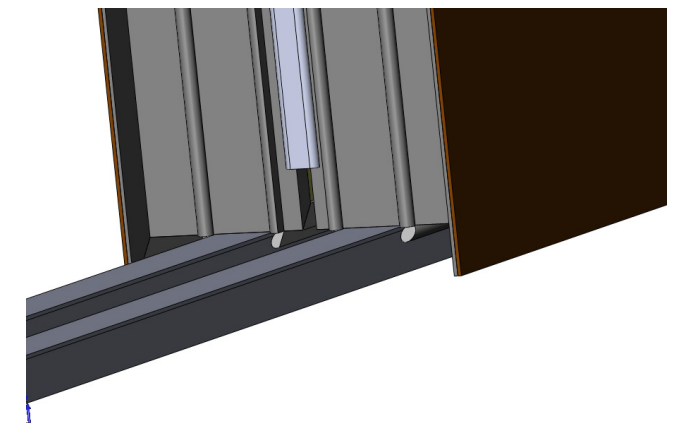
Door de profielen rond de panelen in verstek met elkaar te verbinden ontstaan er probleemgebieden met betrekking tot het klikken van de panelen op de stelbak. Ook de ruitprofielen op de panelen geeft problemen. Omdat de panelen achter elkaar geplaatst worden kan het horizontale glasprofiel hier niet overheen worden geklikt door de in verstek gezaagde verticale profielen. Dit kan opgelost worden door op de hoeken een extra snijbewerking toe te passen, waarmee de klikverbindingen recht afgesneden worden. Een andere optie zou kunnen zijn om de in verstek gezaagde profielen door speciale hoekelementen te vervangen. Uiteindelijk is er voor gekozen alleen de lange variant van het profiel recht af te snijden. Dit scheelt een extra bewerking op de korte profielen en bespaart geld. Het resultaat is gelijk, omdat de glasprofielen alleen over de korte zijde hoeven door te lopen.



Afbeelding 6.1.8 - Probleemgebied verstekverbinding



Afbeelding 6.1.9 - Doorsnede paneel

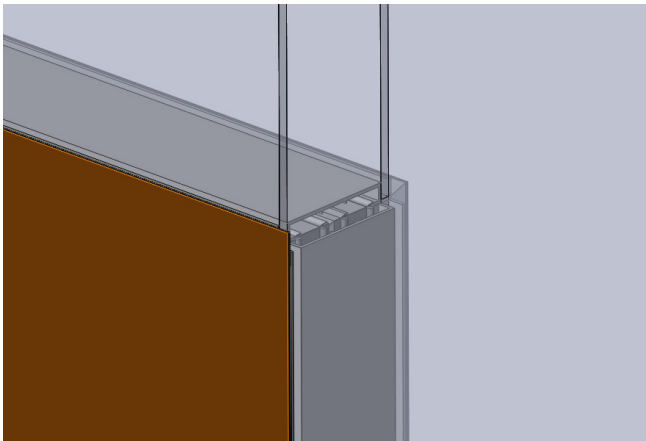


Afbeelding 6.1.10 - Oplossing verstekverbinding

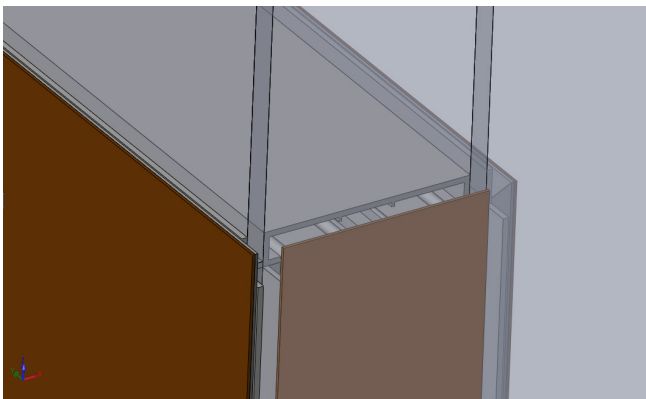
Montage

Probleemgebied bovenhoek paneel

In de bovenhoek van het paneel komen de twee glazen mono-blokken tegen elkaar. Zo kan er via de zijkant in het profiel gekeken worden. (afbeelding 6.1.11) Dit kan op drie manieren opgelost worden: door een afdekkapje te plaatsen voordat het tweede glazen mono-blok aangeschoven wordt. Het is ook mogelijk geen aanpassingen te doen omdat dit op een hoogte is die slecht zichtbaar is en dus niet opvalt. Tot slot is er voor de laatste optie gekozen om het lamineer op het profiel door te laten lopen. (afbeelding 6.1.12) Dit kost weinig extra omdat dit lamineer een vaste maat is omdat de paneelhoogte een vaste maat is. Met het lamineer wordt dus bijna zelfde resultaat behaald. Bij zicht op de kopse kant, wordt niet meer in het profiel gekeken. Alleen via de glasruit is te zien dat alleen het fineer doorloopt. Waarschijnlijk zal dit niet opvallen door de breking van het licht in het glas. Ook kan er via de bovenkant in het profiel gekeken worden, maar omdat dit een hoogte van 2,30 meter heeft, is dit in het dagelijks gebruik niet zichtbaar.



Afbeelding 6.1.11 - Probleemgebied kopse kant



Afbeelding 6.1.12 - Oplossing kopse kant

Isolatie in de stijlen

Tussen de panelen worden stroken isolatie geplaatst om de wand beter tegen geluid te isoleren. Deze stroken isolatie zijn van één lengte en kunnen al op maat op de bouw geleverd worden. Het vervoeren van afvalmateriaal, het werk op de bouw, maar ook het afval op de bouw worden verminderd.

Lijst van massa geproduceerde delen

- Di-blok panelen
- Verticaal glasprofiel kopse kant paneel
- Lamineer kopse kant paneel
- Stijlisolatie
- Verticale rubbers tussen de di-blokken

Lijst van vooraf op maat gemaakte delen

(gemaakt in de werkplaats na inmeting)

- glazen mono-blokken
 - o glas
 - o glasprofiel
 - o afdekfolies kopse kanten

Deze lijst met onderdelen kan vooraf in de werkplaats gemaakt worden. Deze kunnen in de werkplaats tot één onderdeel worden geassembleerd. Dit heeft als groot voordeel dat de glazen mono-blokken stofvrij geplaatst kunnen worden. Dit scheelt erg veel tijd op de bouw. Vitriwand zou hiermee uniek zijn waardoor ze dit soort wanden veel goedkoper kunnen plaatsen dan concurrentie.

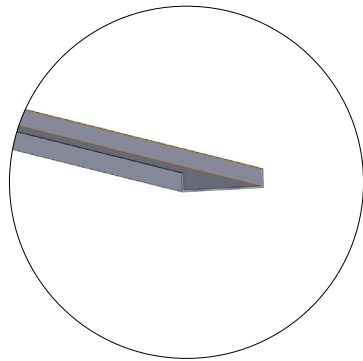
Lijst van op de bouw aan te passen delen

- vloerprofiel
- stelbak
- verticaal glasprofiel muurzijde (logistieke overwegingen)
- plafondprofiel

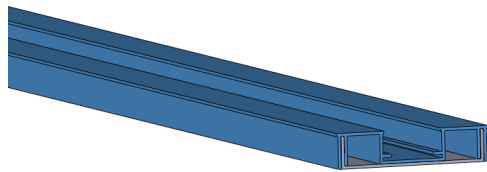
De op de bouw aan te passen vloerprofielen, stelbakken en plafondprofielen zijn onderdelen die door de monteurs als eerste worden geplaatst. Vaak zijn dit lange lengtes welke eerst door middel van een laserwaterpas in strekkende meters gemonteerd worden. Hierdoor is er relatief weinig op maat te maken waardoor de kosten van de monteurs beperkt blijven.

Het verticale glasprofiel aan de muurzijde wordt uit logistieke overwegingen niet vooraf op maat gemaakt in de werkplaats. In de praktijk komen de op maat gemaakte profielen tussen de andere glasprofielen terecht en raken deze vervolgens zoek. Daarom is het eenvoudiger dit ene profieltje op maat te maken.

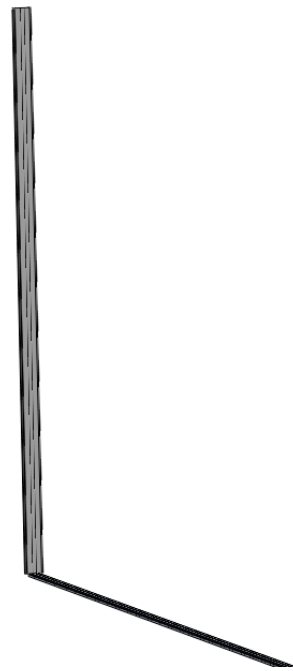
6.2 Montage



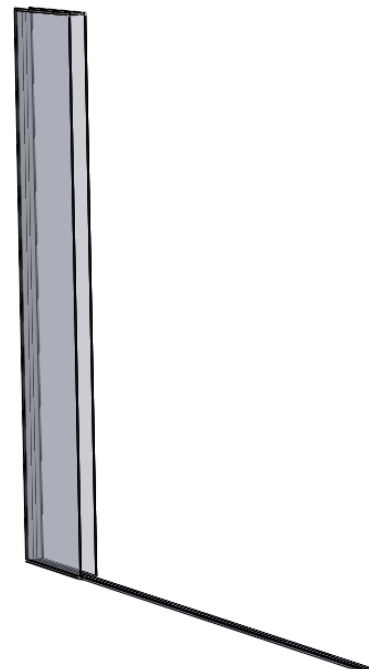
Afbeelding 6.2.1 - Vloerbak plaatsen (+ plafondaansluiting)



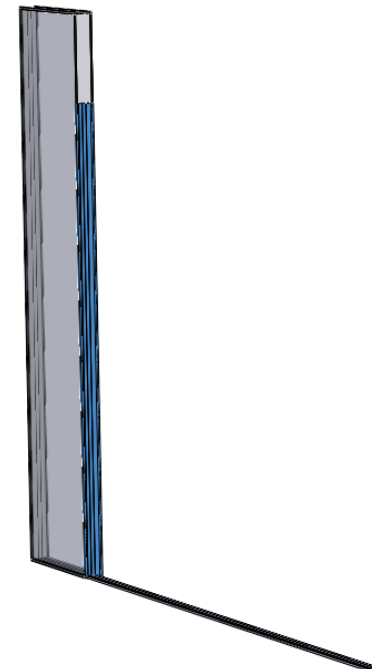
Afbeelding 6.2.2 - Stelbak plaatsen



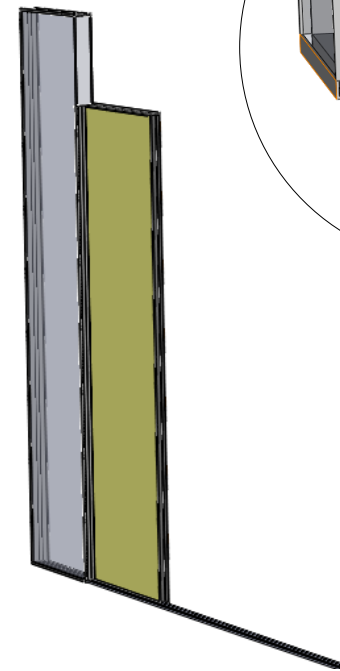
Afbeelding 6.2.3 - Muurprofiel plaatsen



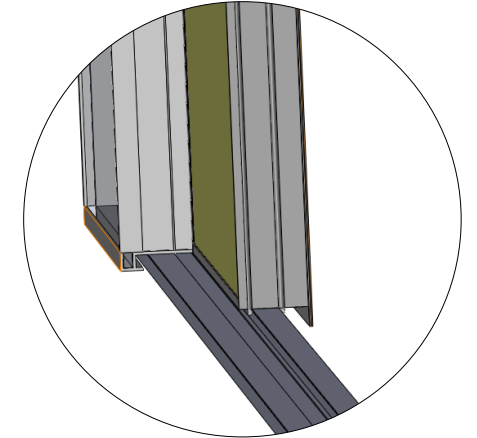
Afbeelding 6.2.4 - Mono-blok plaatsen



Afbeelding 6.2.5 - Kops kant profiel plaatsen



Afbeelding 6.2.6 - Paneel plaatsen



Zie hoofdstuk 6.1 voor alle aansluitdetails.

(afb. 6.2.1) Tijdens montage wordt de wand over de hele verdieping uitgezet, waarna de vloerprofielen op maat gemaakt worden en vervolgens in de grond worden geschroefd of geplakt. Daarna wordt langs dit vloerprofiel een laserwaterpas gelegd welke

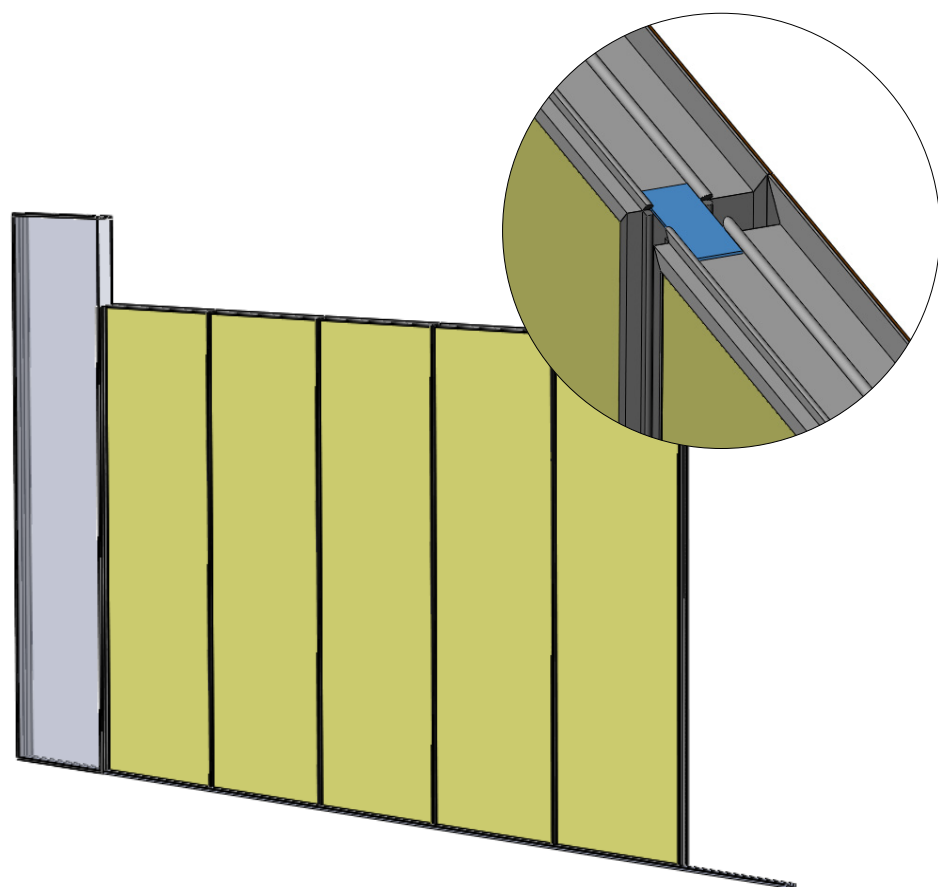
aangeeft op welke plaats het plafondprofiel moet komen. Het plafondprofiel kan met schroeven of dubbelzijdig tape geplaatst worden.

(afb. 6.2.2) De stelbakken worden op maat gemaakt zodat deze over alle vloerprofielen geplaatst kunnen worden. Hier wordt een waterpas over heen gelegd.

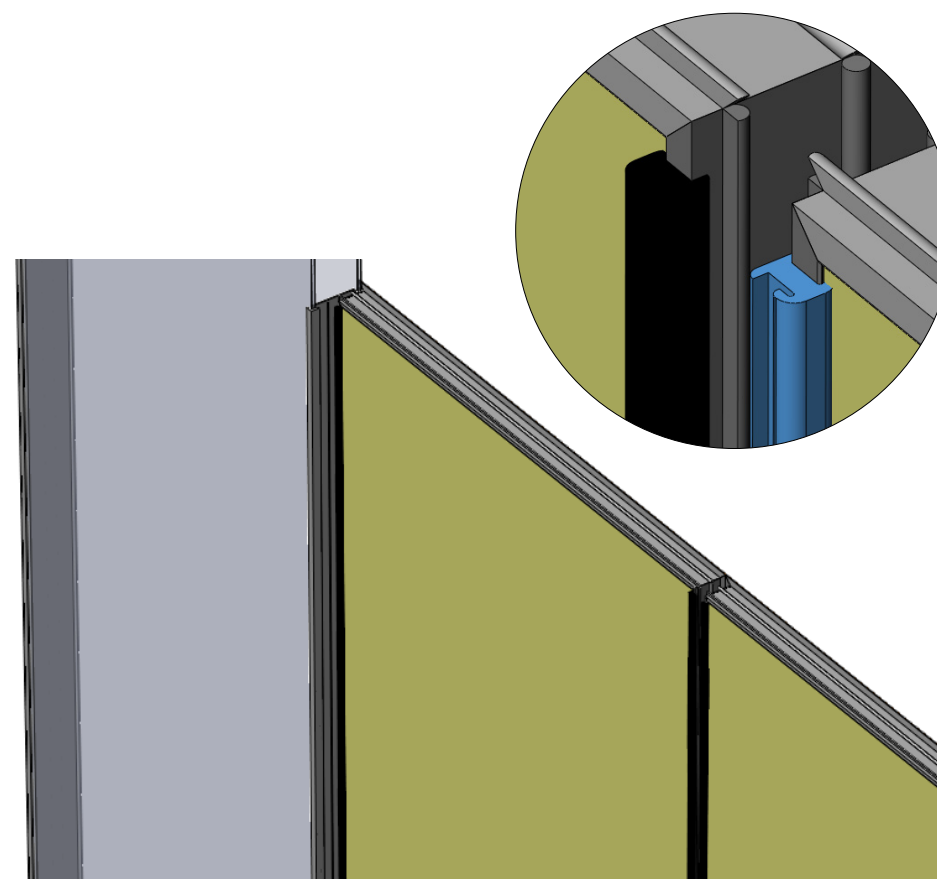
Met de stelschroeven worden alle stelbakken waterpas gezet.

(afb. 6.2.3) Het eerste muurprofiel wordt tegen de muur geplakt. (afb. 6.2.4) Vervolgens wordt het glazen mono-blok opgetild. Eerst wordt de bovenkant in het plafondprofiel getild, waarna

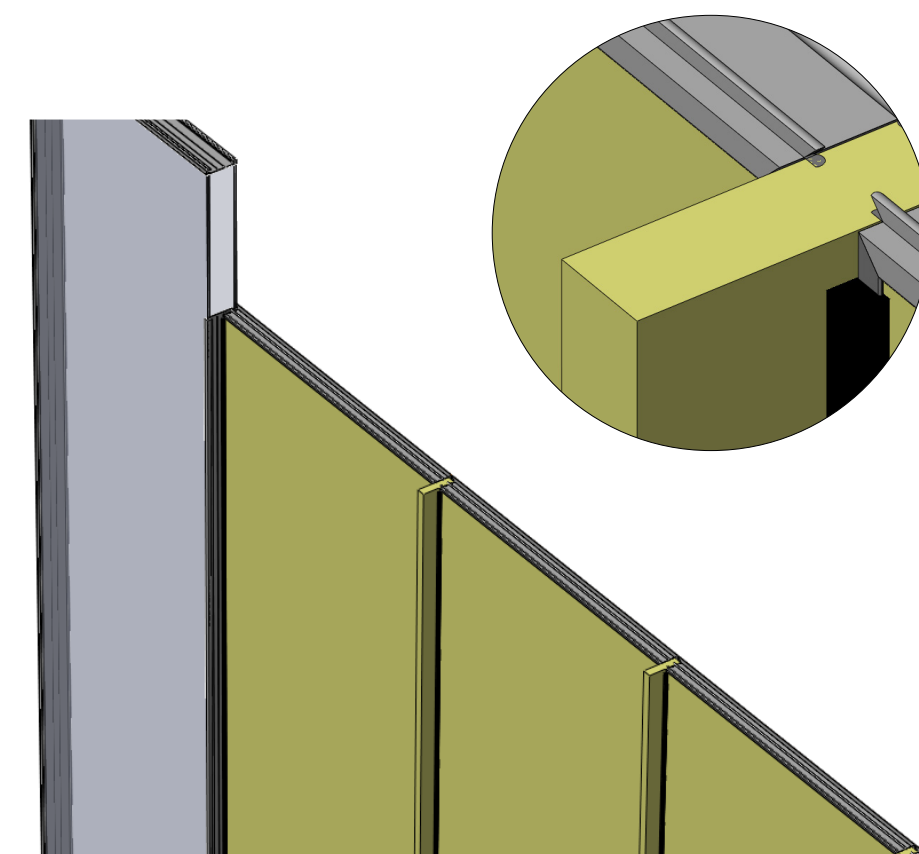
de onderkant boven op de stelbak wordt gezet. Vervolgens wordt de folie van het mono-blok aan de muurzijde verwijderd (hoofdstuk 4.1) waarna het blok tegen het muurprofiel aangeschoven wordt. (afb. 6.2.5) Nadat ook het onderste gedeelte van de folie, van de andere zijde van het mono-blok, verwijderd is, kan het profiel (inclusief lamineer) tegen het mono-blok gedrukt worden.



Afbeelding 6.2.7 - Resterende paneel plaatsen



Afbeelding 6.2.8 - Rubbers plaatsen



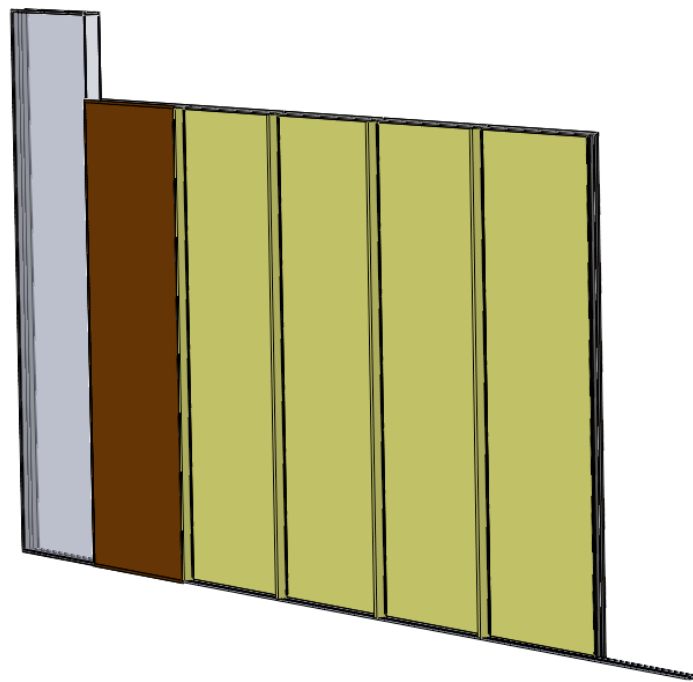
Afbeelding 6.2.9 - Isolatie plaatsen

(afb. 6.2.6) Vervolgens kan het di-blokpaneel in de stelbak en het kopse kant profiel geklikt worden.
 (afb. 6.2.7) Hierna kunnen de andere di-blokpanelen in de stelbak geklikt worden. De montageplaatjes zorgen er voor dat de di-blokken ook aan de bovenzijde met elkaar verbonden worden. Dit zorgt voor meer stijfheid, wat het monteren van de andere panelen eenvoudiger maakt.

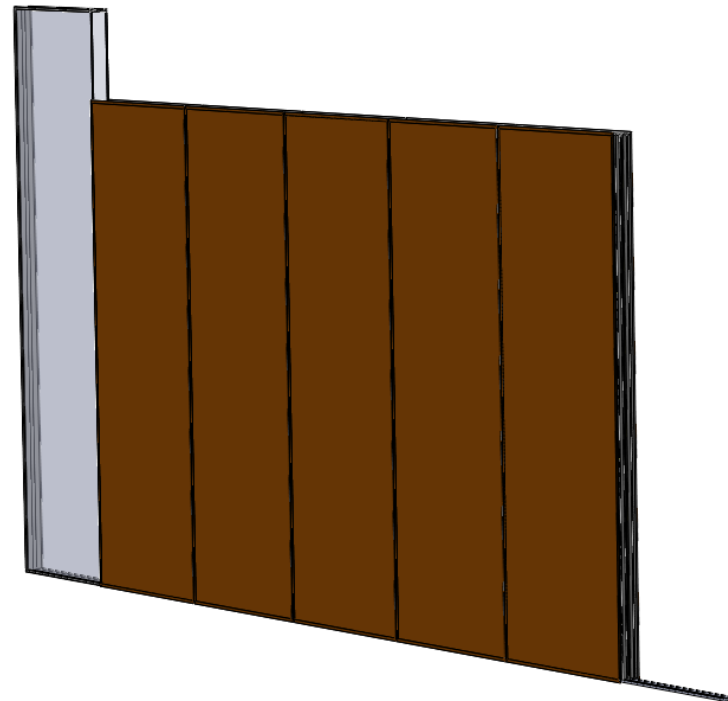
(afb. 6.2.8) Per paneel worden er twee rubbers tegen de geplaatste panelen geklikt. Deze worden tegen de verticale stijlen gemonteerd.

(afb. 6.2.9) Hierna kan de isolatie tussen de stijlen worden geplaatst.

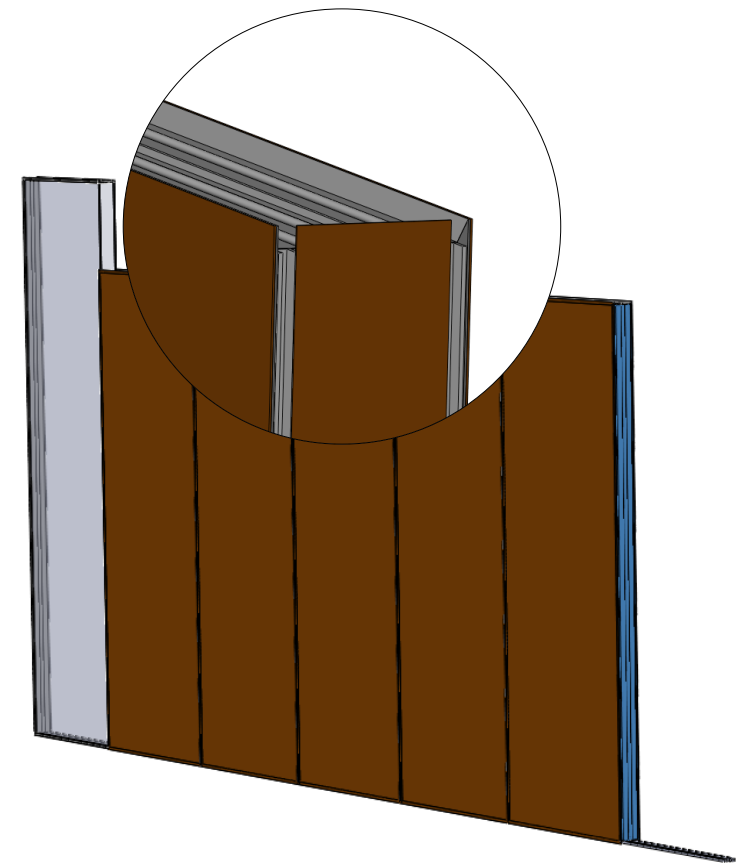
6.2 Montage



Afbeelding 6.2.10 - Panelen plaatsen



Afbeelding 6.2.11 - Resterende panelen plaatsen



Afbeelding 6.2.12 - Kopse kant profiel plaatsen

(afb. 6.2.10) De panelen kunnen ook aan de andere zijde geplaatst worden door deze in het vloerprofiel en de rubbers te klikken. (afb. 6.2.12) De kopse kant kan van een profiel (inclusief lamineer) worden voorzien.

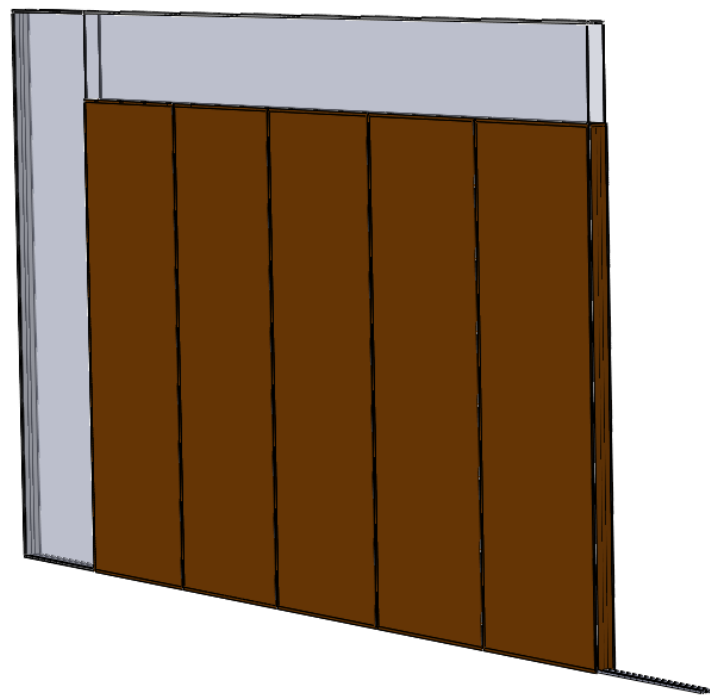
(afb. 6.2.13) Boven op de panelen kan het horizontale mono-blok geplaatst worden door deze in het plafondprofiel te scheppen en vervolgens in

de di-blokken te laten zakken. Er moet ruimte tussen de twee mono-blokken blijven bestaan, zodat aan beide zijdes het folie verwijderd kan worden. Daarna kunnen de blokken tegen elkaar geschoven worden.

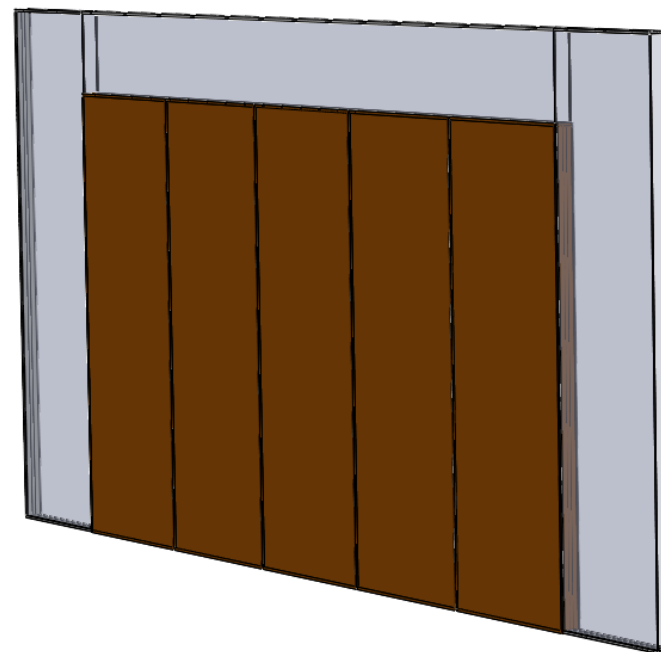
Vervolgens zijn er twee mogelijke scenario's. Of de wand wordt doorgebouwd, of het laatste deel van de wand sluit tegen een muur of ander object aan. (afb. 6.2.16) In het tweede scenario wordt na

het verwijderen van de folie eerst het muurprofiel tegen het mono-blok geplaatst, waarna het blok in het plafondprofiel geschept wordt, en vervolgens op de stelbak wordt gezet. Dan wordt ook de folie aan de andere zijde verwijderd zodat het blok tegen het paneel en het horizontale mono-blok kan aansluiten. Tot slot wordt de plakstrip van het muurprofiel verwijderd, zodat deze vanaf het mono-blok tegen de muur geplakt kan worden.

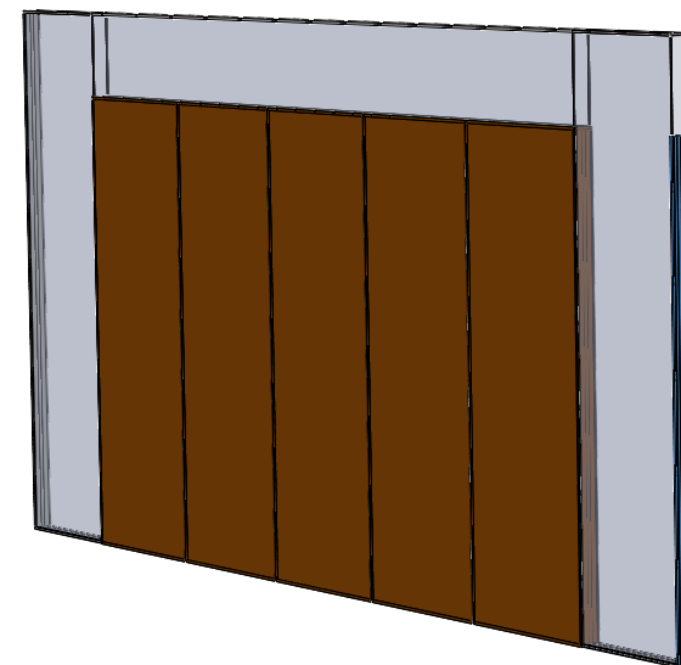
Ingeval de wand wordt doorgebouwd, (afb. 6.2.14) wordt na het verwijderen van de folie het mono-blok geplaatst. (afb. 6.2.15) Vervolgens kan de wand verder opgebouwd worden door weer te beginnen met een kopse kant profiel.



Afbeelding 6.2.13 - Horizontale mono-blok plaatsen



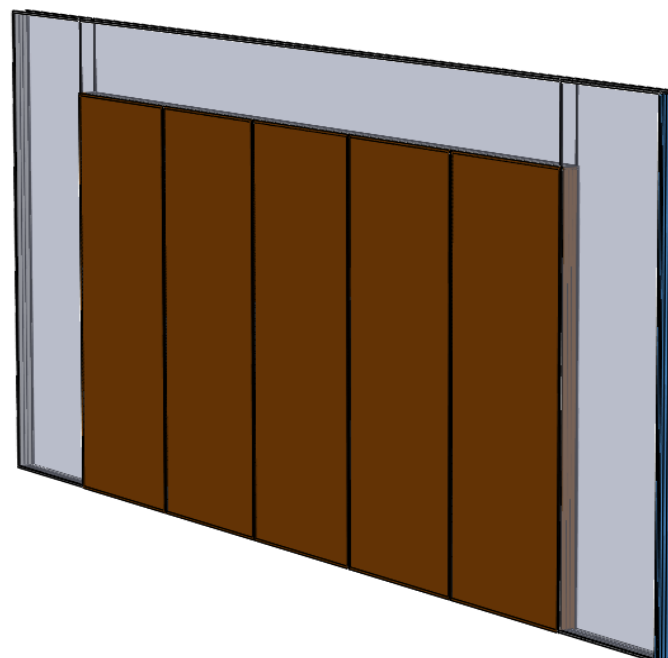
Afbeelding 6.2.14 - Verticaal mono-blok plaatsen



Afbeelding 6.2.15 - Kopse kant profiel plaatsen

Demontage

Het is mogelijk om de wand plaatselijk te demonteren. De lijmverbinding tussen de glazen panelen zal dan verwijderd moeten worden. Dat is mogelijk door te snijden, op te laten lossen, of te verwarmen waardoor de lijm zacht wordt. Daarna kan het horizontale mono-blok verwijderd worden en de panelen individueel worden gedemonteerd. Bij het opnieuw monteren kan het horizontale mono-blok niet weer tegen de andere mono-blokken worden geplakt omdat hier geen ruimte voor is. Dit kan opgelost worden door de opening van ongeveer 0,2 mm (de oude lijmlaag) met transparante kit op te vullen.

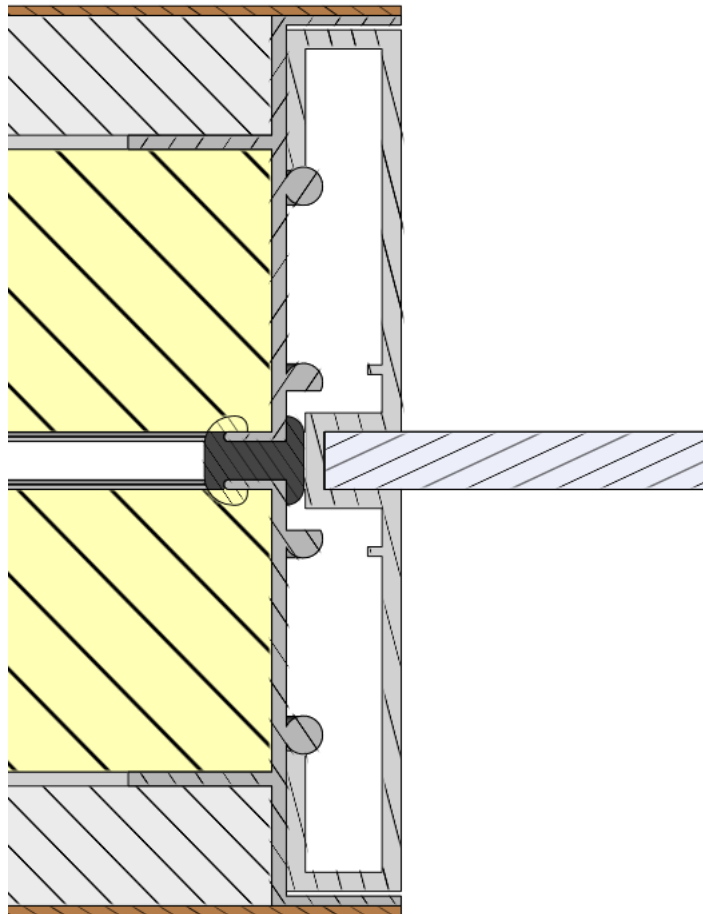


Afbeelding 6.2.16 - Verticaal mono-blok tegelijk met muurprofiel plaatsen

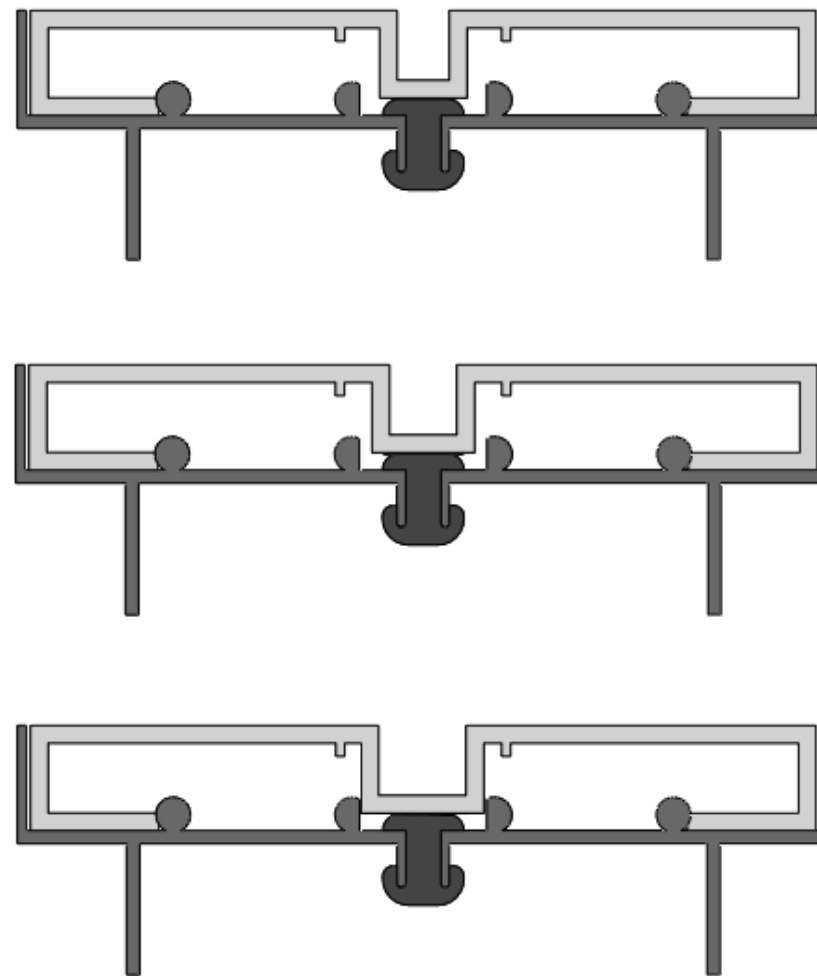
6.3 Glasopties

Drie glasdiktes

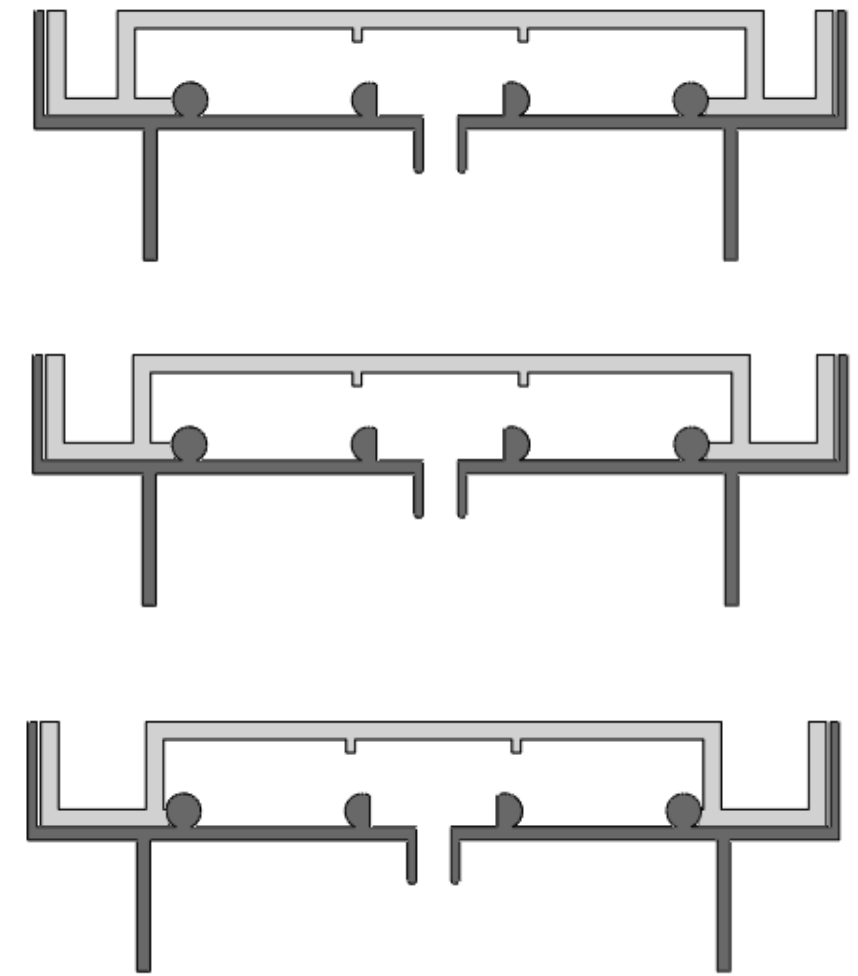
Bij het ontwerpen van de profielen is rekening gehouden met de mogelijkheid van profielen, welke glas van 6, 8 of 10 mm kunnen bevatten. Met deze reden is de klikverbinding tussen het glasprofiel en het paneel meer naar het midden verplaatst.



Afbeelding 6.2.17 - Horizontale doorsnede - Enkelglaaansluiting met paneel



Afbeelding 6.2.18 - Enkelglasprofiel voor 6, 8 en 10 mm glas met aansluiting op paneelprofielen



Afbeelding 6.2.19 - Dubbelglasprofiel voor 6, 8 en 10 mm glas met aansluiting op paneelprofielen

7. Evaluatie



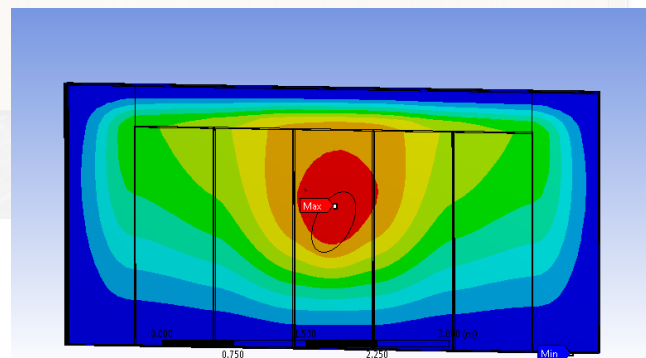
7.1 Materiaalspanningen

Om te kijken of de wand zich staande zal houden bij een val tegen de wand, is met de eindige-elementenmethode van Ansys gekeken welke spanningen er in de verschillende onderdelen aanwezig zijn.

Het model dat in Solidworks gemodelleerd is, is in Ansys Workbench 16 geïmporteerd. Op een hoogte van 1,5 meter is een oppervlakte van 0,2 vierkante meter geprojecteerd, waar een verdeelde belasting van 2000N op is gezet. In overleg met Marc Schreiber (docent aan de Universiteit Twente) is voor deze kracht gekozen. Deze verdeelde belasting zal een goede schatting zijn van de krachten die op de wand zullen komen te staan tijdens een val. Vervolgens zijn de vloer- en plafondaansluiting gefixeerd.

In afbeelding 7.1.1 is te zien dat de wand een totale doorbuiging van 0,02 mm heeft. Daarnaast is de maximale spanning in het geheel $1,55 \times 10^7$ Pa. Deze maximale spanning doet zich voor in de rubberen elementen tussen de twee panelen.

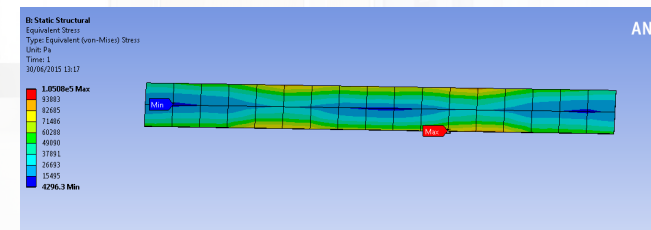
Vervolgens is per element gekeken wat de maximale spanning is en of deze spanning groter is dan de vloeigrens. Als dit het geval is zal het materiaal dus permanent vervormen. Gezien de kleine vervorming zal dit na het valincident niet zichtbaar zijn en zal dus ook de maximale treksterkte voldoende zijn als referentie.



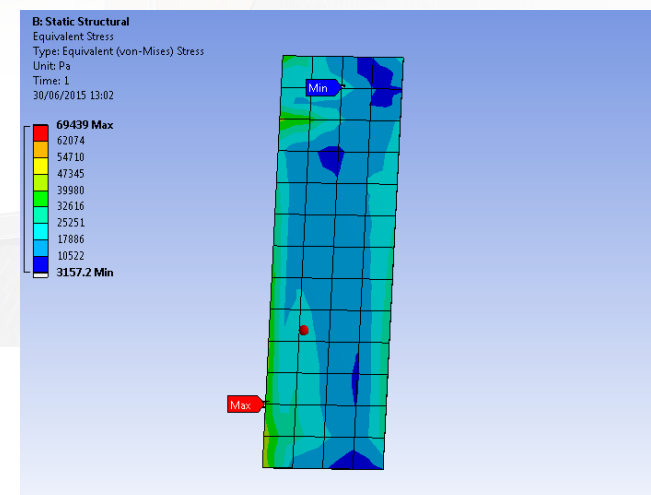
Afbeelding 7.1.1 - Doorbuiging hele wand

Glas

In afbeelding 7.1.2 zijn de spanningen in de horizontale glasplaat te zien. De maximale spanning bedraagt $1,05 \times 10^5$ Pa. Afbeelding 7.1.3 geeft de spanning weer in het verticale glaselement. Deze heeft een maximale spanning van $6,94 \times 10^4$ Pa. De maximale treksterkte van gehard glas is ongeveer $1,0 \times 10^8$ Pa en is dus ruim voldoende om de kracht op te kunnen vangen.



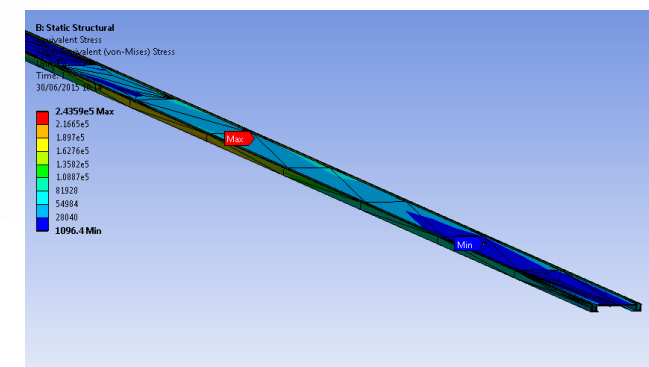
Afbeelding 7.1.2 - Spanningen in het horizontale glaselement



Afbeelding 7.1.3 - Spanningen in het verticale glaselement

Glasprofiel

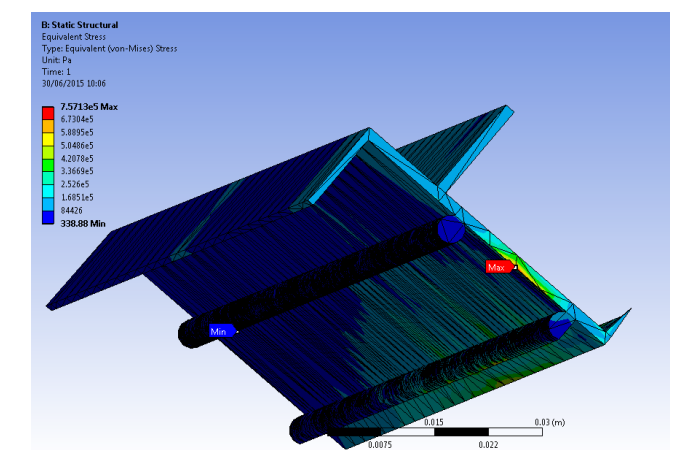
In afbeelding 7.1.4 is te zien dat de maximale spanning in het aluminium glasprofiel $2,44 \times 10^5$ Pa is. Dit is lager dan de vloeisterkte van aluminium (6061 legering). Deze legering is een veelgebruikte materiaal soort voor het extruderen van profielen en heeft een vloeigrens van $5,5 \times 10^7$ Pa.



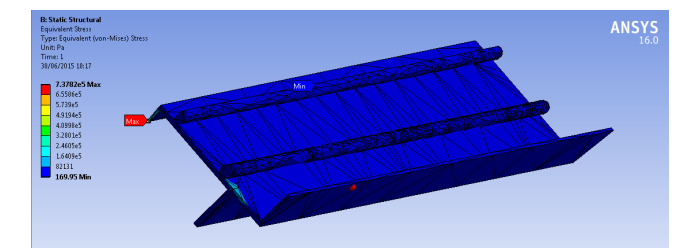
Afbeelding 7.1.4 - Spanningen in het verticale glasprofiel

Paneelprofiel

In afbeelding 7.1.5 en 7.1.6 zijn de spanningen in zowel het horizontale als het verticale glasprofiel te zien. De maximale spanning in dit profiel bedraagt $7,57 \times 10^5$ Pa. Deze worden opnieuw van aluminium 6061 gemaakt en zullen dus voldoende sterk zijn.



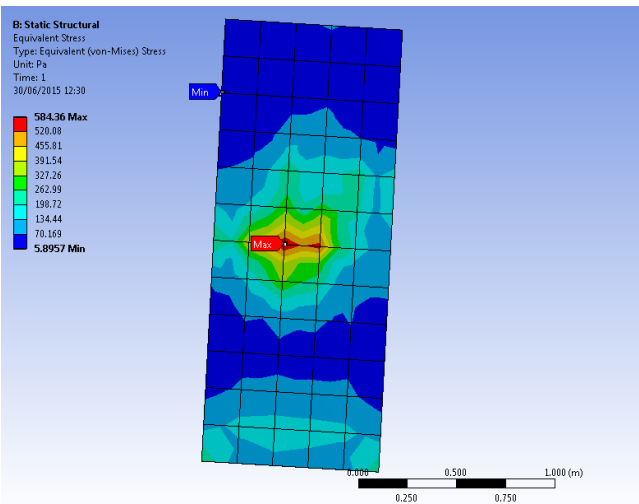
Afbeelding 7.1.5 - Spanningen in het horizontale paneelprofiel



Afbeelding 7.1.6 - Spanningen in het verticale paneelprofiel

HPL plaat

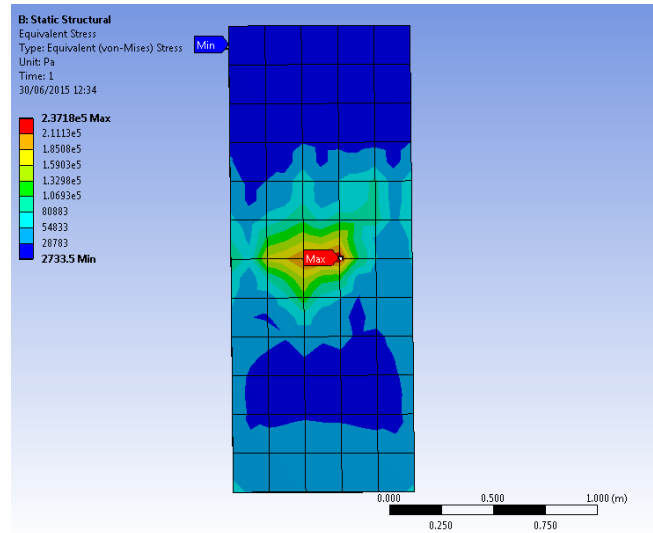
In afbeelding 7.1.1 is te zien dat de maximale spanning in de HPL plaat $5,84 \times 10^2$ Pa bedraagt. Dit is ruim onder de maximale trekspanning van $1,09 \times 10^8$ Pa. HPL heeft geen vloeigrens heeft omdat het materiaal zo hard is. Het zal niet eerst permanent vervormen, maar meteen breken ingeval van een te hoge spanning.



Afbeelding 7.1.7 - Spanningen in het HPL paneel

Gipsplaat

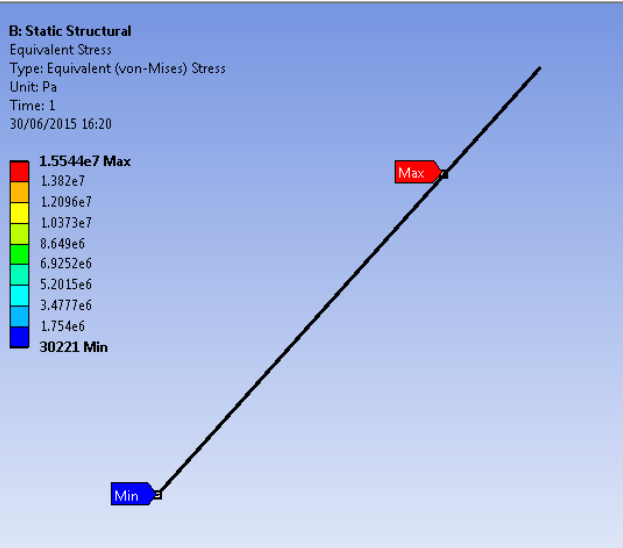
In afbeelding 7.1.8 is te zien dat de maximale spanning in de gipsplaat $2,37 \times 10^5$ Pa bedraagt. De maximale trekspanning van gips is $1,0 \times 10^6$ Pa. Die gipsplaat zal dus heel blijven.



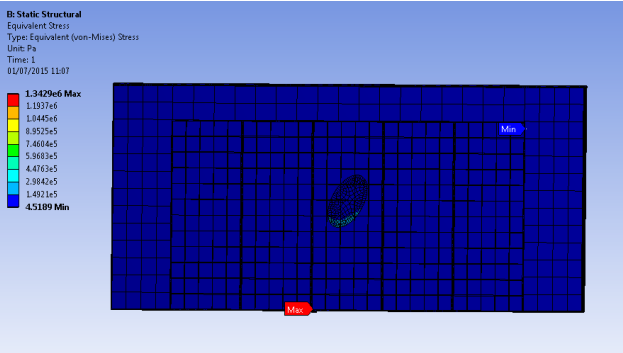
Afbeelding 7.1.8 - Spanningen in de gipsplaat

Rubber

Tot slot is de spanning in de rubberen elementen $1,55 \times 10^7$ Pa. Dit is te zien in afbeelding 7.1.9. De maximale trekspanning van rubber is $1,6 \times 10^7$ Pa. De rubberen elementen bevinden zich dus in de kritieke zone.



Afbeelding 7.1.9 - Spanningen in het rubberen element



Afbeelding 7.1.10 - Spanningen in de wand zonder rubberen elementen

Conclusie

Tijdens een val tegen de wand zal deze heel blijven. Nadien zullen er geen zichtbare permanente vervormingen aanwezig zijn. De spanning in de rubberen elementen is wel kritiek, maar niet zichtbaar vanaf de buitenzijde. Bij demontage van de wand zal pas zichtbaar zijn dat het rubber is gescheurd. Dit wil niet zeggen dat het rubber tijdens een tweede impact zijn werk niet zal doen.

De spanningen in de rubberen elementen kunnen worden verminderd door het oppervlak van de paneelprofielen ter plaatse van het rubberen element te vergroten. De krachten kunnen zo gelijkmatiger verdeeld worden. Het rubber zal dan ook aangepast moeten worden.

Tot slot is onderzocht of het alsnog mogelijk is om de rubberen elementen uit de wand te verwijderen. Dit heeft als groot voordeel dat de geluidsisolatiewaarde verhoogd zal worden doordat de panelen van het dichte gedeelte van de wand aan beide zijdes van elkaar los staan. Alleen via de glasprofielen en de vloer- en plafondaansluiting is er een directe verbinding tussen de twee ruimtes. In figuur 7.1.10 is te zien dat de maximale spanning in de wand zonder rubberen elementen $1,34 \times 10^6$ Pa is. Dit valt nog steeds binnen de grenzen van de maximale spanningen van de verschillende materialen. Exacte resultaten zullen verkregen moeten worden in een echte proefopstelling van de wand, maar deze berekeningen geven voorsnog een goede indicatie.

7.2 Kostenberekening

Eén van de randvoorwaarden die door Vitriwand is gesteld bij het aangaan van de opdracht zijn de kosten van de wand. Het vaste deel van de wand mag per vierkante meter, inclusief plaatsing, maximaal 30 euro kosten. Voor het glazen gedeelte van de wand is inclusief plaatsing een prijs van 90 euro per vierkante meter gesteld.

Na het berekenen van de kosten is gebleken dat voor de vaste wand deze prijzen niet reëel zijn in combinatie met de andere gestelde eisen. Voldoende geluidsisolatie en een dure uitstraling beïnvloeden de prijs. De kostprijs van het vaste deel van de wand zal een prijs van ongeveer 70 euro per vierkante meter exclusief plaatsing bedragen. Opvallend hier aan is dat de HPL afwerking meer dan 50 procent van de prijs bepaalt. Om de kosten te drukken zal er moeten worden gekeken naar andere kunststof alternatieven die vergelijkbare eigenschappen hebben met betrekking tot uitstraling, maar bijvoorbeeld minder goede eigenschappen hebben met betrekking tot krasvastheid. Ook is er uitgegaan van Nederlandse prijzen. Omdat Vitriwand deze dichte panelen in lagelonenlanden wil laten maken zullen de kosten van de materialen ook omlaag gaan. Deze worden daar immers veelal geproduceerd.

De huidige kosten voor een monteur bedragen 30 euro per uur. Omdat het product van Vitriwand veel gebruiksvriendelijker is dan concurrerende producten zal vooral op de montage en logistiek veel geld bespaard worden. Daardoor zullen de kosten van het glazen gedeelte, waar 90 euro voor was gereserveerd, drastisch omlaag gaan. Met 60 euro per vierkante meter aan materiaalkosten kunnen de mono-blokken voor minder dan 90 euro per vierkante meter geplaatst worden.

De kostenberekening is terug te vinden in bijlage G. Hierin zijn geen vaste kosten van het bedrijf en/of vervoerskosten meegenomen. Dit omdat dit voor elk project verschillend is. De kostenberekening dient niet als vaststaand, maar geeft slechts een indicatie van de te verwachten prijzen.



8. Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

De wand voldoet aan de meeste gestelde eisen. Met de gebruikte profielen wordt een uitstraling gecreëerd zoals aangegeven op pagina 22 (afbeelding 2.5.1). De HPL-afwerking zorgt voor een krasvaste, duurzame wand. Tevens sluit de HPL-afwerking goed aan bij het interieur en meubilair in de gebouwen waar dit materiaal vaak gebruikt wordt.

Er wordt veel tijd bespaard op montage, en daarmee ook op de montage kosten. De glazen elementen zullen vanwege het grote gewicht door twee monteurs geplaatst moeten worden. De di-blok panelen zullen een gewicht hebben van ongeveer 45 kilogram bij een breedte van 60 centimeter, 70 kilogram bij een breedte van 90 mm en 90 kilogram bij een breedte van 120 cm. De glazen mono-blokken hebben een maximum gewicht van 90 kilo, afhankelijk van de afmetingen van het mono-blok en de diktes van het glas. Om reden van het gewicht zal de wand door twee personen geplaatst moeten worden. Lichte di-blokken kunnen door één persoon geplaatst worden. De wand ter plaatse van de dichte wand kan zo twee keer zo snel geplaatst worden.

Doordat er op de bouw totaal maximaal vier losse profielen aanwezig zijn en twee grote delen (de mono-blokken en de di-blokken), is de wand overzichtelijk te plaatsen. De twee vloerprofielen en de plafondaansluiting worden eerst over de volledige lengte gemonteerd, waarna de wand in elkaar geklikt kan worden door middel van mono-blokken, di-blokken en één soort glasprofiel. Het glas in de mono-blokken hoeft niet op de bouw gereinigd te worden. Dit zorgt voor veel tijdbesparing.

Uit de krachtenanalyse bleek dat een wand van zes meter zich staande wist te houden tijdens een impact met één persoon. Tevens bleek ook dat voor deze wand van zes meter de rubberen profielen overbodig waren om voldoende stijfheid te creëren. Deze kunnen tijdens montage weggelaten worden om hiermee kosten te besparen en de geluidsisolatiewaarde te verhogen. Als het dichte gedeelte van de wand meer dan zes meter bedraagt, kunnen de rubberen profielen alsnog toegevoegd worden, om hiermee lengten van meer dan zes meter te kunnen realiseren.

Naar alle waarschijnlijkheid zal de geluidsisolatie waarde van 42 Db (welke als eis door Vitriwand gesteld is) verbeterd zijn. De twee zijdes van het dichte gedeelte van de wand staan vrij van elkaar. De plaatsen waar wel geluidlekken plaats zullen vinden zijn minder aanwezig dan bij andere systeemwanden het geval is. Aannemelijk is dat de geluidsisolatiewaarde hoger zal zijn dan bij bestaande wanden.

Aan de kosteneisen is niet voldaan. De materiaalkosten voor het glazen gedeelte van de wand vallen met ongeveer 65 euro per vierkante meter (exclusief plaatsen) ruim binnen de begroting van 90 euro per vierkante meter (inclusief plaatsen). Voor het dichte gedeelte van de wand is dit niet het geval. De kosten van 30 euro per vierkante meter (inclusief plaatsen) bleken niet reëel in combinatie met de andere gestelde eisen met betrekking tot duurzaamheid. De HPL-afwerking bleek voor 50% de prijs van het dichte deel van de wand te bepalen, wat resulteerde in een prijs van 70 euro per vierkante meter (exclusief plaatsing).

8.2 Aanbevelingen

Voordat de wand op de markt gebracht kan worden zullen er van alle profielen eerst proefstukjes gemaakt moeten worden. Zo kan worden bekeken hoe de profielen werkelijk in elkaar passen en of zo nodig de toleranties aangepast moeten worden.

Ook kan er uiteraard niet volledig van een computerberekening worden uitgegaan wanneer het product op de markt gebracht wordt.

Vitriwand zal dus een proefopstelling moeten maken, om vervolgens de impacttest in de praktijk te kunnen testen. Met deze opstelling zou vooraf ook de geluidsisolatiewaarde getest kunnen worden. Deze labwaarde is niet persé nodig voor de verkoop, maar het is waarschijnlijk stap voorwaarts ten opzichte van de concurrerende producten. Deze labwaarde heeft toegevoegde waarde tijdens verkoop.

Om het product helemaal te optimaliseren zou er ook nog een test gedaan kunnen worden met verschillende monteurs. Deze zouden de opdracht kunnen krijgen om de wand te assembleren en daarna weer te demonteren. Op deze manier kan er gekeken worden of er nog ergens knelpunten aanwezig zijn en of het mogelijk is efficiënter te werken.

De kosten voor het dichte gedeelte van de wand bleken boven de begroting te liggen. Om binnen de begroting te blijven zal er met Vitriwand overlegd moeten worden welke eisen het bedrijf aan zou kunnen passen, om vervolgens een ander (goedkoper) materiaal te kunnen kiezen voor de afwerking.

Ten slotte is de wens van Vitriwand om verlichtingselementen tegen de wanden te kunnen plaatsen nog niet uitgewerkt. Er is bij de constructie van de wand wel rekening mee gehouden dat er een mogelijkheid is om dit alsnog te doen. Ter plaatse van de isolatie in de stijlen zouden profieltjes geplaatst kunnen worden, welke als stroomgeleider dienen. Deze zullen dan (gedeeltelijk) de isolatie in de stijl vervangen. Dit zal op de zelfde manier kunnen werken als te zien is op pagina 39 in dit verslag.

9. Reflectie

De opstart van het project ging erg goed. Vanaf het begin was ik erg gemotiveerd en heb uren lang de brochures en het internet doorzocht op zoek naar technieken, materialen en slimme verbindingen die bij concurrenten toegepast werden. Naast het opzoeken van informatie en de verwerking hiervan in het verslag, heb ik ook geprobeerd mij de kennis eigen te maken, zodat ik dit in het vervolg van het project toe kon passen. Hier heb ik erg veel baat bij gehad. Ik merkte dat dit mij erg hielp bij de inzichten die nodig waren in de ideefase. Daar tegenover werd ik wel dat door alle informatie die vergaard was ik snel één denkrichting op gedrukt. Soms had ik dit niet door en ging te lang op een concept door (bijvoorbeeld de zelfklemmende glasklem). Uiteindelijk heb ik ook hier weer een stapje terug gedaan, waardoor ik op nieuwe inzichten en ideeën kwam. Tunnelvisie is immers het grote gevaar.

Deze tunnelvisie was niet alleen merkbaar bij mij zelf. Mijn werkruimte bij Vitriwand deelde ik met vier oud-Interwand werknemers. Bij mijn vragen over veel voorkomende problemen en knelpunten was het antwoord vaak in de richting van: "ja, maar daar is geen oplossing voor". Voor mijn gevoel was het voor de werknemers niet altijd duidelijk dat dat juist de reden was dat ik daar mijn bacheloropdracht deed. Naarmate ik vaker van dit soort antwoorden heb gehad leerde ik al snel hoe ik mijn vraag het beste kon stellen en dat ik de informatie als het ware uit hun antwoord moest filteren. Uiteraard had ik zonder al deze antwoorden het project niet kunnen doen.

Het zelfde gold voor mijn begeleider binnen het bedrijf. Het was duidelijk dat hij een eigen visie had over de oplossing van het probleem. Volgens hem

moest er een moment vaste verbinding tussen het glas en het paneel ontstaan. Ideeën van mijn kant over andere manieren van krachtenoverdracht in de wand werden bijna direct van tafel geveegd. Achteraf gezien heb ik dan ook veel tijd besteed aan het oplossen van deze moment vaste verbindingen. Wanneer ik twijfels had bij een bepaalde verbinding, werd door mijn begeleider aangegeven dat hij al jaren in het vak zat en dat dit gewoon kon. Een grote fout die ik achteraf gemaakt heb is te veel te vertrouwen op zijn kennis in plaats van mijn eigen visie te volgen.

Naarmate het project vorderde merkte ik dat mijn begeleider het erg druk had met andere zaken waardoor begeleiding erg moeilijk was. Naar mijn mening heb ik vanuit Vitriwand erg weinig feedback gekregen, welke ik wel graag had gewild. Mede hier door verminderde mijn motivatie voor het project. Achteraf had ik eerder in het proces initiatief moeten nemen om mijn wensen en beleefde tekortkomingen bespreekbaar te maken.

Tot slot had ik graag een proefstukje willen laten maken om te kunnen testen hoe de klikverbinding in de praktijk zou werken. Mijn begeleider heeft mij toegezegd dat dit geregeld zou worden. Helaas is het daar nooit van gekomen.

Referenties

Afbeelding 2.2.2 - Stelbak met stelschroef: <http://www.verwol.nl/producten/systeemwanden/dichte-systeemwanden-detail.html>, geraadpleegd op 21 april 2015

Afbeelding 2.2.6- T profiel: <http://www.verwol.nl/producten/systeemwanden/dichte-systeemwanden-detail.html>, geraadpleegd op 21 april 2015

Afbeelding 2.2.7 – glasaansluitingen: Maars LIVING WALLS, Panorama, 2e druk, http://www.maarslivingwalls.com/uploads/tx_windproductreferences/Panorama_2e_druk_LR.pdf, geraadpleegd op 1 mei 2015

Afbeelding 2.2.8 – Glasaansluitingen: Planeffect Systeemwanden, PE-70 Glass-line details, <http://www.planeffect.nl/portfolio-item/pe-70-glass-line/>, geraadpleegd op 1 mei 2015

2.3 Geluidsanalyse - <http://personal.inet.fi/koti/juhladude/soundproofing.html>, geraadpleegd op 25 april 2015

Grafiek 2.3.1 – Transmissieverliescurve: <http://personal.inet.fi/koti/juhladude/soundproofing.html>, geraadpleegd op 25 april 2015

Afbeelding 2.3.1 - Wandopbouw variaties: <http://personal.inet.fi/koti/juhladude/soundproofing.html>, geraadpleegd op 25 april 2015

Grafiek 2.3.3 - Absorptiecoëfficiënt verschillende materialen: <http://personal.inet.fi/koti/juhladude/soundproofing.html>, geraadpleegd op 25 april 2015

Grafiek 2.3.2 – Massacurve: <http://personal.inet.fi/koti/juhladude/soundproofing.html>, geraadpleegd op 25 april 2015

Afbeelding 2.3.2 – Geluidtransportwegen: <http://zelfbouwaudio.nl>, geraadpleegd op 26 april 2015

Materiaaleigenschappen glas: STAN MATHIJSEN, Onvatbaar constructieve bijlage, <http://www.kevindebresser.nl/ONVATBAAR%20CONSTRUCTIERAPPORT%20A5%20FORMAAT.pdf>, geraadpleegd op 26 mei 2015

Materiaaleigenschappen gips: Nederlandse Branche Vereniging Gips, gebrand gips en stucadoorsgips, <http://www.nl.gips.de/producten/stukadoor/Gebrand%20gips%20en%20stukadoorsgips.pdf>, geraadpleegd op 26 mei 2015

Materiaaleigenschappen HPL: Hamel metaal, Leveringsmap 2007, http://www.hamel.nl/Files/File/Assortiment%20pdf/WEB_KUNSTSTOF.pdf, geraadpleegd op 26 mei 2015

Materiaaleigenschappen aluminium: https://en.wikipedia.org/wiki/6061_aluminium_alloy, geraadpleegd op 26 mei 2015

Ansys Workbench 16.0

Bijlage A:

Maars Living Walls, String, <http://www.maarslivingwalls.nl/brochures/>, geraadpleegd op 28 april 2015

Maars Living Walls, Metaline, <http://www.maarslivingwalls.nl/brochures/>, geraadpleegd op 28 april 2015

Maars Living Walls, Panorama, <http://www.maarslivingwalls.nl/brochures/>, geraadpleegd op 28 april 2015

Maars Living Walls, Styleline, <http://www.maarslivingwalls.nl/brochures/>, geraadpleegd op 28 april 2015

Vitriwand, Detailblad vitrilight,

Vitriwand, Detailblad vitrivision

Vitriwand, Detailblad vitriline staal

Verwol systeemwanden, <http://www.verwol.nl/producten.html>, geraadpleegd op 30 april 2015

Wallsz BV., devide your space, <http://www.wallsz.nl/informatie/62/products.html>, geraadpleegd op 30 april 2015

Planeffect systeemwanden, <http://www.planeffect.nl/systeemwanden/>, geraadpleegd op 1 mei 2015

Glaswand.nl, Italiaanse glazen scheidingswanden & deuren, <http://www.glaswand.nl/wanden>, geraadpleegd op 1 mei 2015

ESD Systeemwanden, producten, <http://www.eurosysteemdesign.nl/#>, geraadpleegd op 1 mei 2015

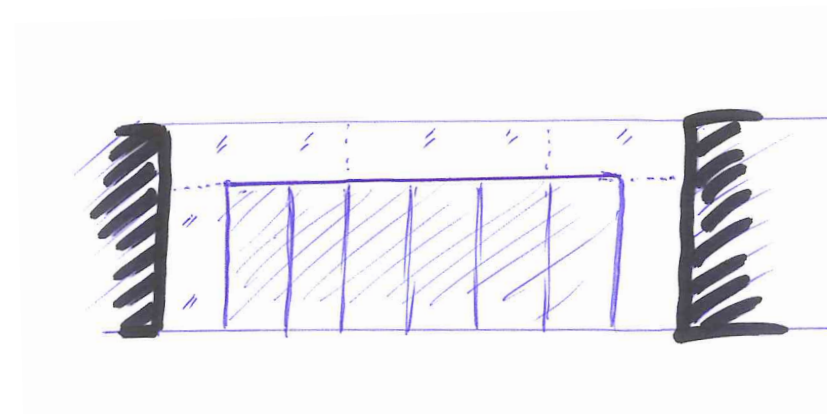
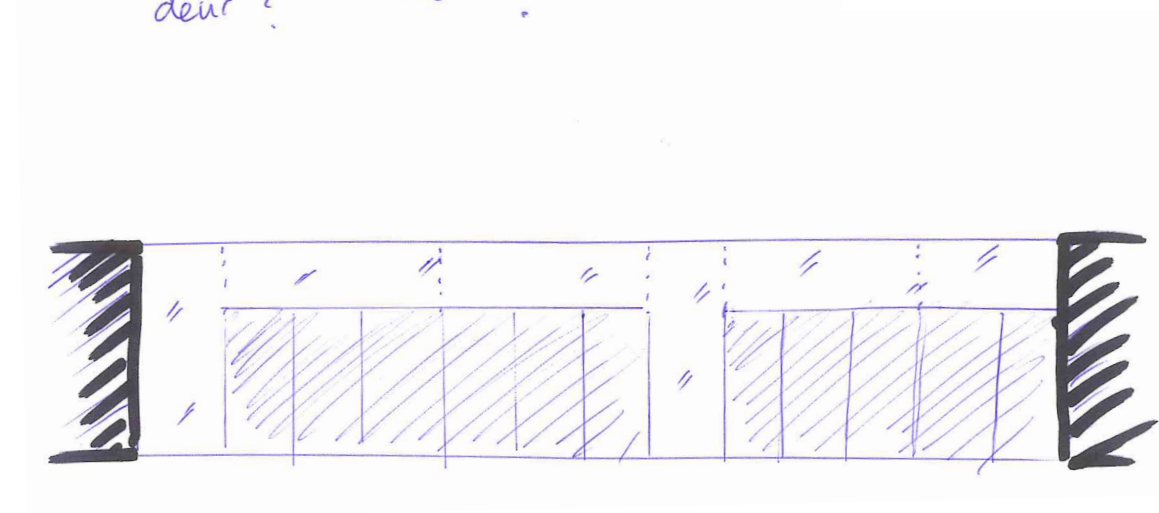
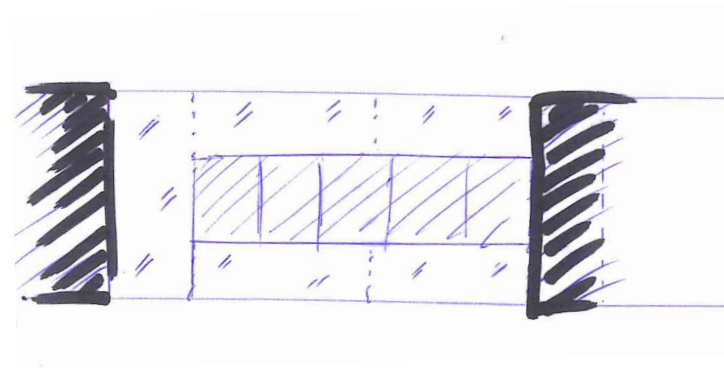
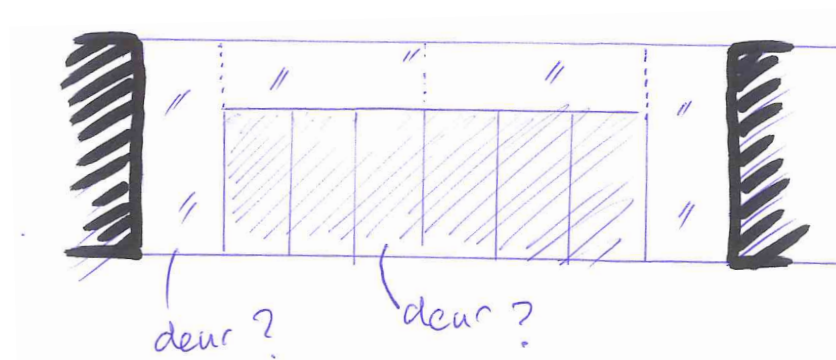
Metaglas, Total Glass, <http://www.metaglas.nl/producten/>, geraadpleegd op 1 mei 2015

Bijlages

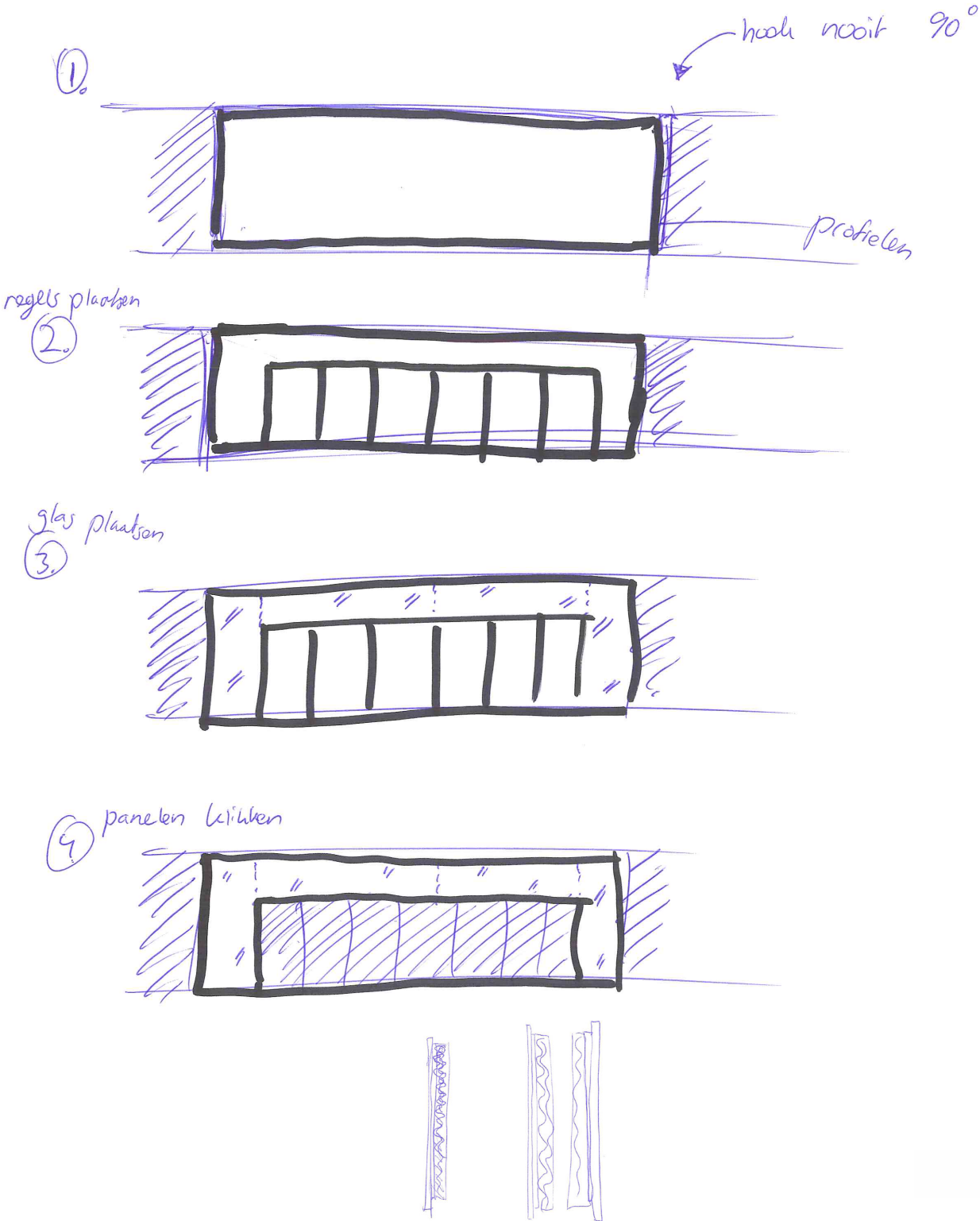
A solid orange horizontal bar that spans the width of the text 'Bijlages' and extends further to the right.

Bijlage A - Verzameling van bestaande systeemwanden

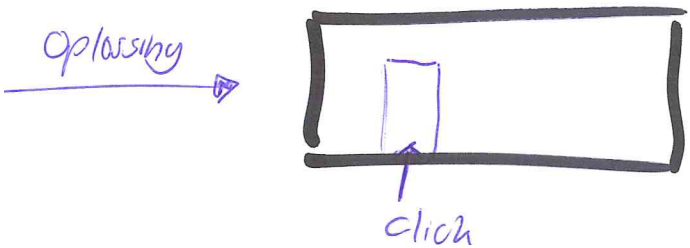
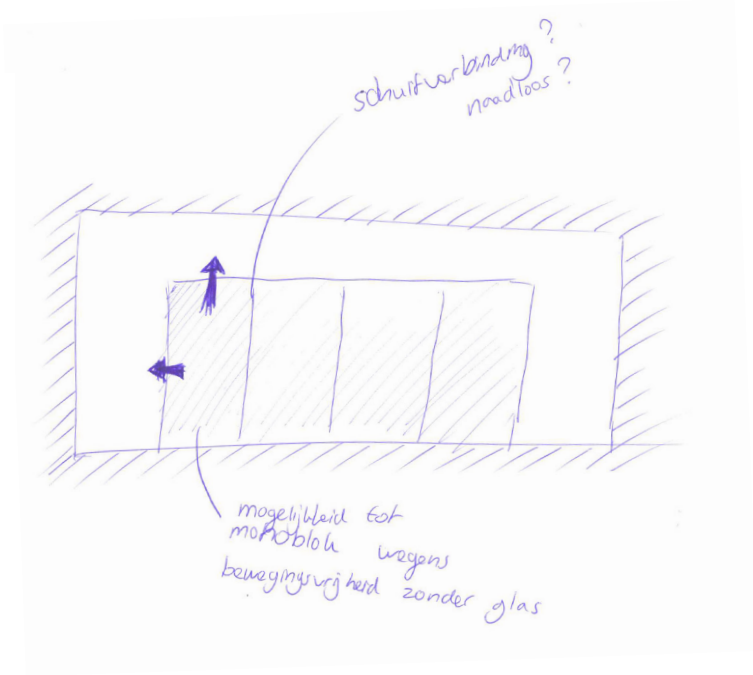
Bijlage B - Ideeschetsen



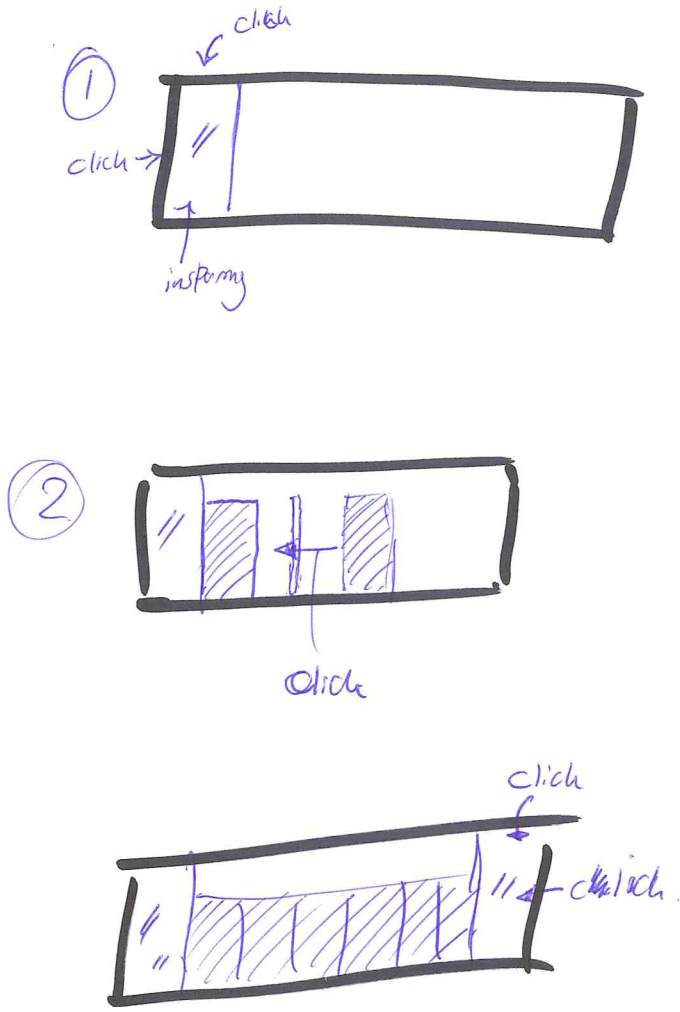
Montage volgorde



di-blok op regelwerk plaatsen



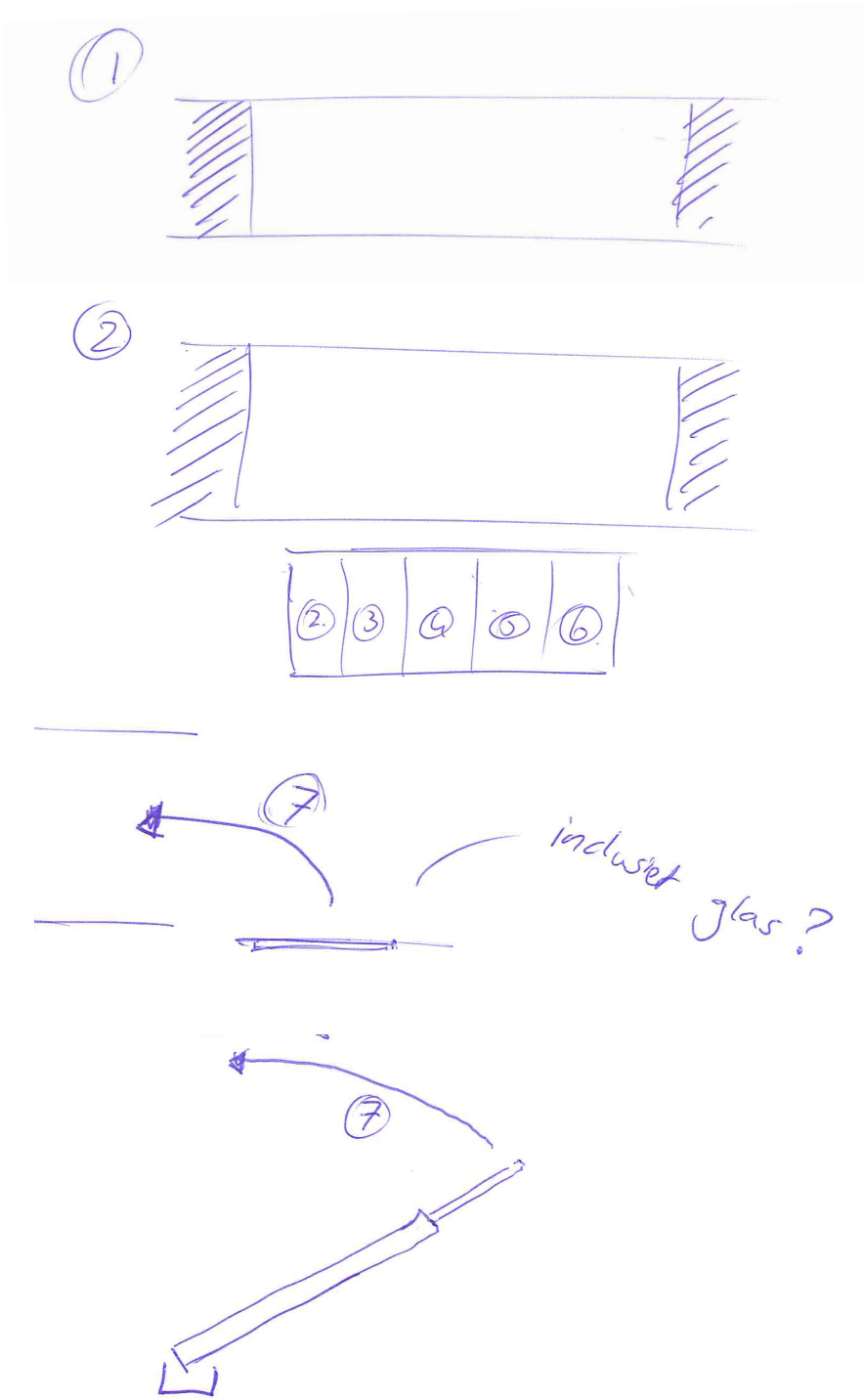
Mono-blokken zonder regelwerk plaatsen



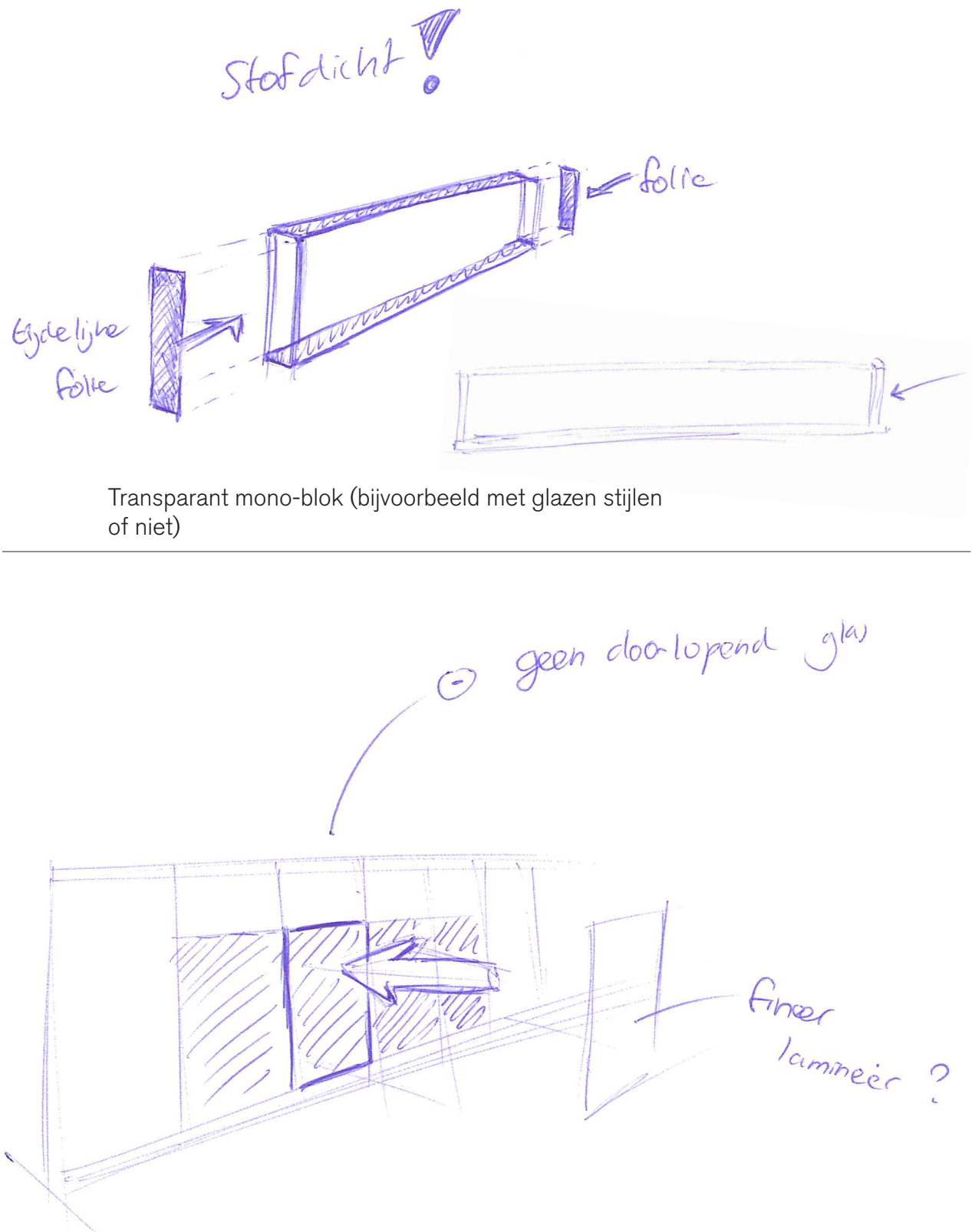
mono-blok met montage strips

Bijlage B - Ideeschetsen

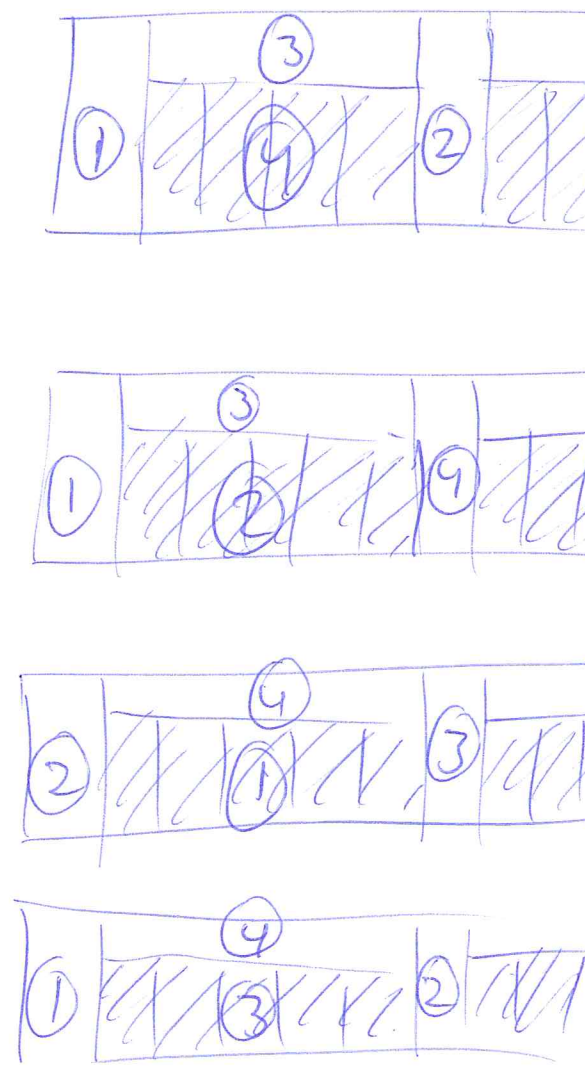
Montage volgorders



Hele wand in een keer omhoogklappen

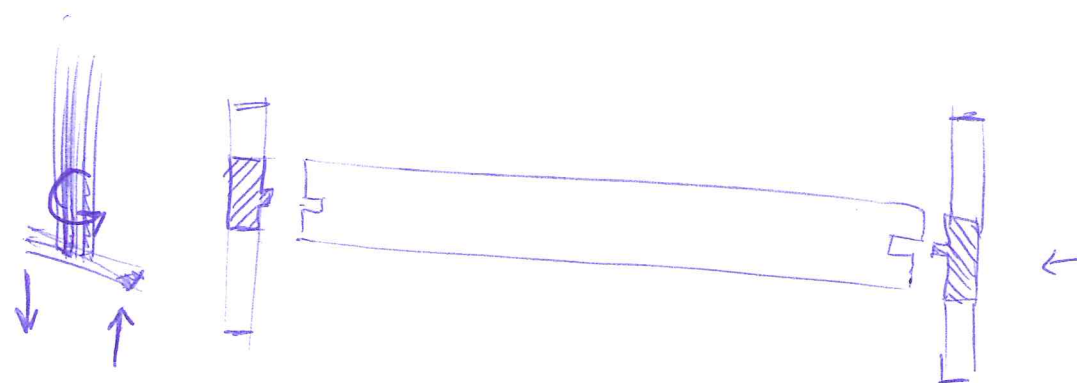
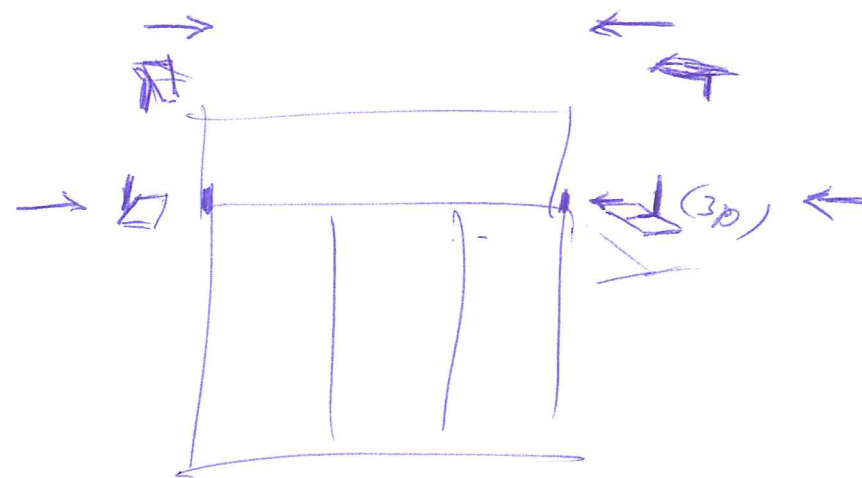
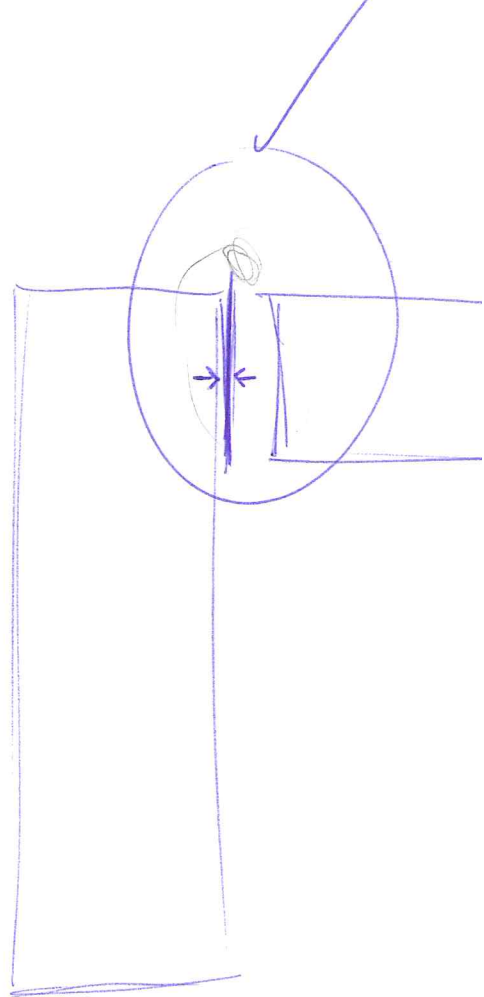


Fineer of lamineer op glas plakken



Volgorders van plaatsen

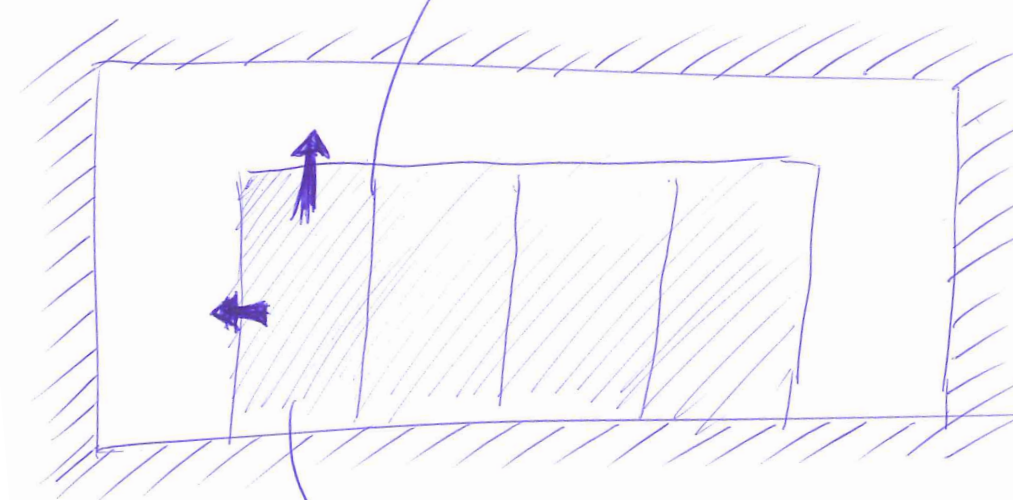
Moment-vaste-verbindingen



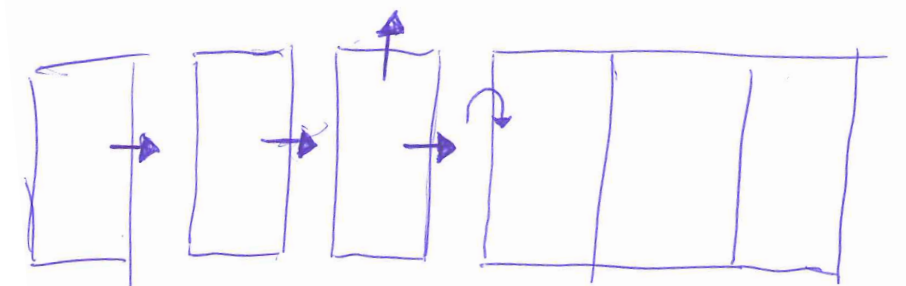
Moment door het glas laten opvangen

Moment-vaste klik-elementen aan de rand van het glas

schuifverbinding?
noodloos?



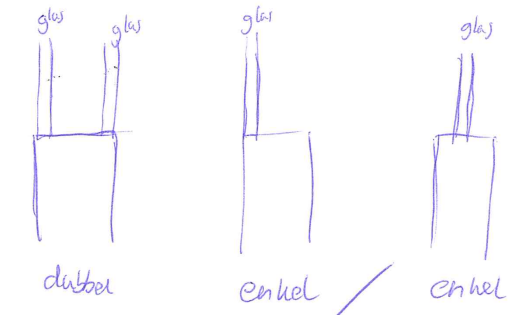
mogelijkheid tot
monoblok wegens
bewegingsvrijheid zonder glas



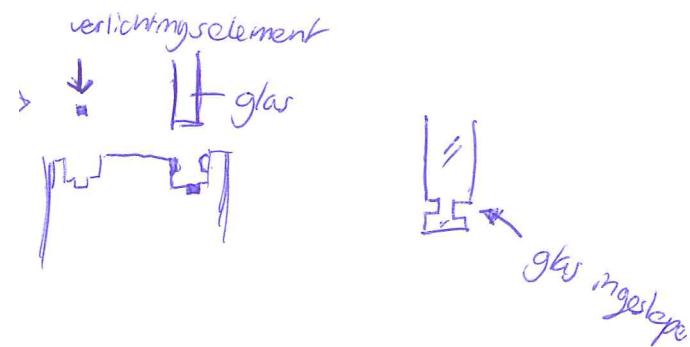
Mono-blokken momentvast met elkaar verbinden

Bijlage B - Ideeschetsen

Hiernaast zijn de mogelijke manieren van het te plaatsen glas te zien. Op deze manieren zou zowel het dubbel-, als het enkelglas geplaatst kunnen worden.



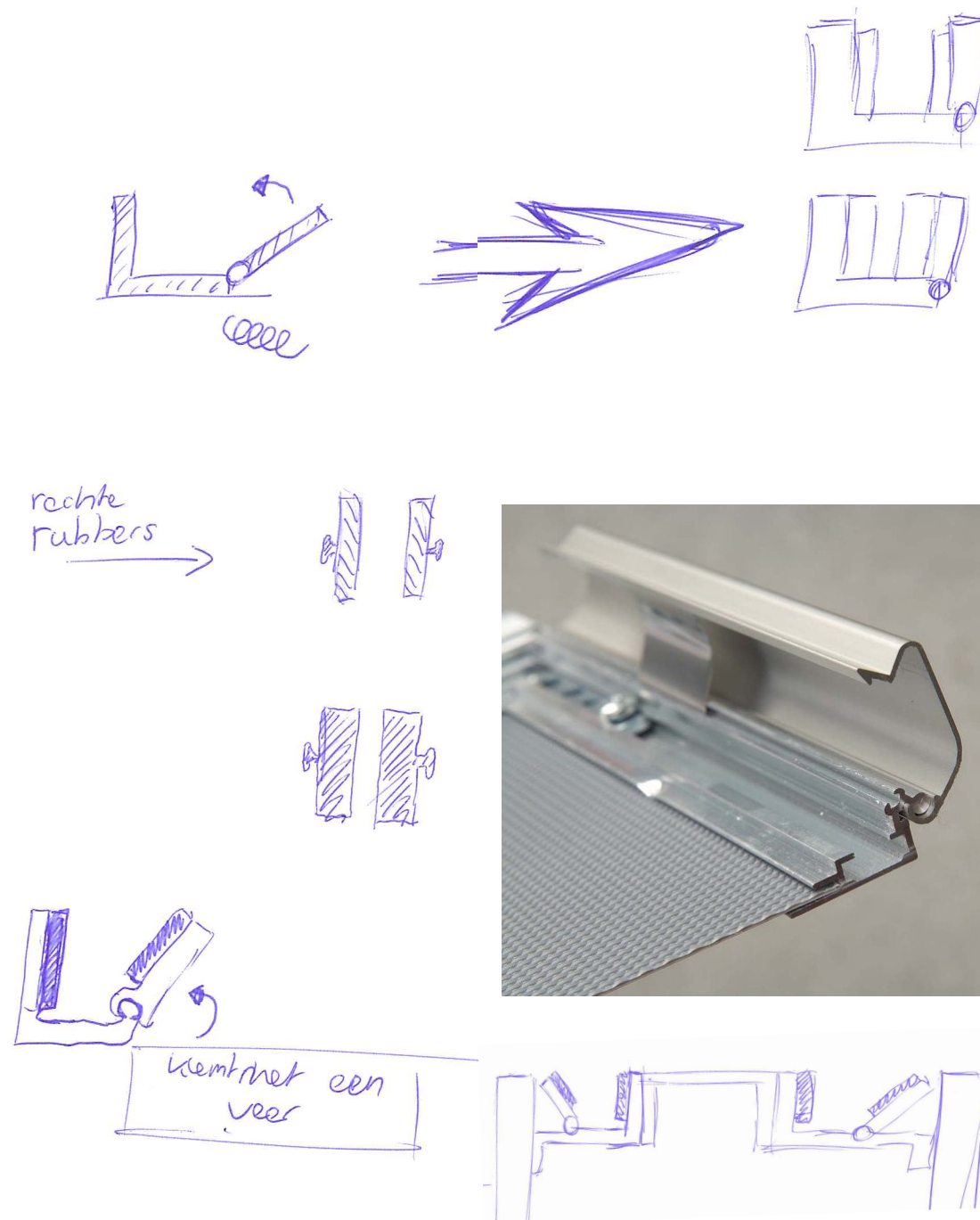
Moment-vaste-verbindingen door het inklemmen van het glas



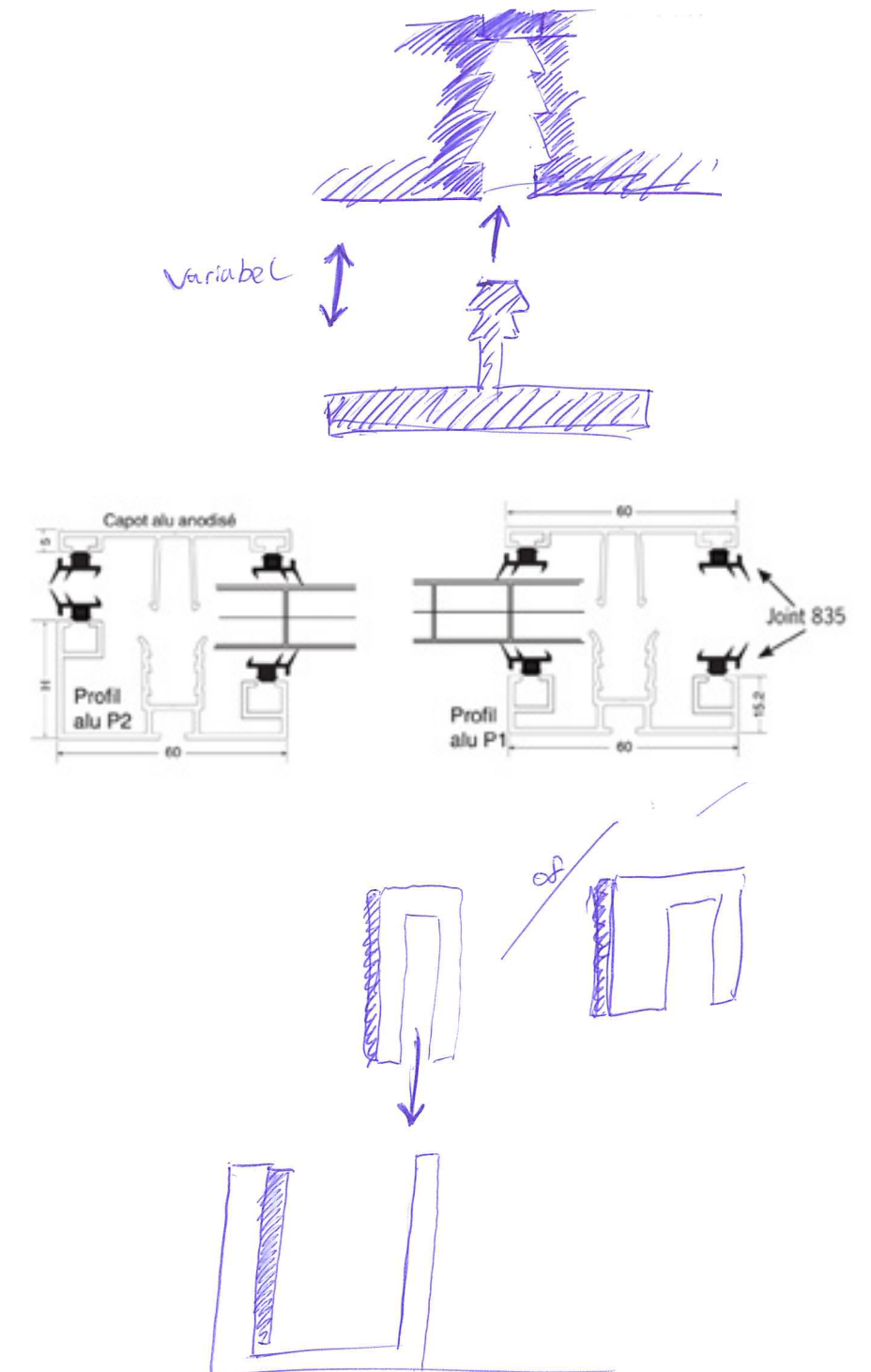
Een probleem wat hierbij naar voren kwam was dat glas (gelet op economische aantrekkelijkheid) over de hele lengte geslepen kan worden. Hierdoor zijn deze randen dus zichtbaar.



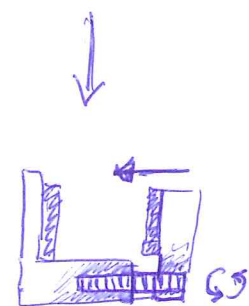
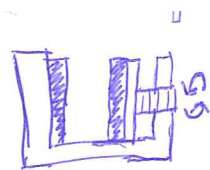
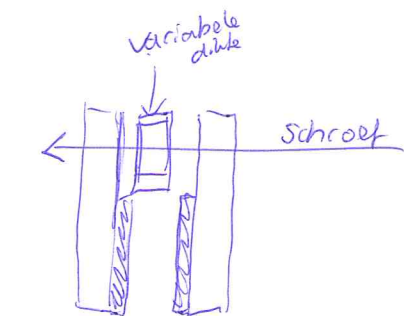
Glas inslijpen en klemmen



Klemmen via reclamebordprincipe

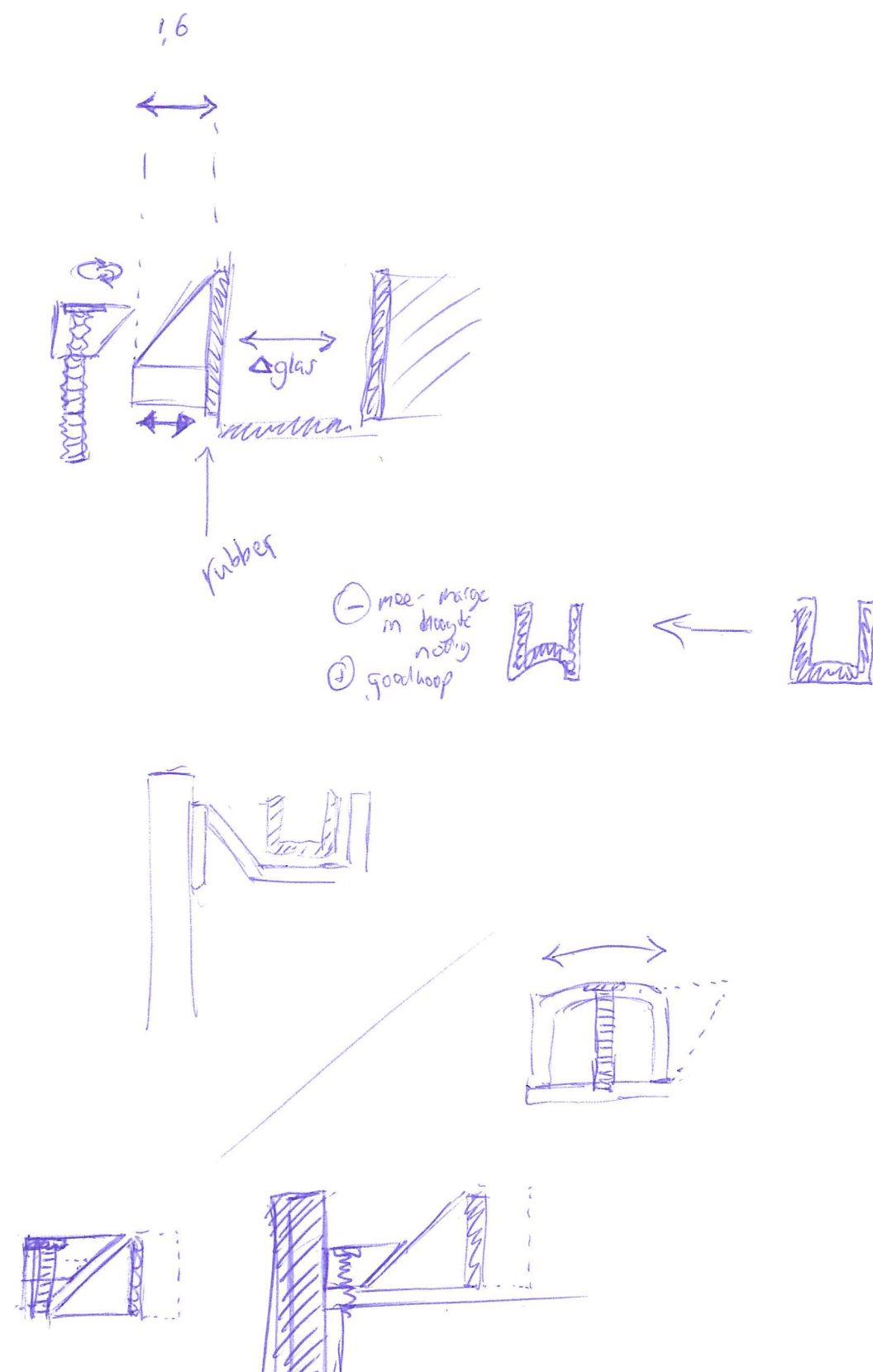


Verschillende glassdiktes inklemmen doormiddel van profielen



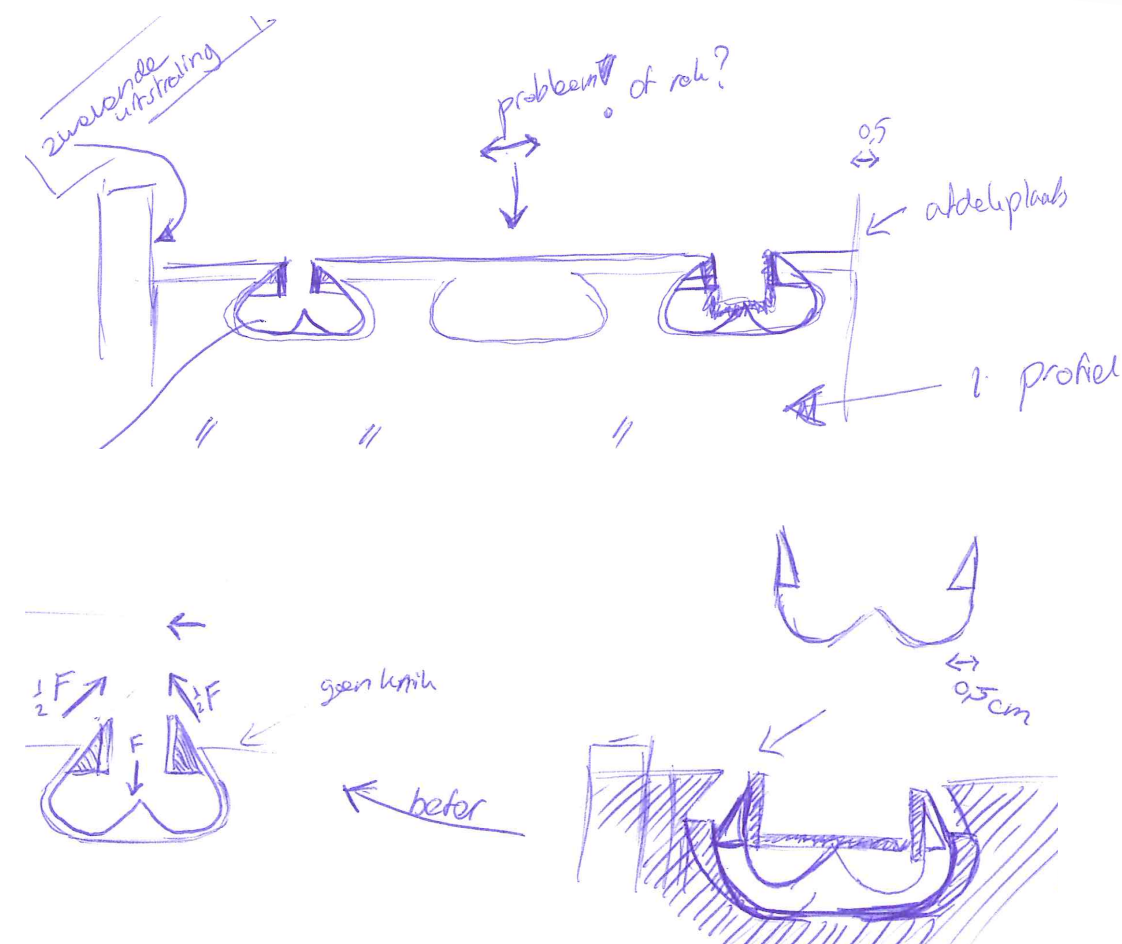
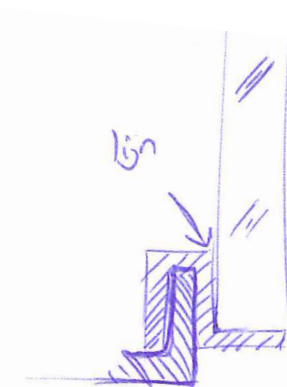
niet evenwijdige verdeling op het glas

klemmen door vast te schroeven



Het verminderen van onderdelen van de schroefverbinding welke niet door de voorkant van het paneel zou gaan

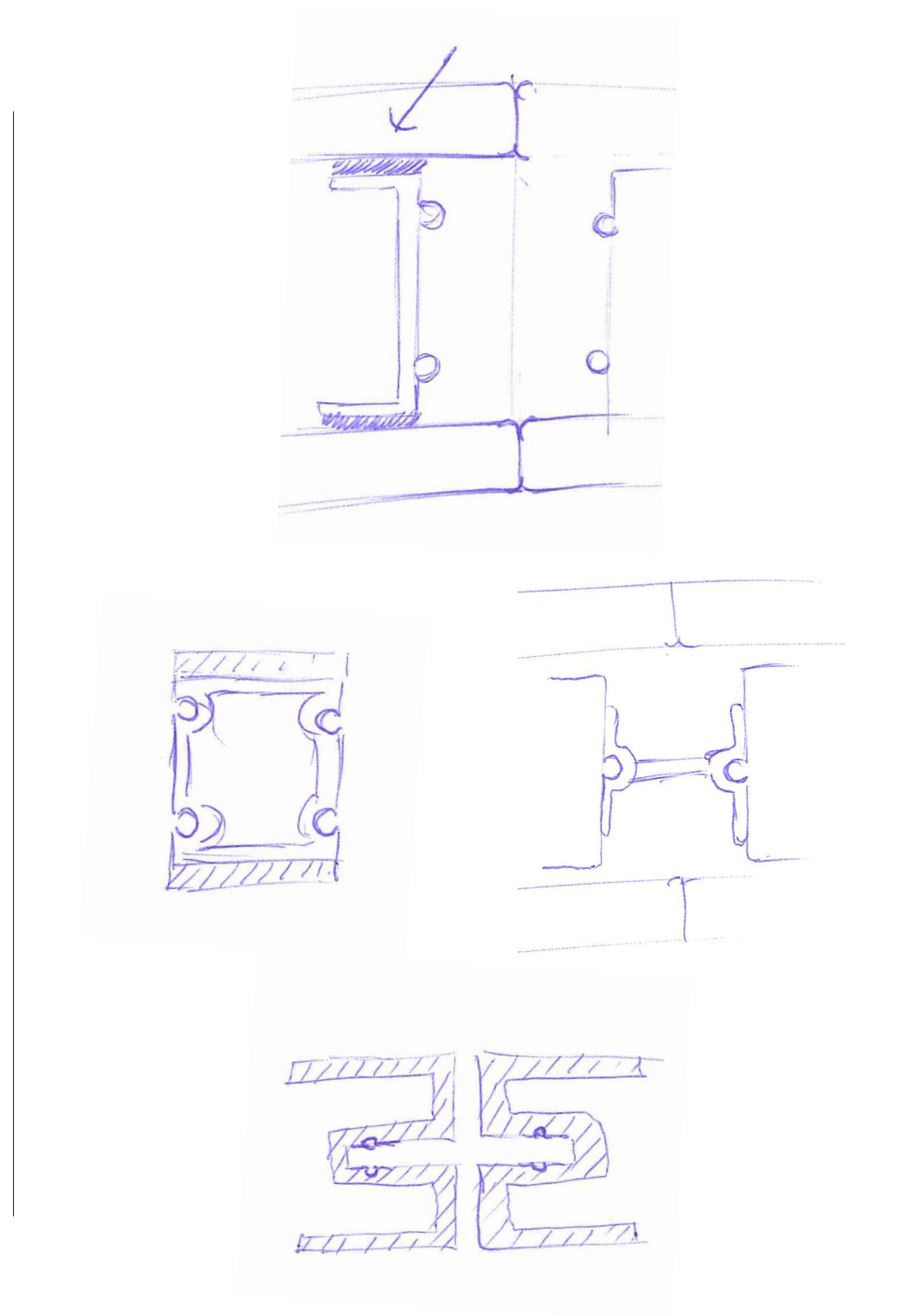
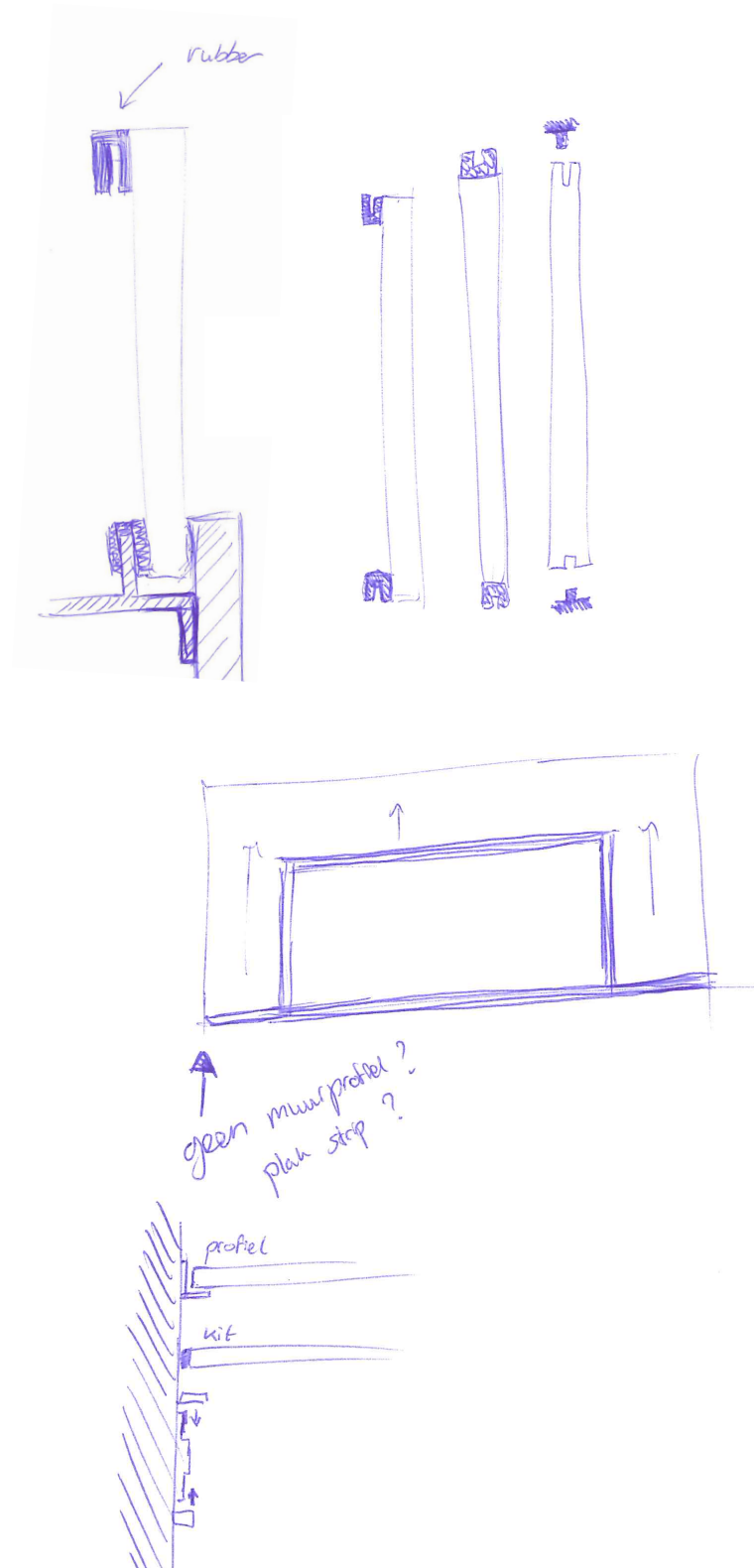
Lijm om het moment op te vangen



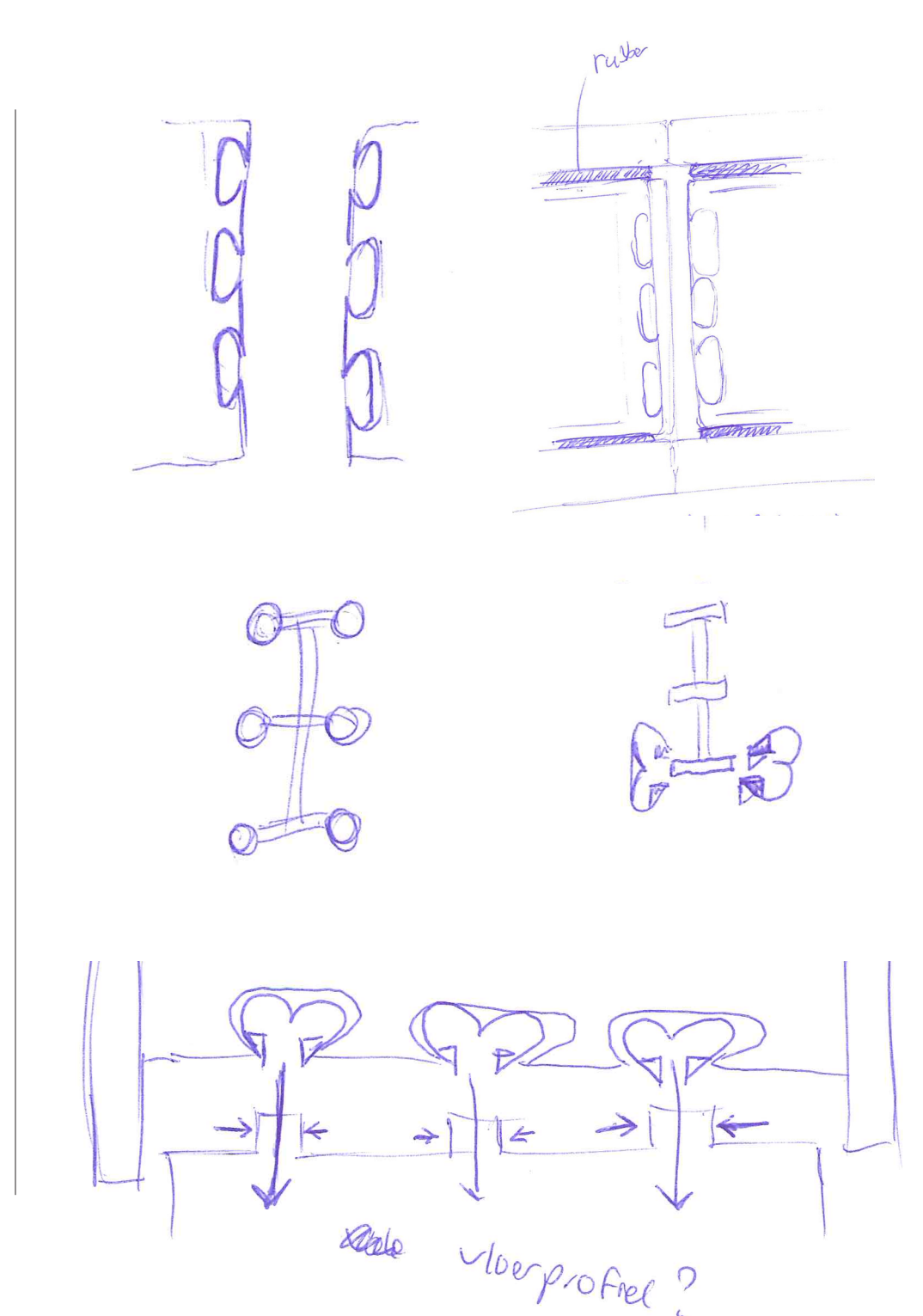
Universele glasklem

Bijlage B - Ideeschetsen

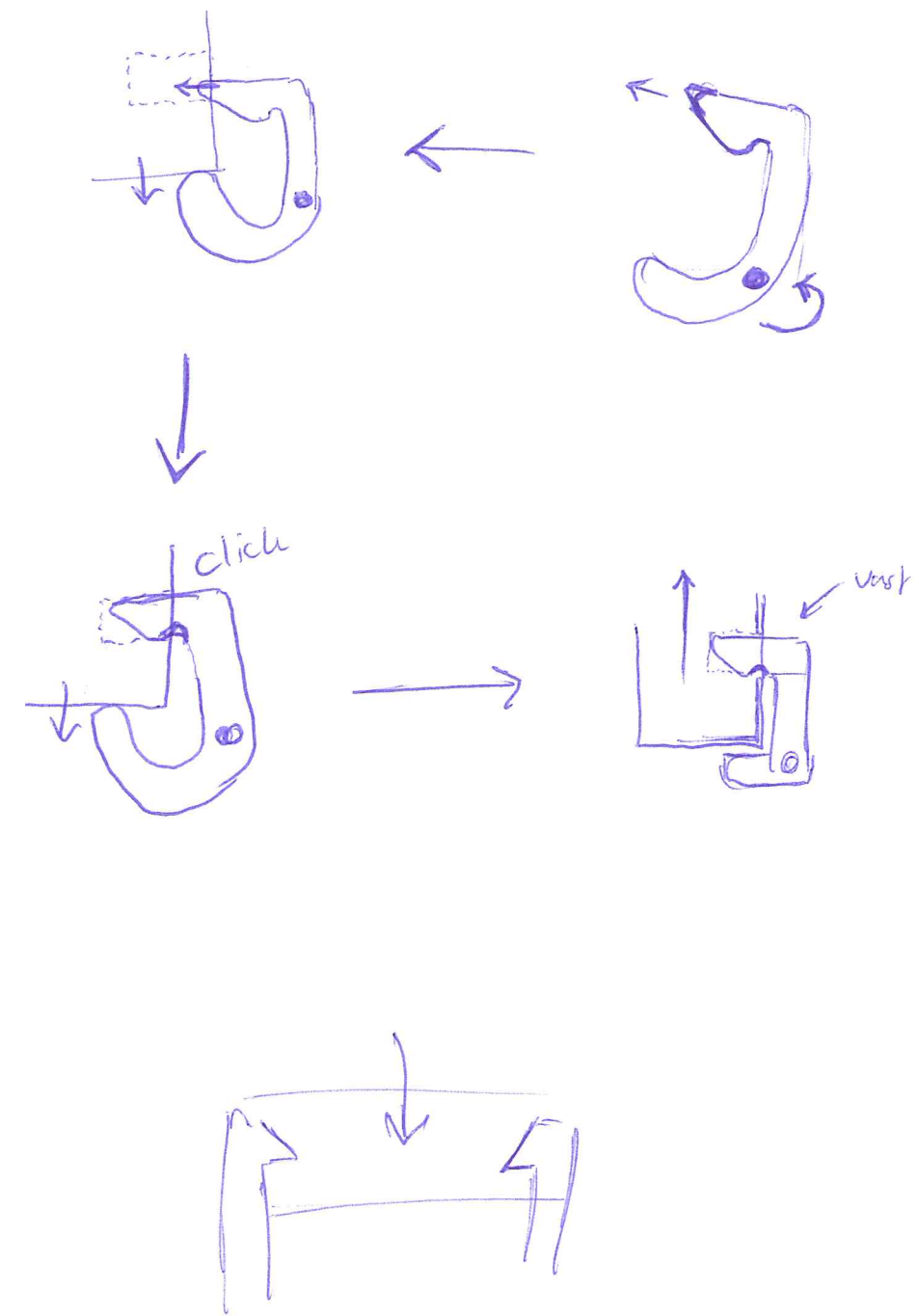
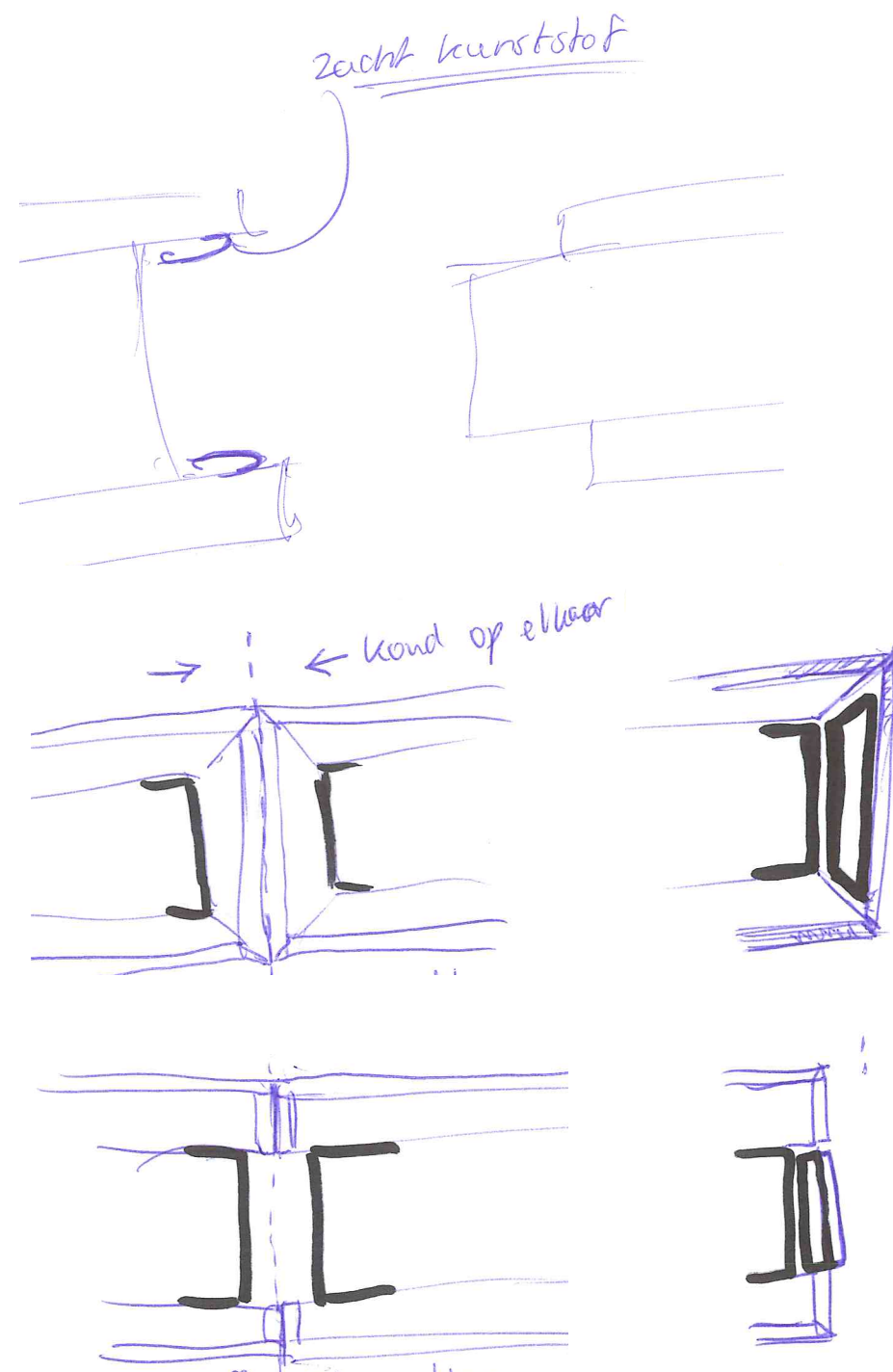
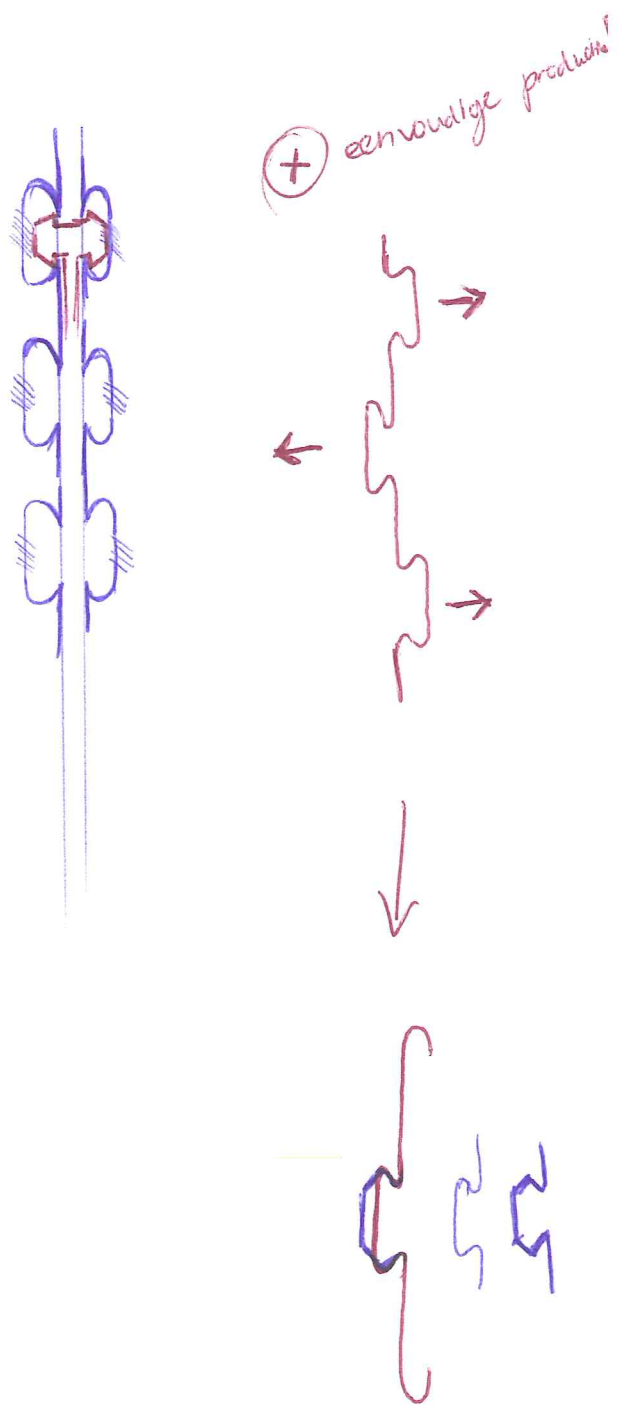
Paneel-verbindingen



Verbindingsprofielen



Glasklem gebruiken om panelen met elkaar te verbinden



Inspiring van de glasklem gebruiken om verbindingsprofielen aan te klikken

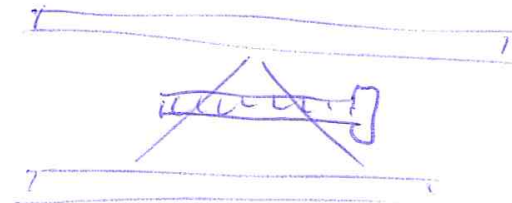
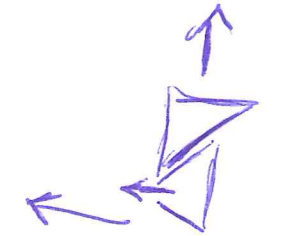
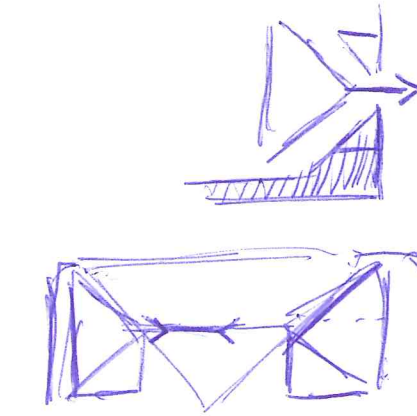
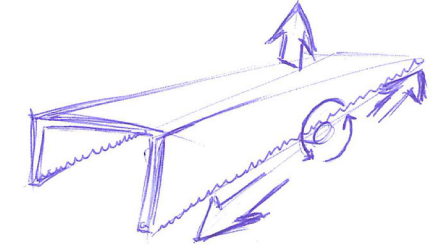
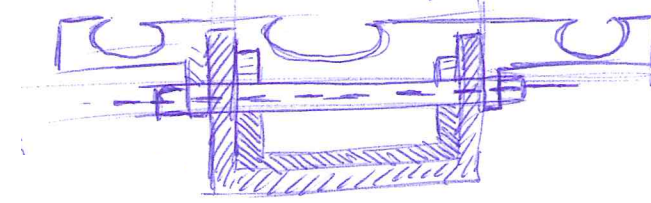
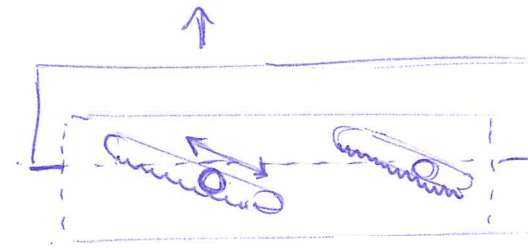
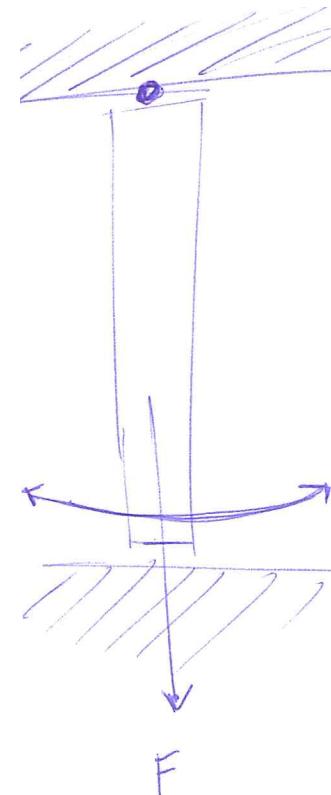
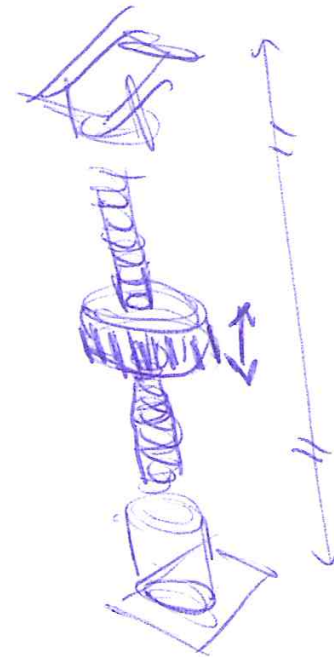
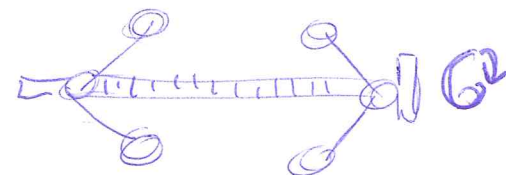
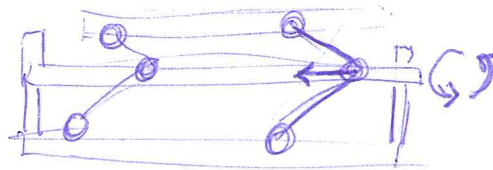
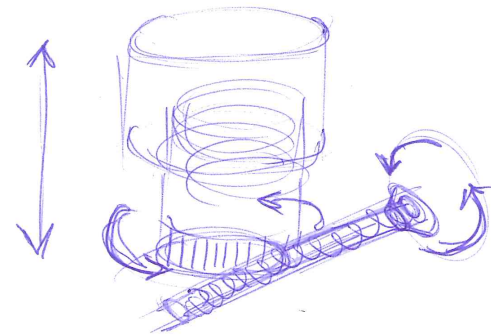
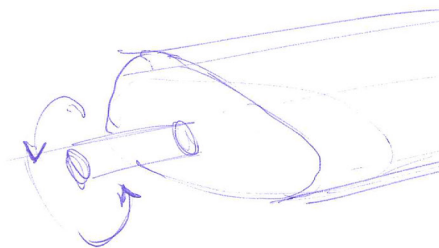
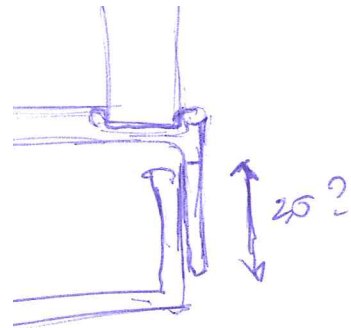
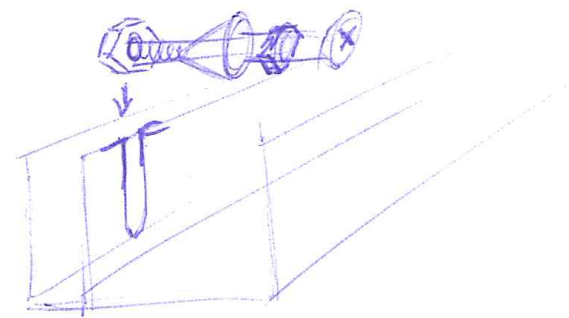
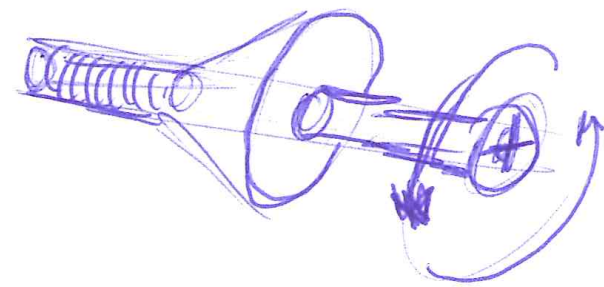
De panelen moeten onderling op elkaar aan kunnen sluiten, maar op de kopse kanten moeten ook afdekplaatjes geklikt kunnen worden omdat hier ook tegen aan gekeken wordt. Zichtwerk en geluidsisolatiewaardes zijn nauw met elkaar verbonden.

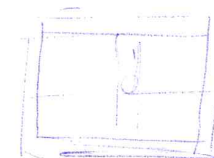
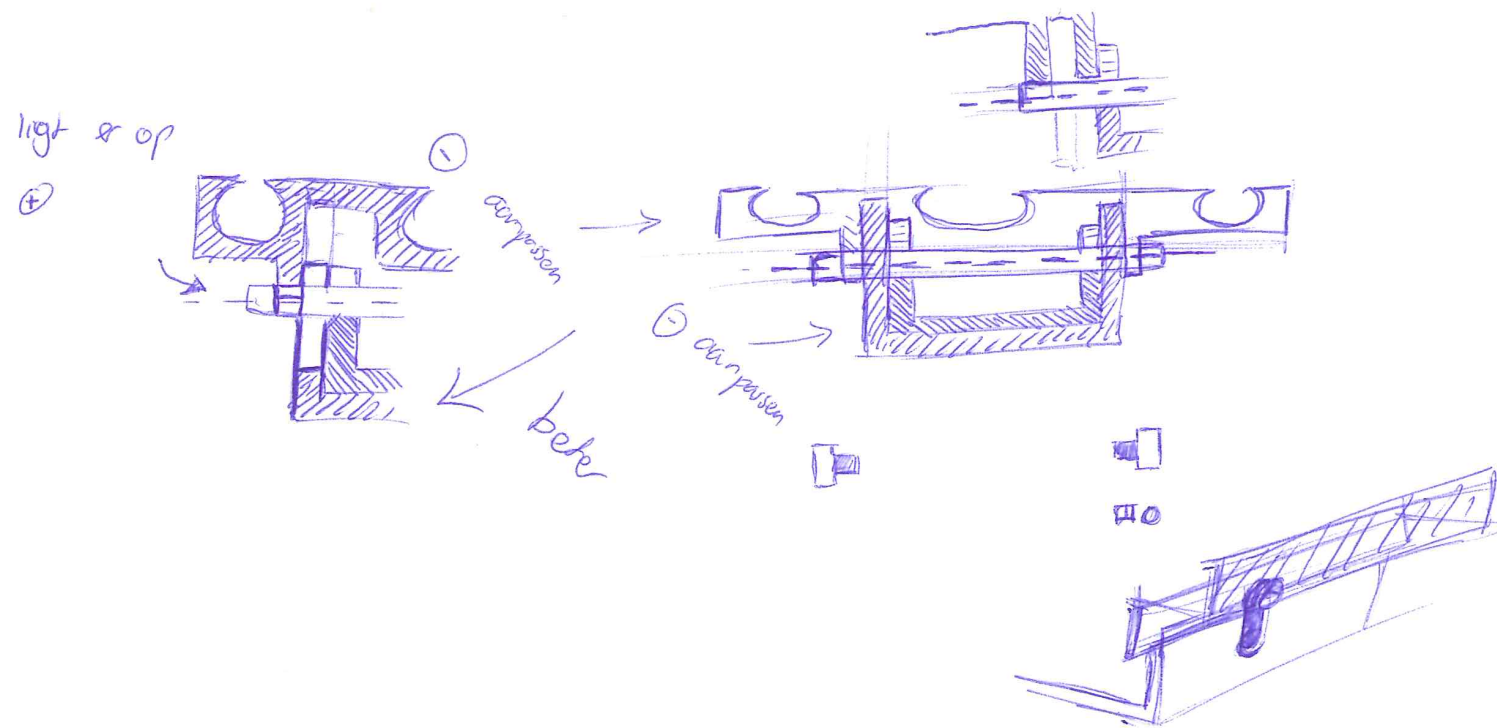
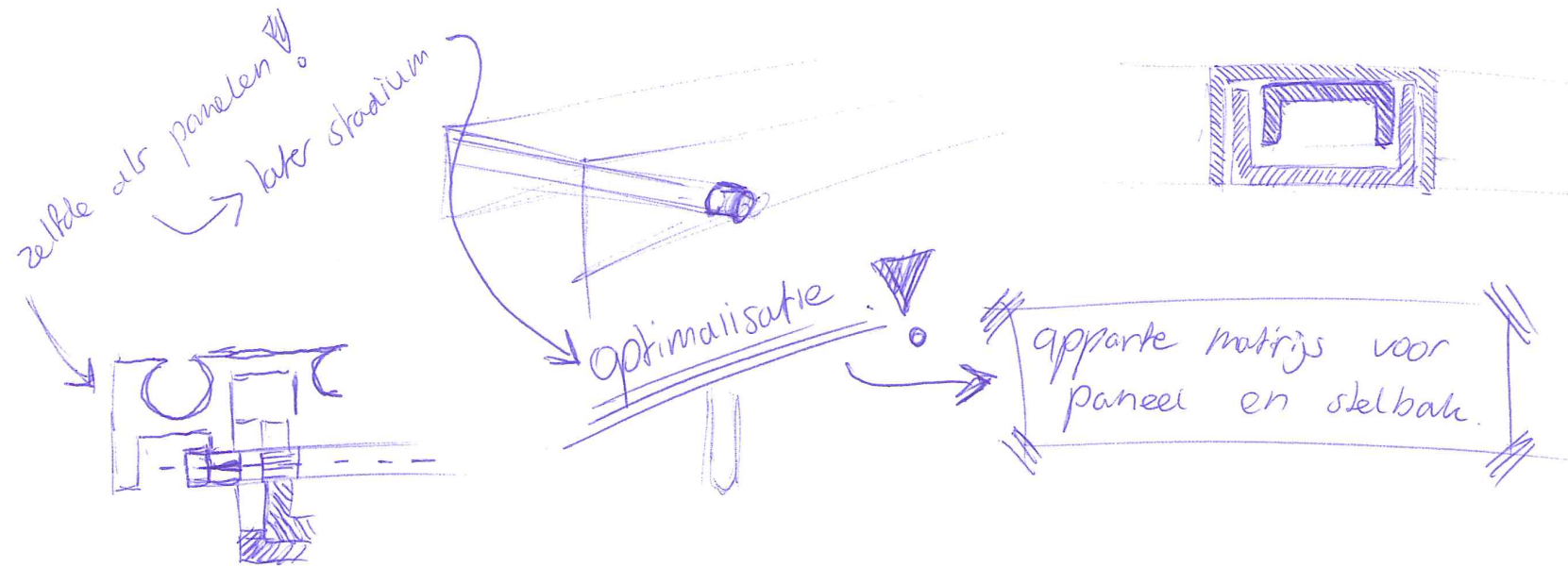
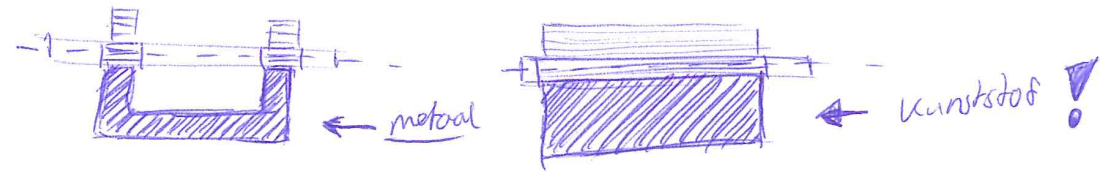
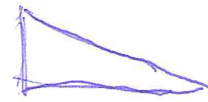
Dynamische- vs. statische klikelementen

Bijlage B - Ideeschetsen

Stelmogelijkheden

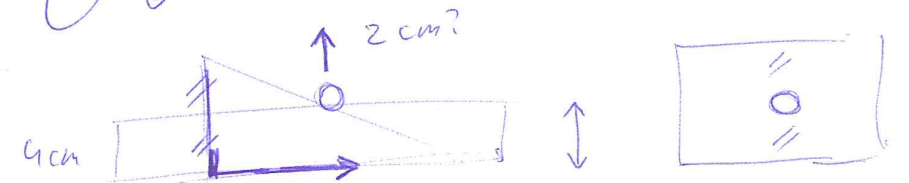
Een van de ideeën die naar voren kwam, was om de wand eerst te plaatsen, waarna deze vervolgens achteraf gesteld kon worden. Hier zijn verscheidene ideeën uit gekomen. Het probleem waar tegen aan werd gelopen was dat de wandelementen erg zwaar waren. Er moesten dus ingewikkelde (dure) stelconstructies aan te pas moeten komen. Daarnaast bleek dat de stelbak eenvoudig waterpas was te zetten met een laserwaterpas en de stelschroeven die uit te draaien waren. Dit gebeurde voordat de panelen hier op geplaatst werden. Daarom is besloten deze stelschroeven ook in het uiteindelijke ontwerp toe te passen.





⊕ geen zichtbare open ruimte

⊖ ~~marge~~ = $\frac{1}{2}$ hoogte

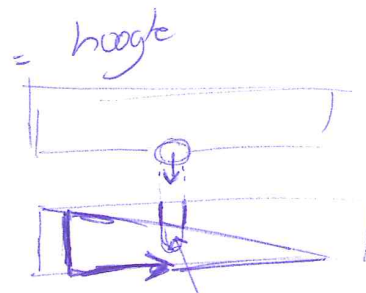
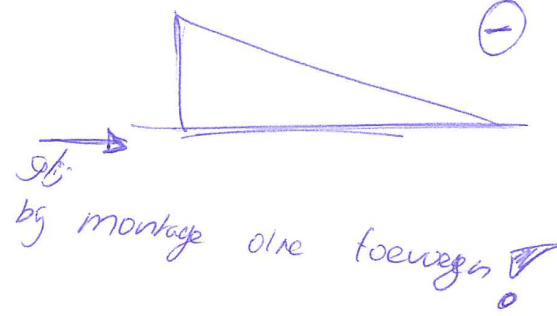


marge = ~~h~~ $\frac{1}{2}$ hoogte

~~h~~

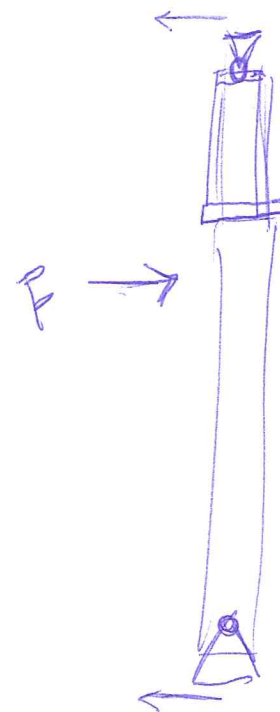
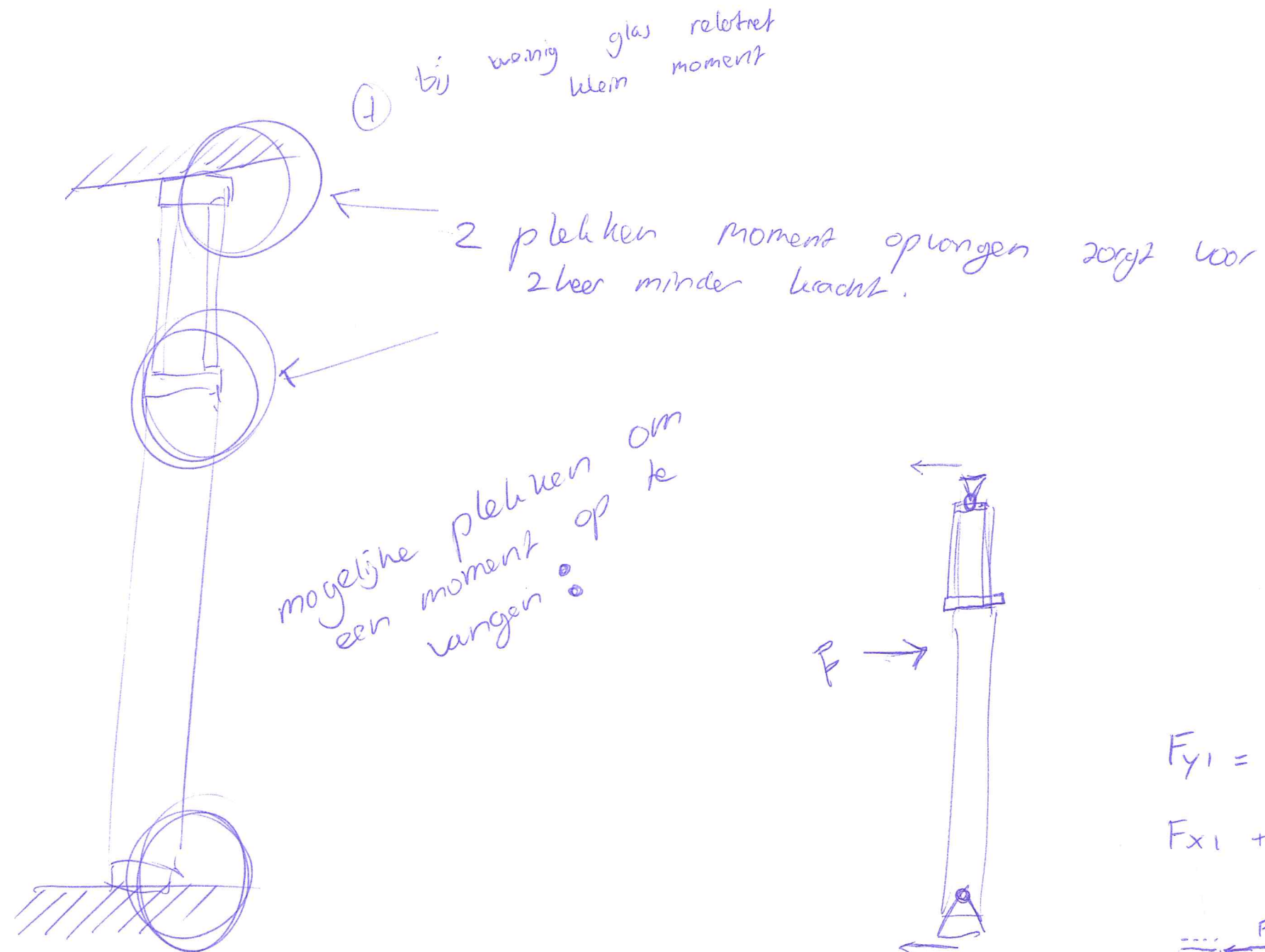
⊕ marge = hoogte

⊖



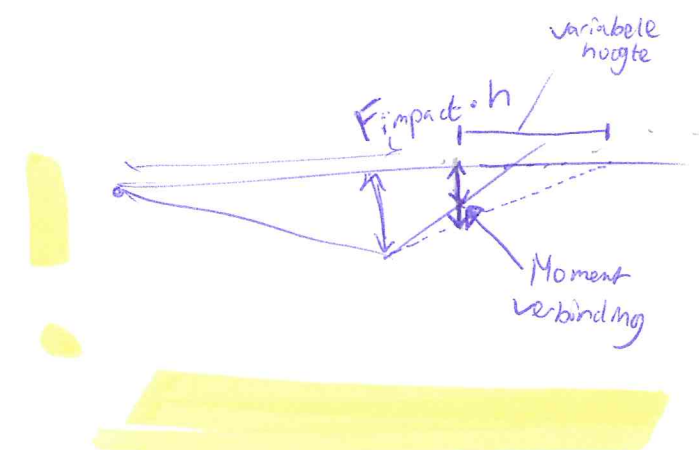
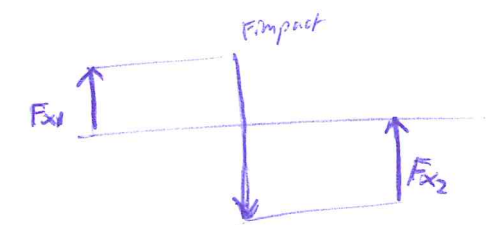
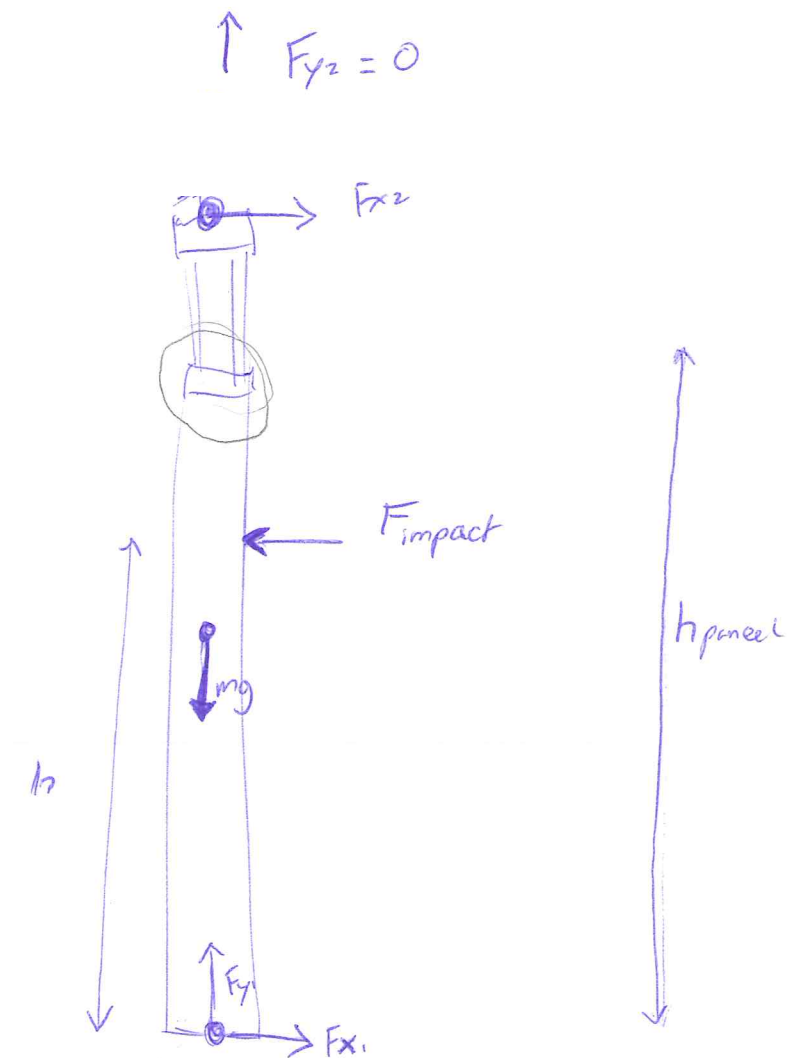
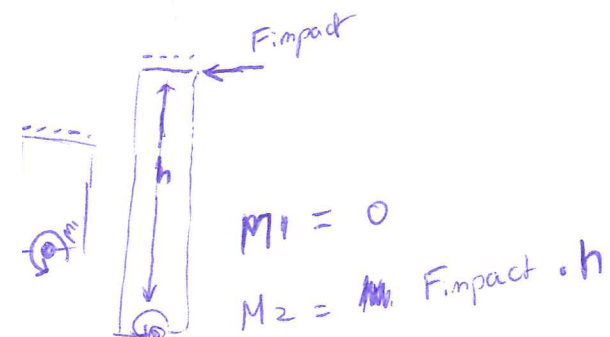
marge = hoogte

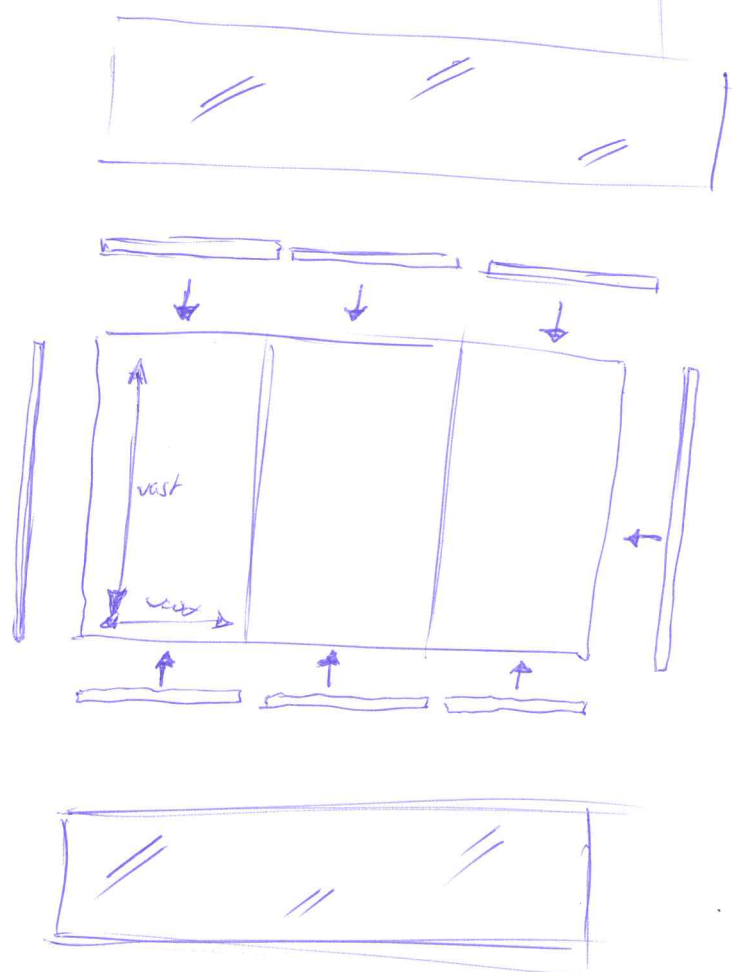
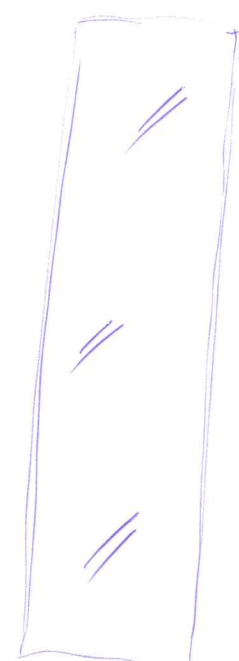
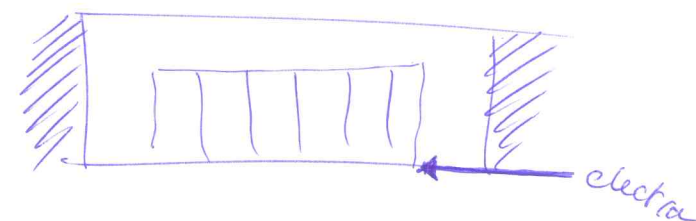
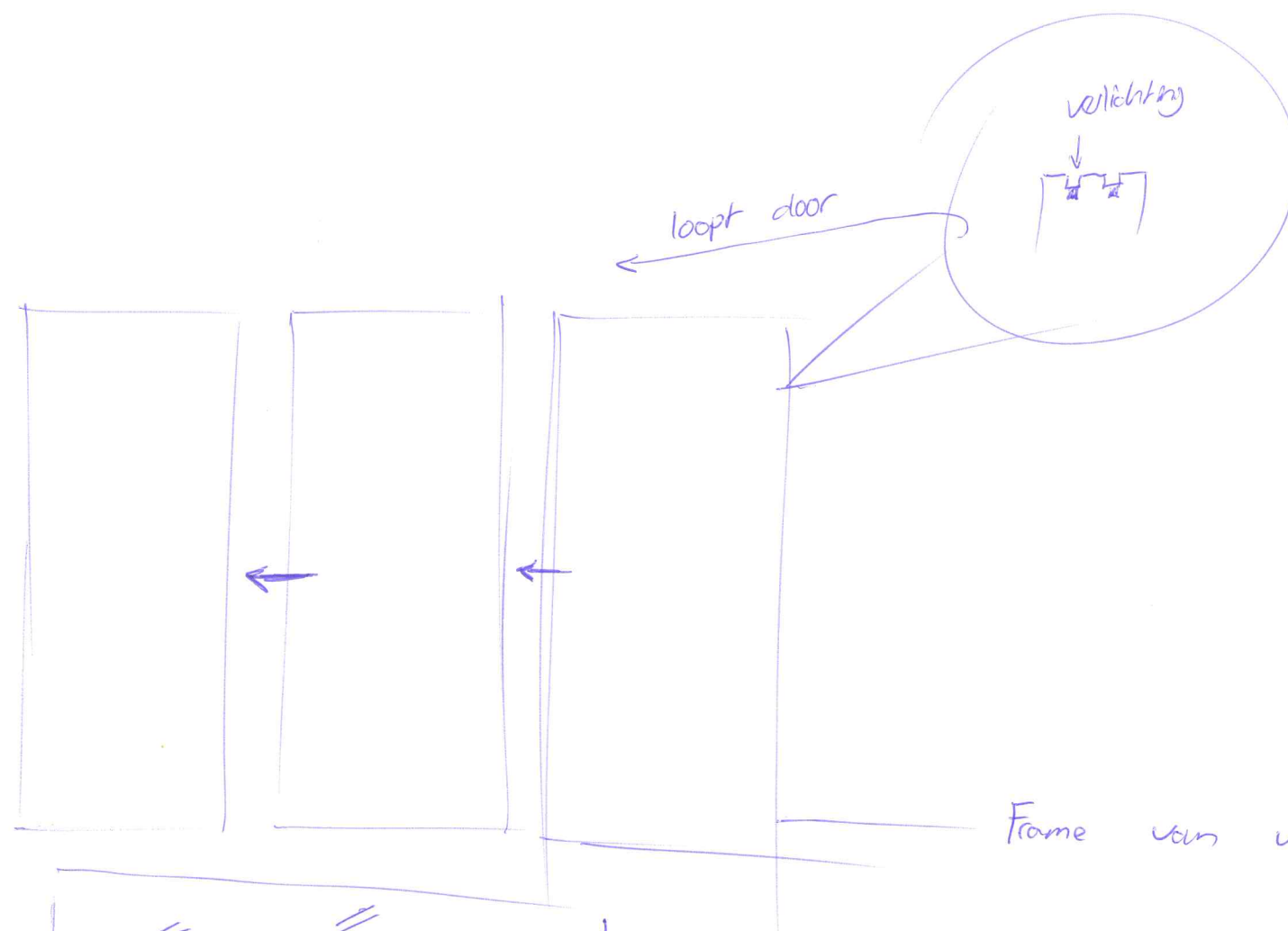
Bijlage B - Ideeschetsen



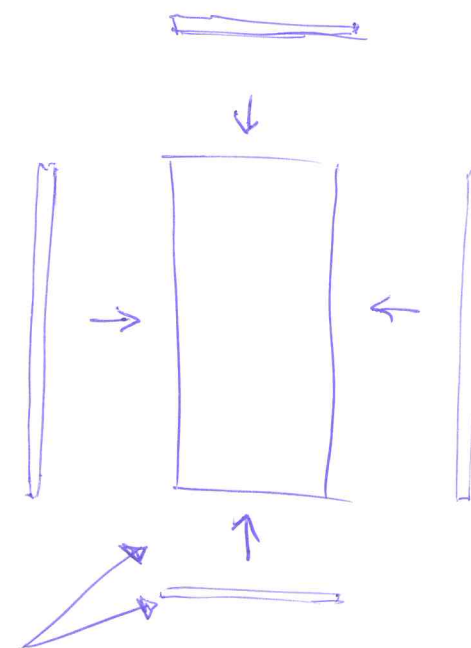
$$F_{y1} = m \cdot g$$

$$F_{x1} + F_{x2} = F_{\text{impact}}$$





meerdere panelen
vormen samen
één massa

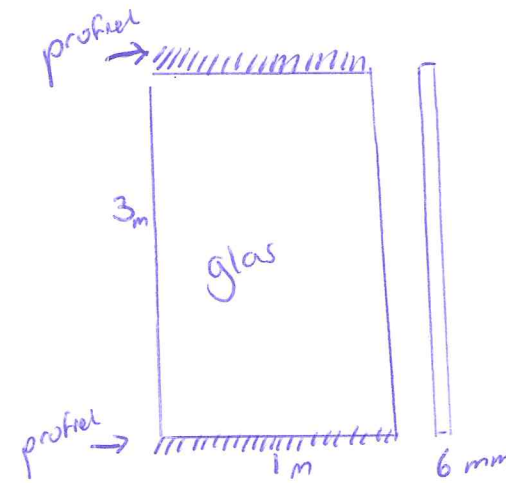


standaard afmetingen
dus standaard elementen

mogelijkheid tot toevoegen
van led elementen

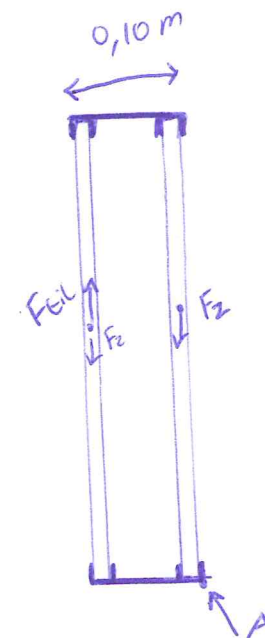
Bijlage C - Sterkte berekening glazen

mono-blok



$m = 90 \text{ kg max}$ per mono blok
 $m_{\text{glas plaat}} = 45 \text{ kg}$

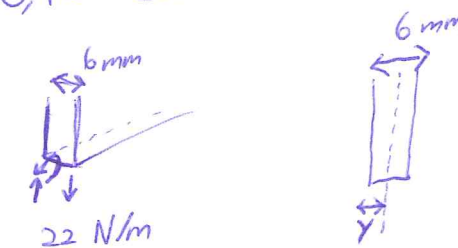
$m = p \cdot v$
 $45 = 2,5 \cdot (0,006 \cdot x^2)$
 $x^2 = 3,0 \text{ m}^2 = A$



~~...~~
 $F_2 = m \cdot g = 45 \cdot 9,81 = 441 \text{ N}$
 F_2 opgewogen door 2 profielen

dus:
 $\frac{1}{2} F_2 = 220 \text{ N}$

$M_A = 0,10 \cdot 220 = 22 \text{ N/m}$

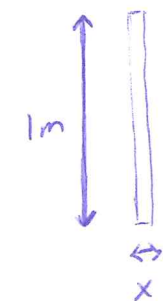
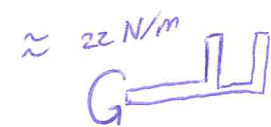


$I_2 = \frac{1}{12} b h^3 =$
 $= \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 0,006^3$
 $= 1,08 \cdot 10^{-7}$

$\sigma_{\text{max}} = \frac{M \cdot y}{I_2} = \frac{22 \cdot 0,003}{1,08 \cdot 10^{-7}} = 611.111 \text{ N/m}^2$

$\sigma_{\text{max glas}} = 33.000.000 \text{ N/m}^2 \rightarrow$

glas blijft heel!



$$y = \frac{1}{2}x$$

$$I_z = \frac{1}{12}bh^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot x^3$$

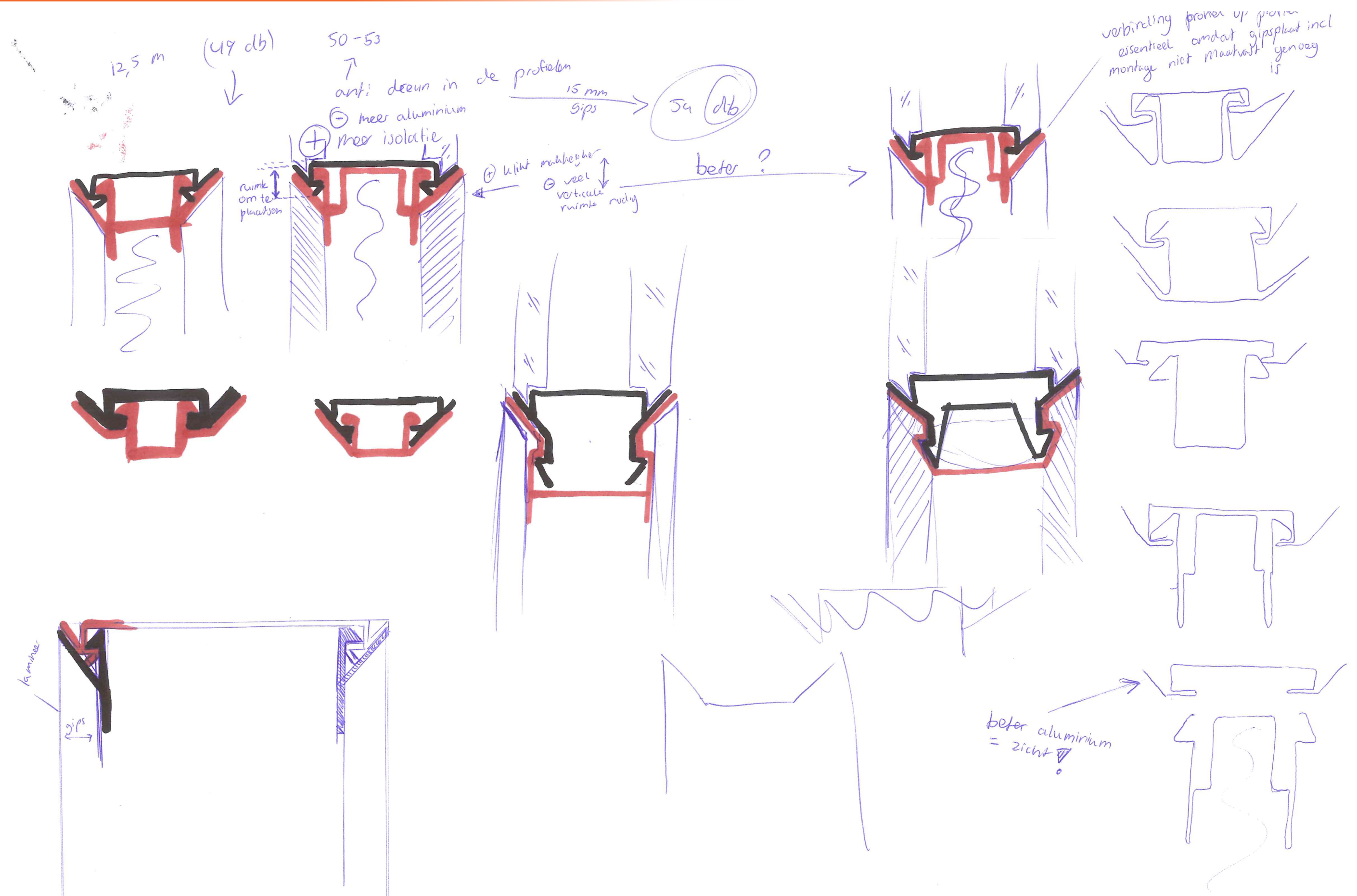
$$\sigma_{\max} = \frac{M \cdot y}{I_z} = \frac{22 \cdot \frac{1}{2}x}{\frac{1}{12}x^3} =$$

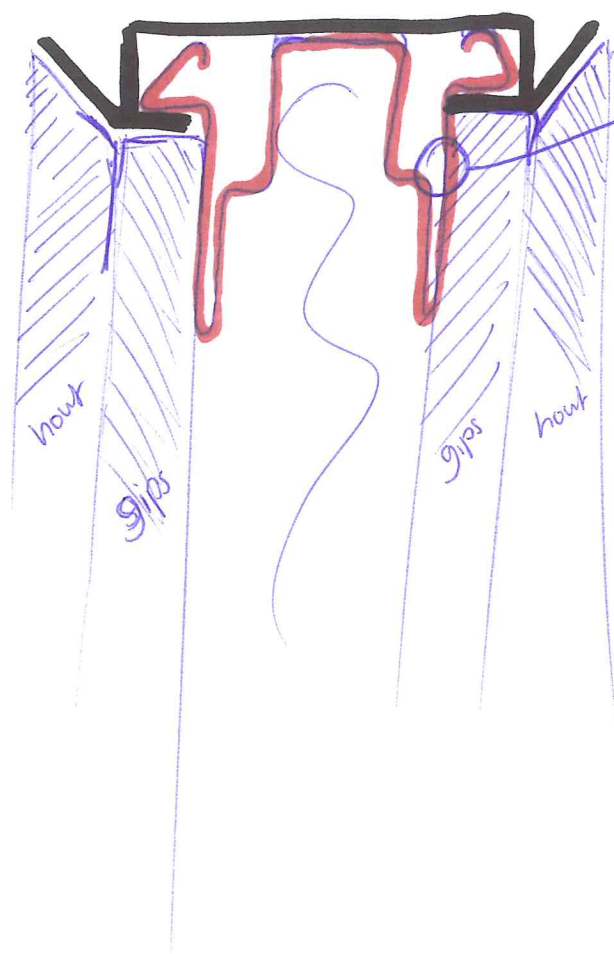
$$20.000.000 =$$

$$x = 2,6 \text{ mm} \quad \nabla = \text{dikte profiel}$$

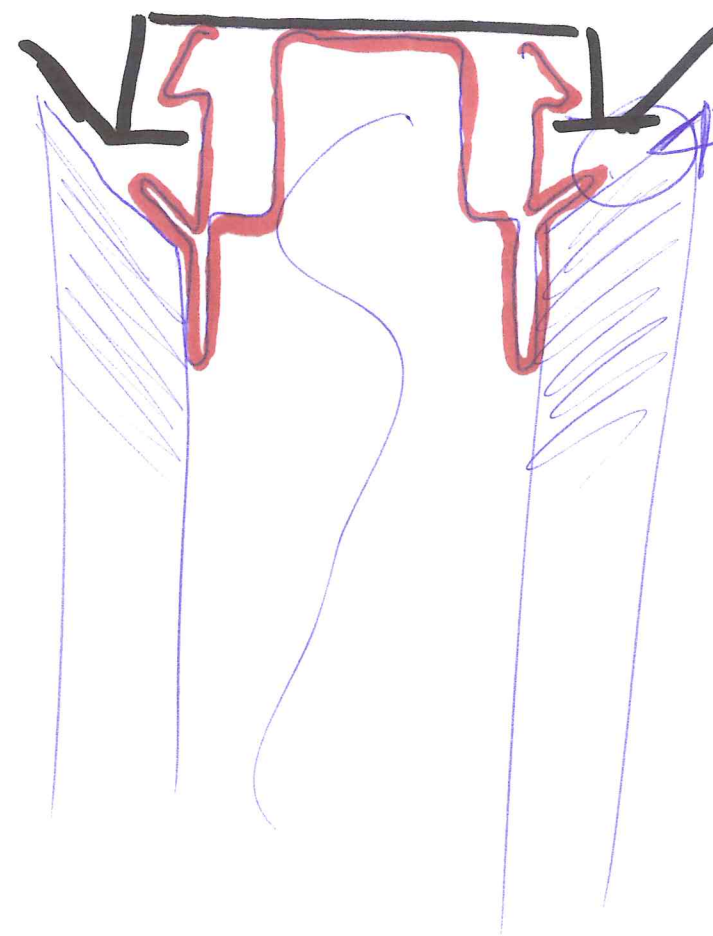
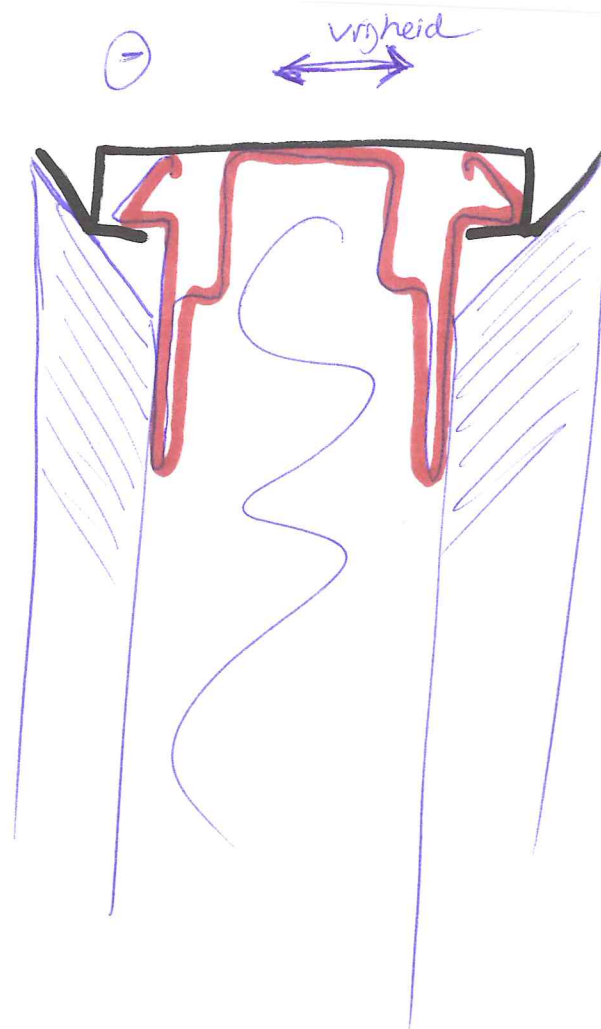
rekstens aluminium = $\sigma = 20.000.000 \text{ N/m}^2$

Bijlage D - Conceptuitwerking





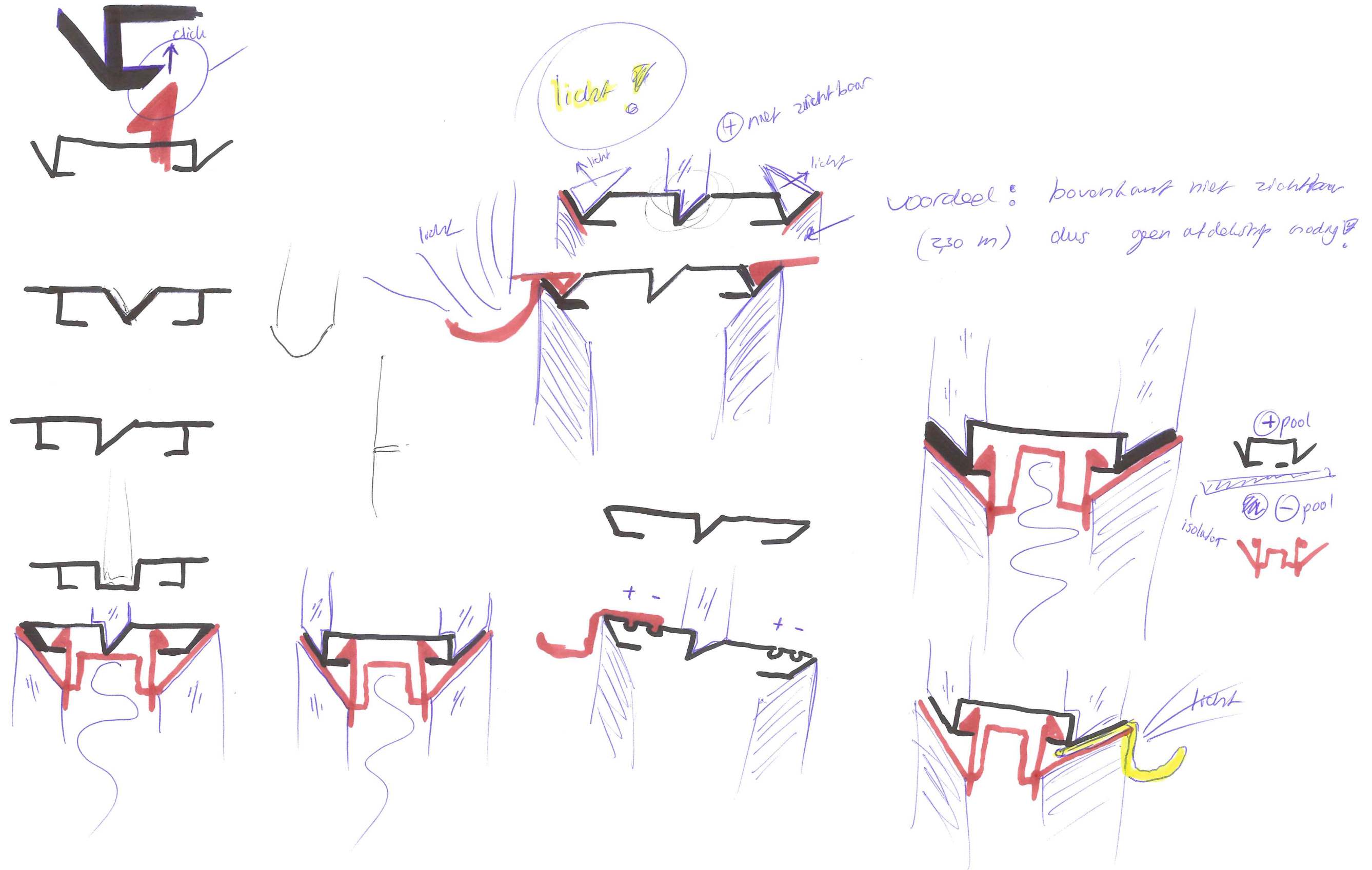
probleem



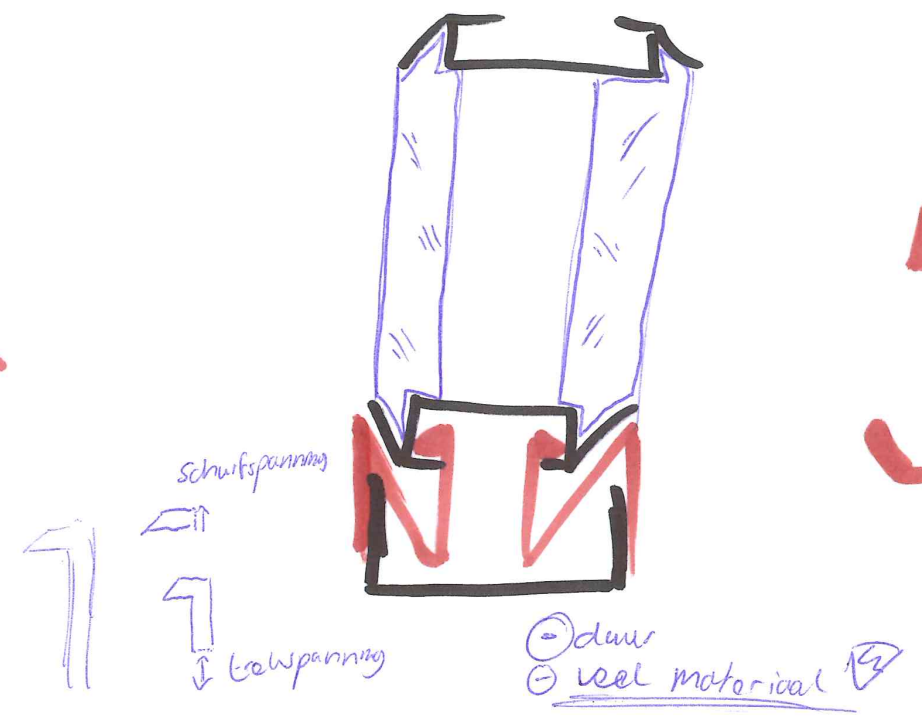
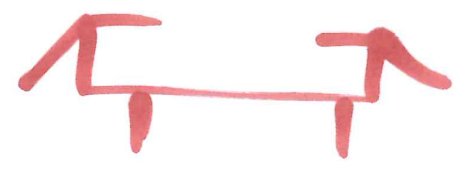
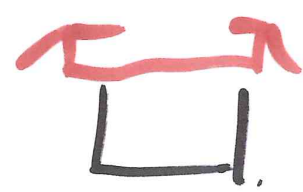
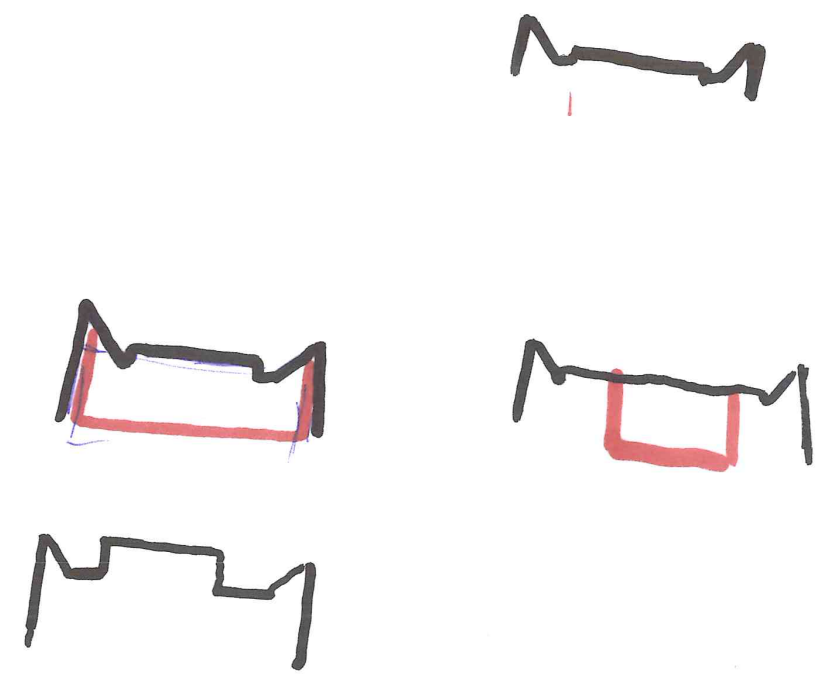
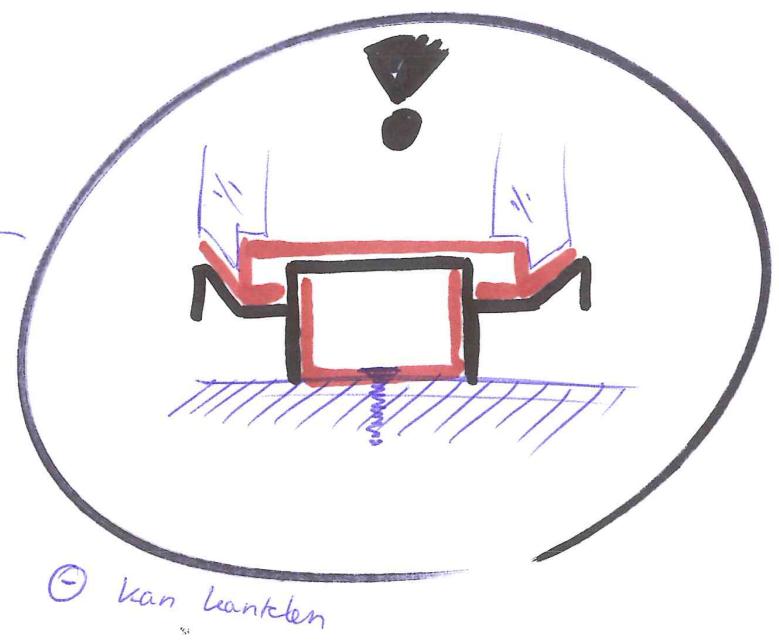
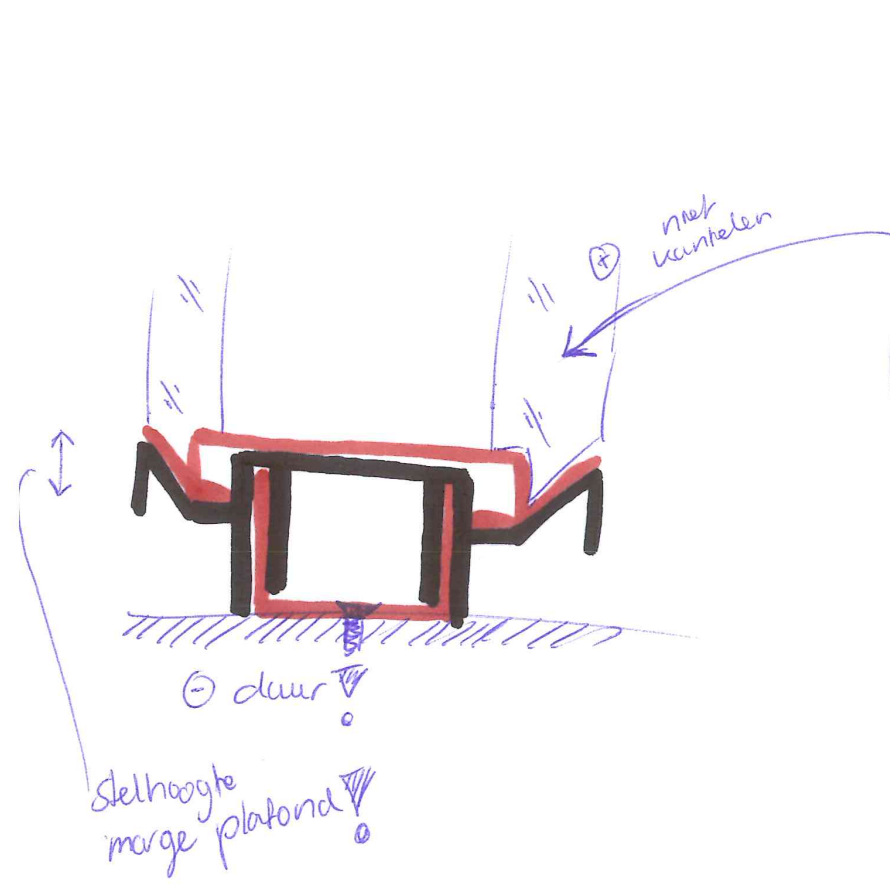
⊖ broekbare hoek
⊕ dubbel zichtbaar



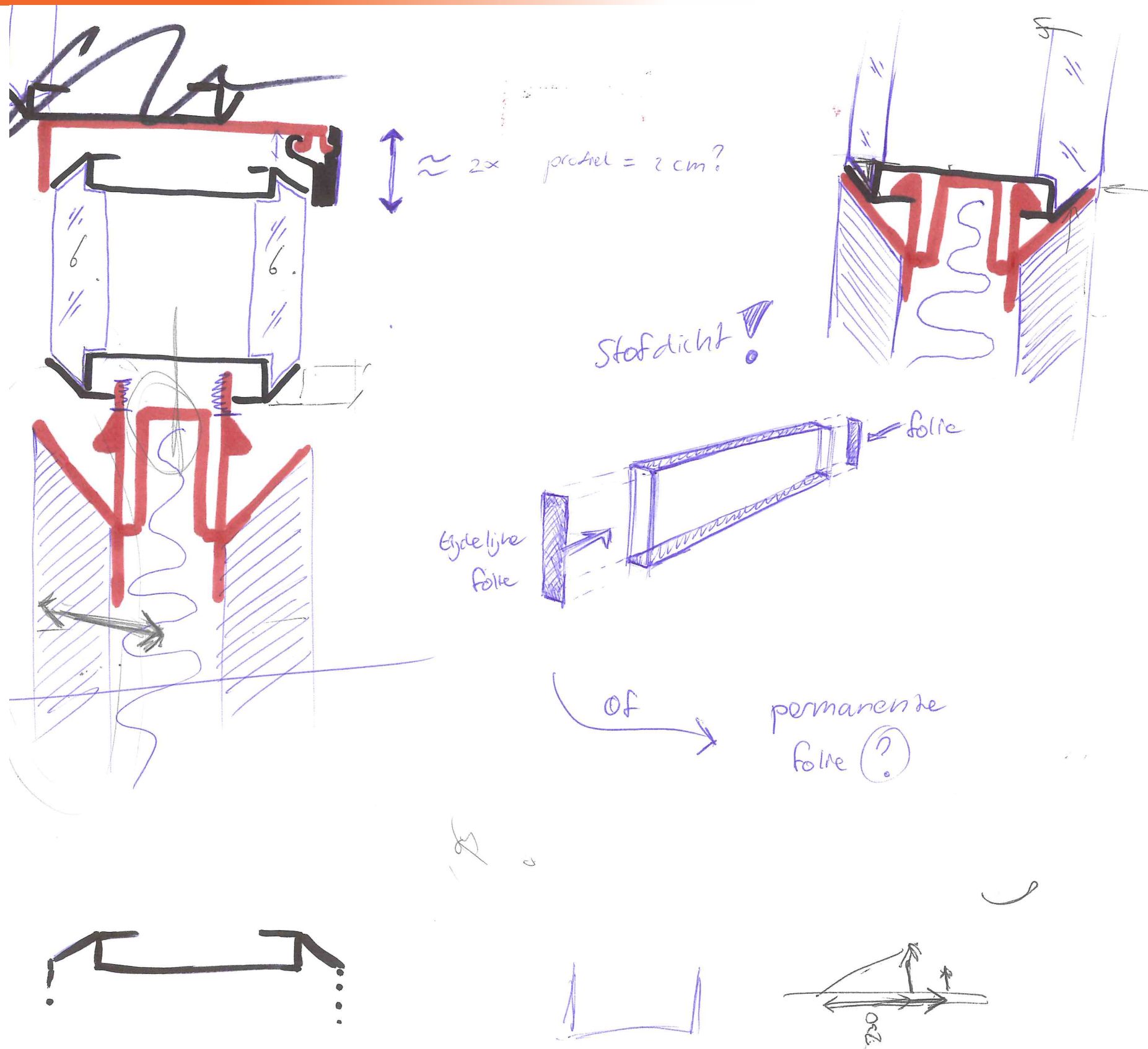
Bijlage D - Conceptuitwerking



Vloer profiel

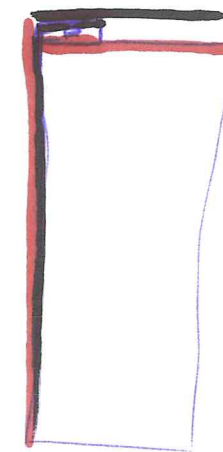
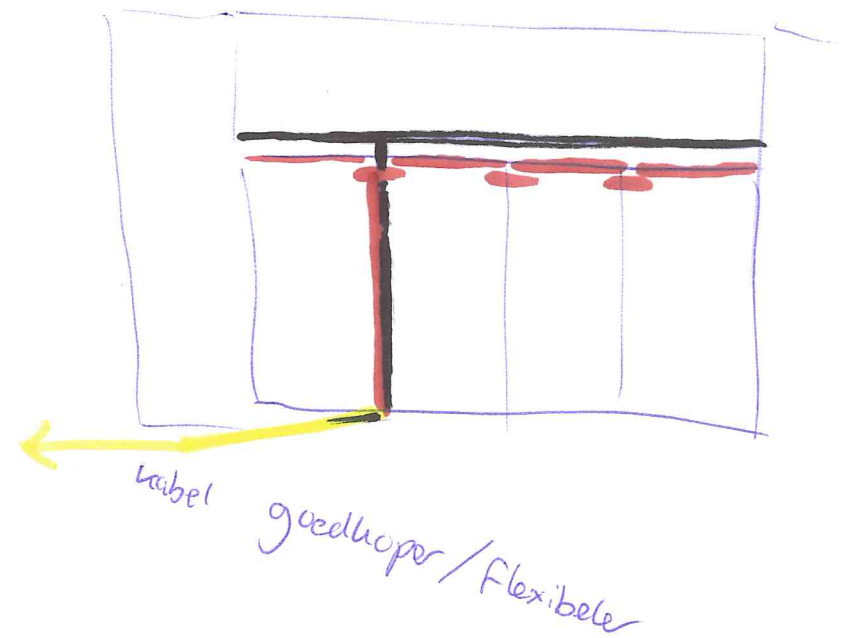
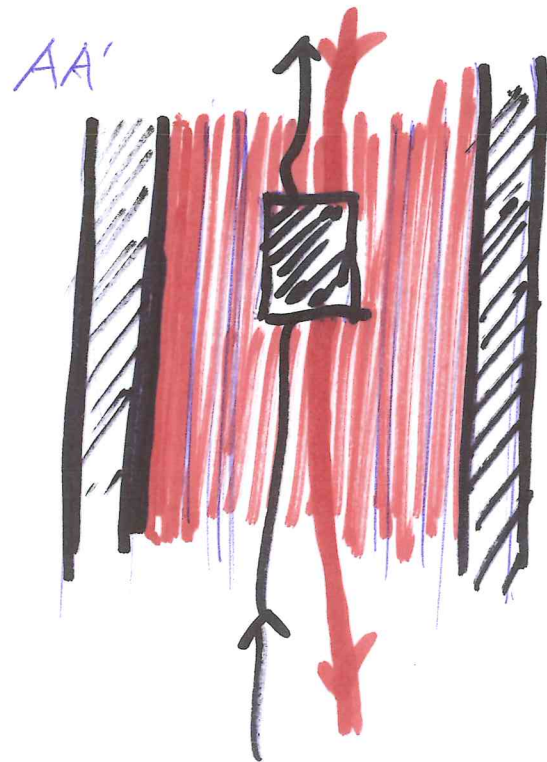
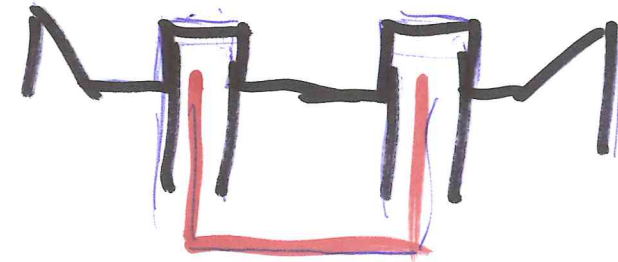
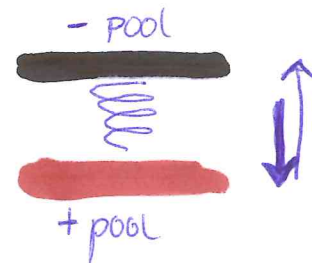
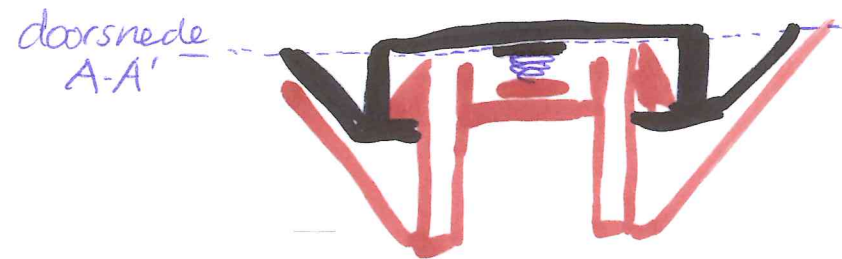


Bijlage D - Conceptuitwerking

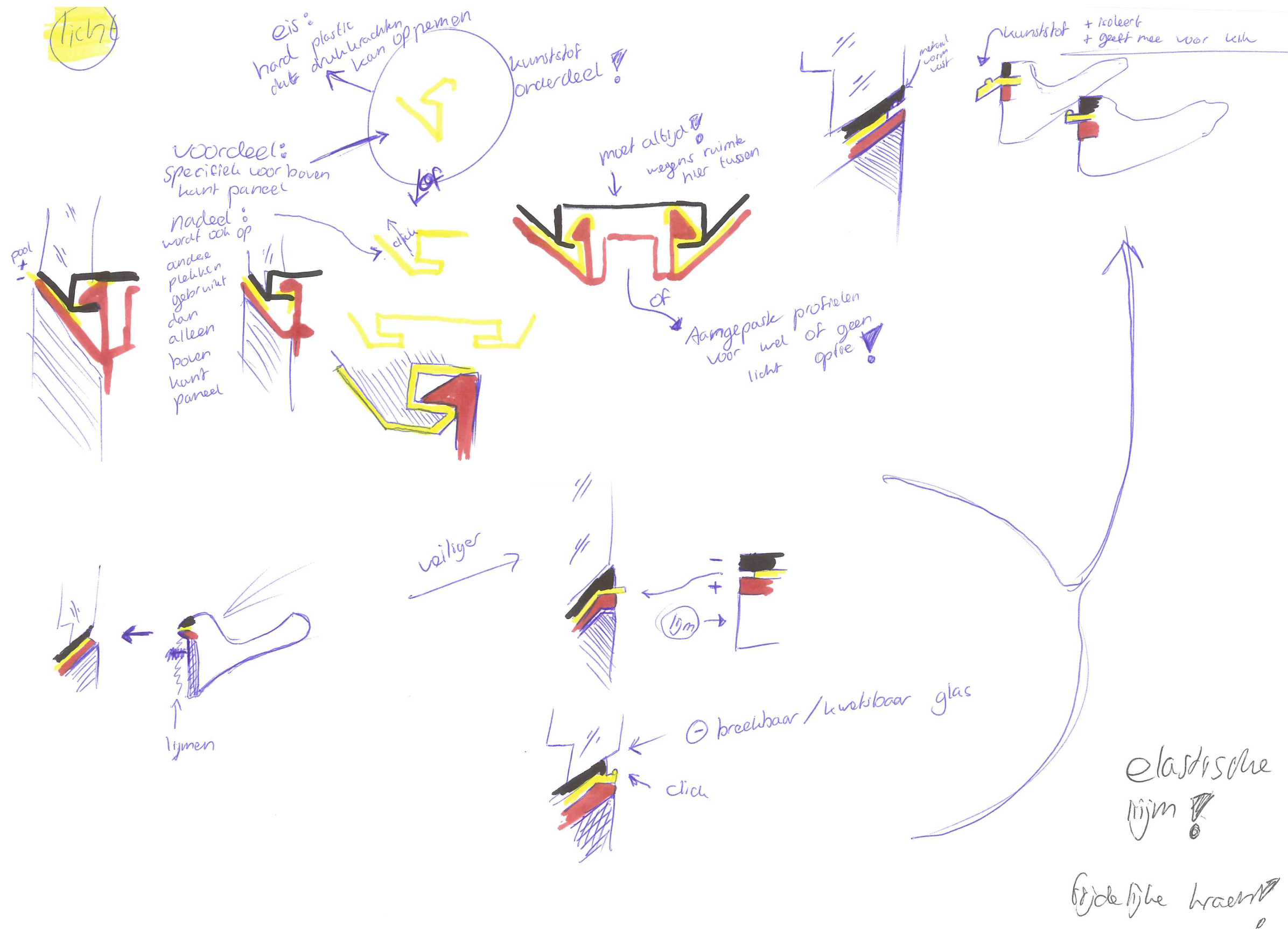


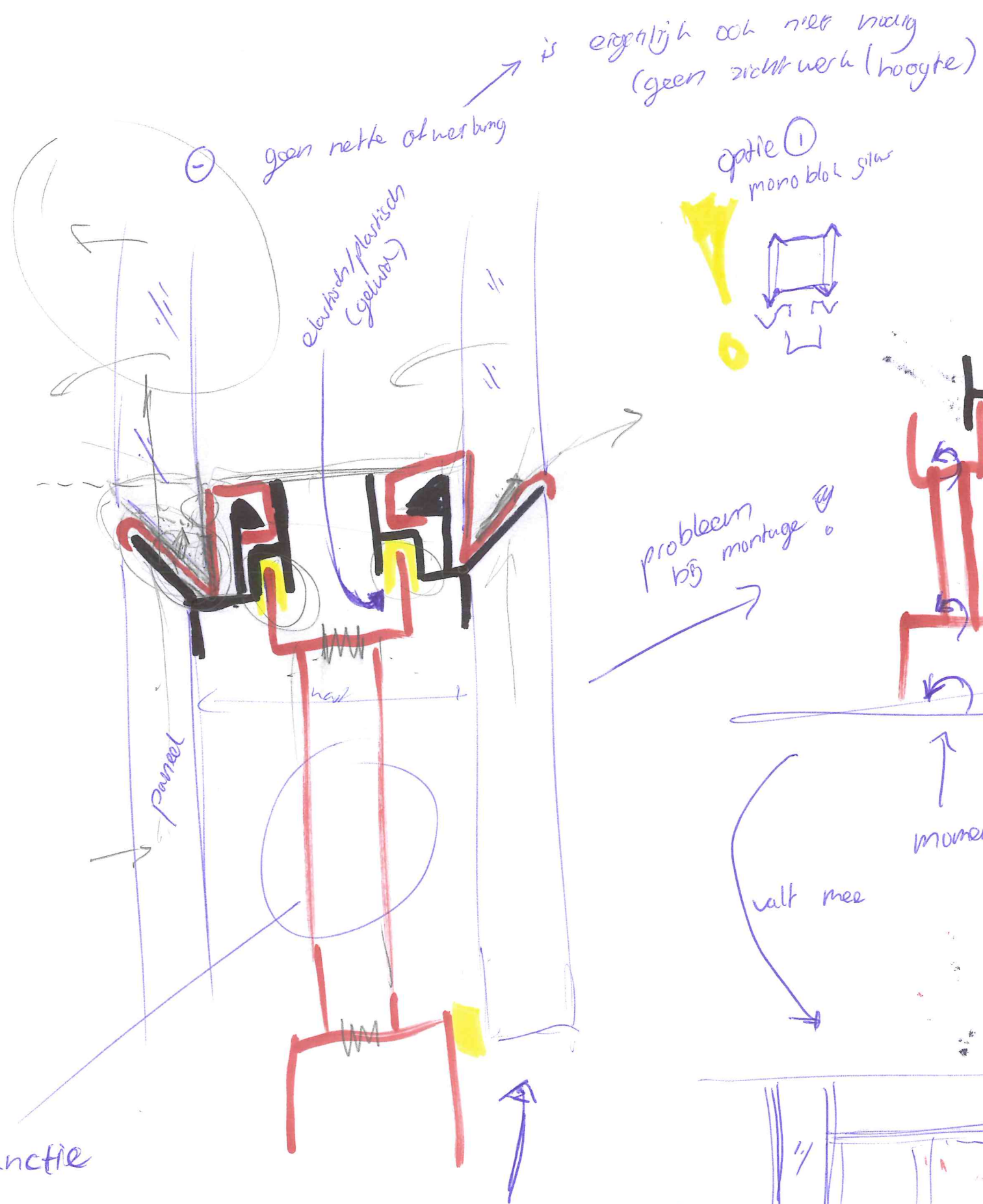
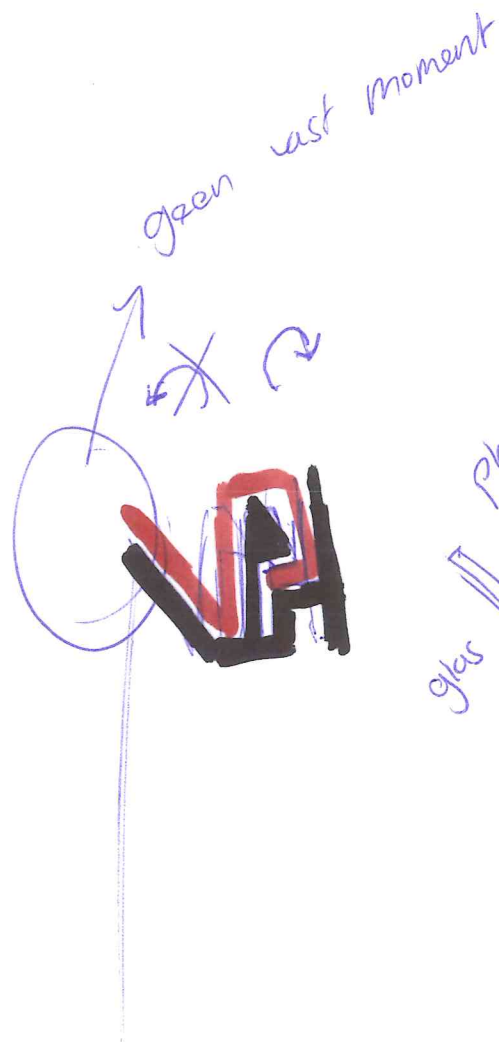
$$U = I \cdot R$$

↓ laag (goede geleider)



Bijlage D - Conceptuitwerking

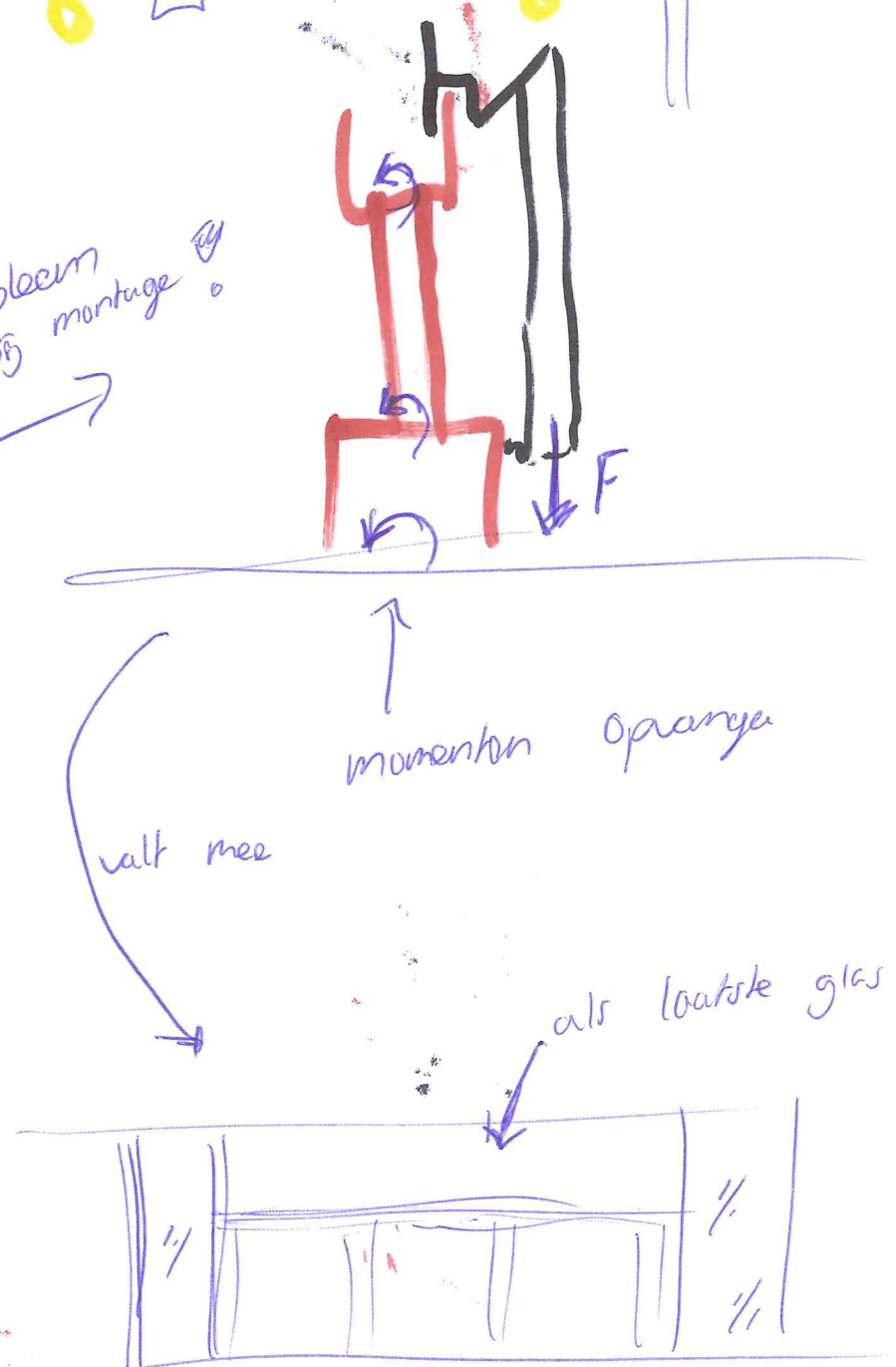




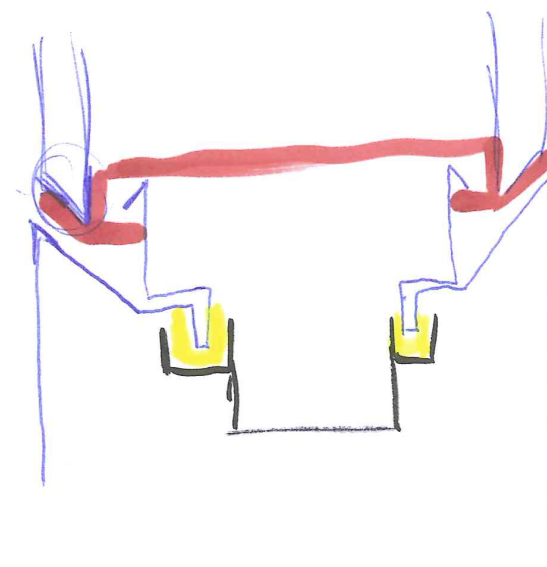
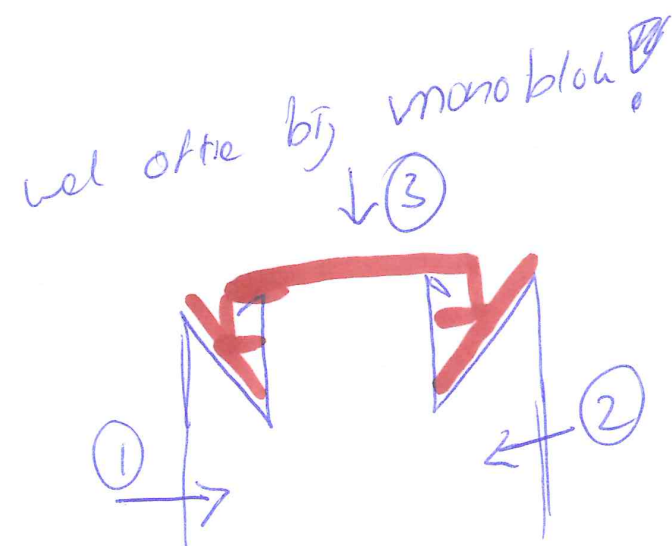
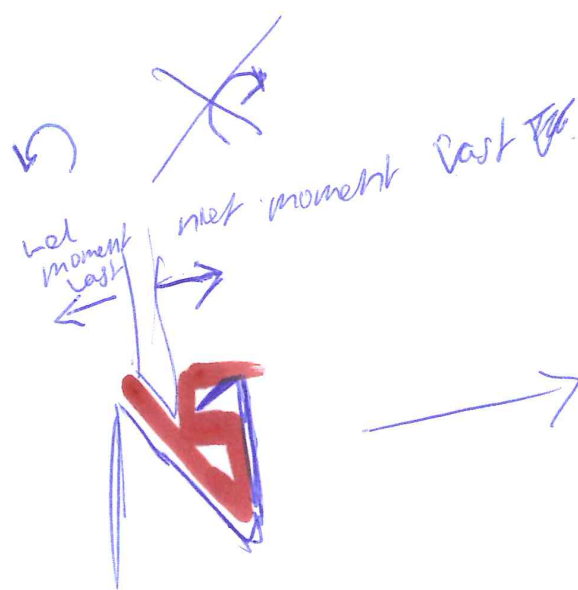
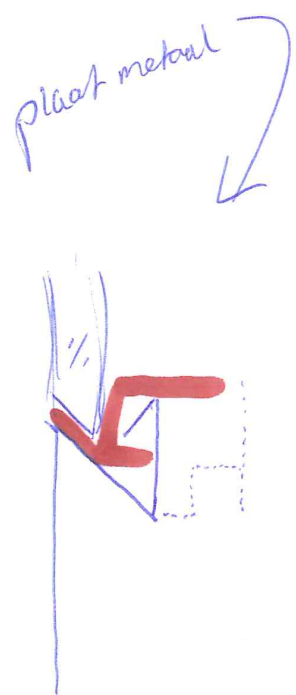
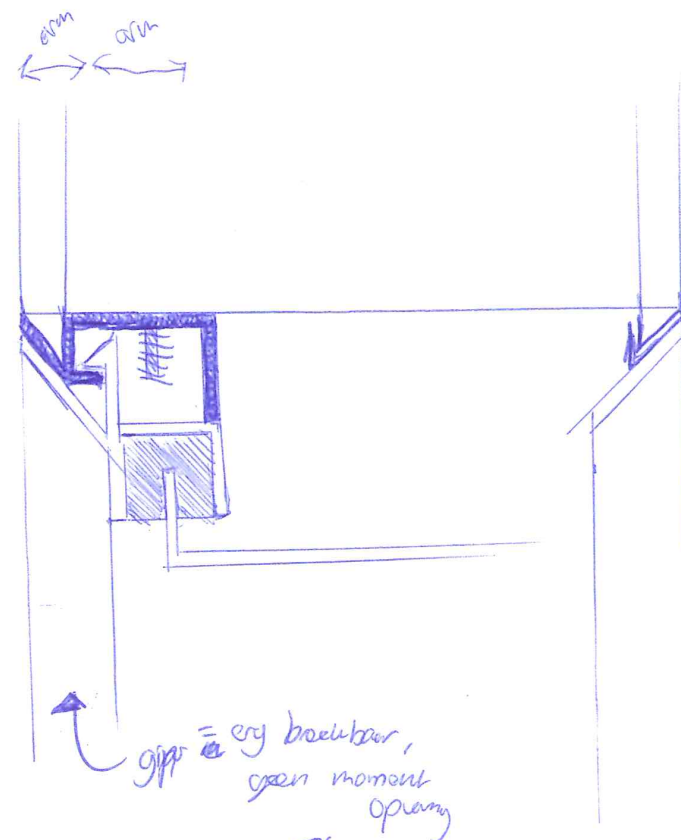
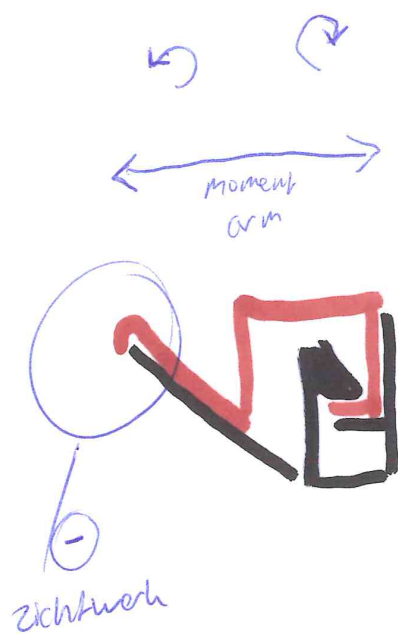
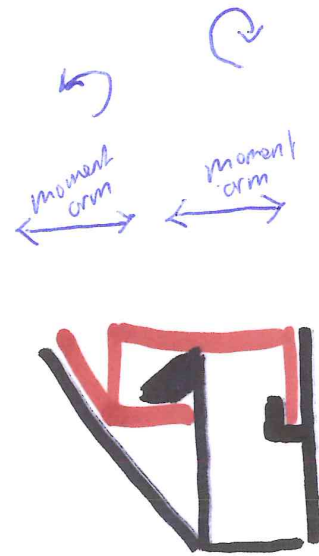
enige functie =
↓ verticale krachten

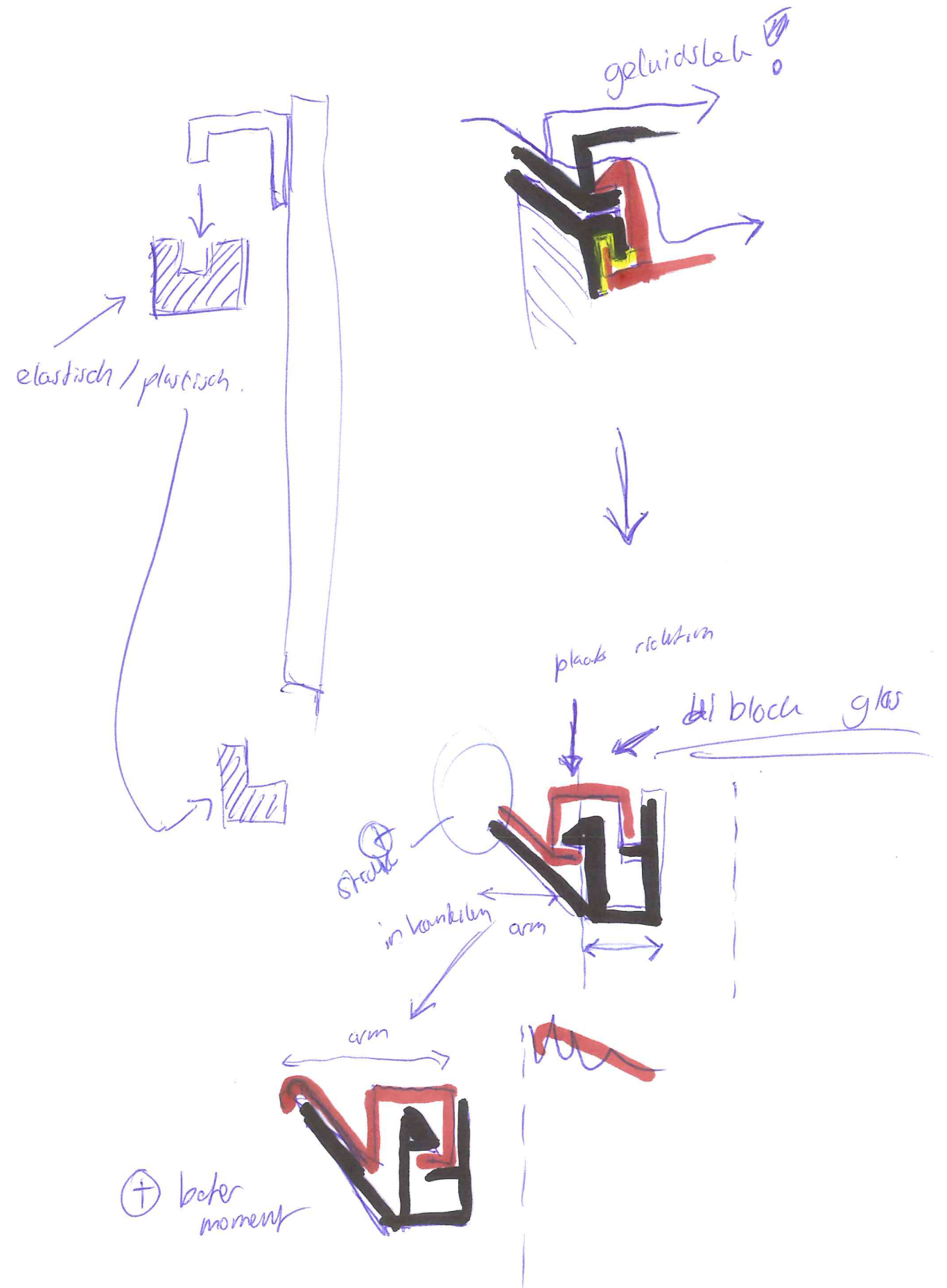
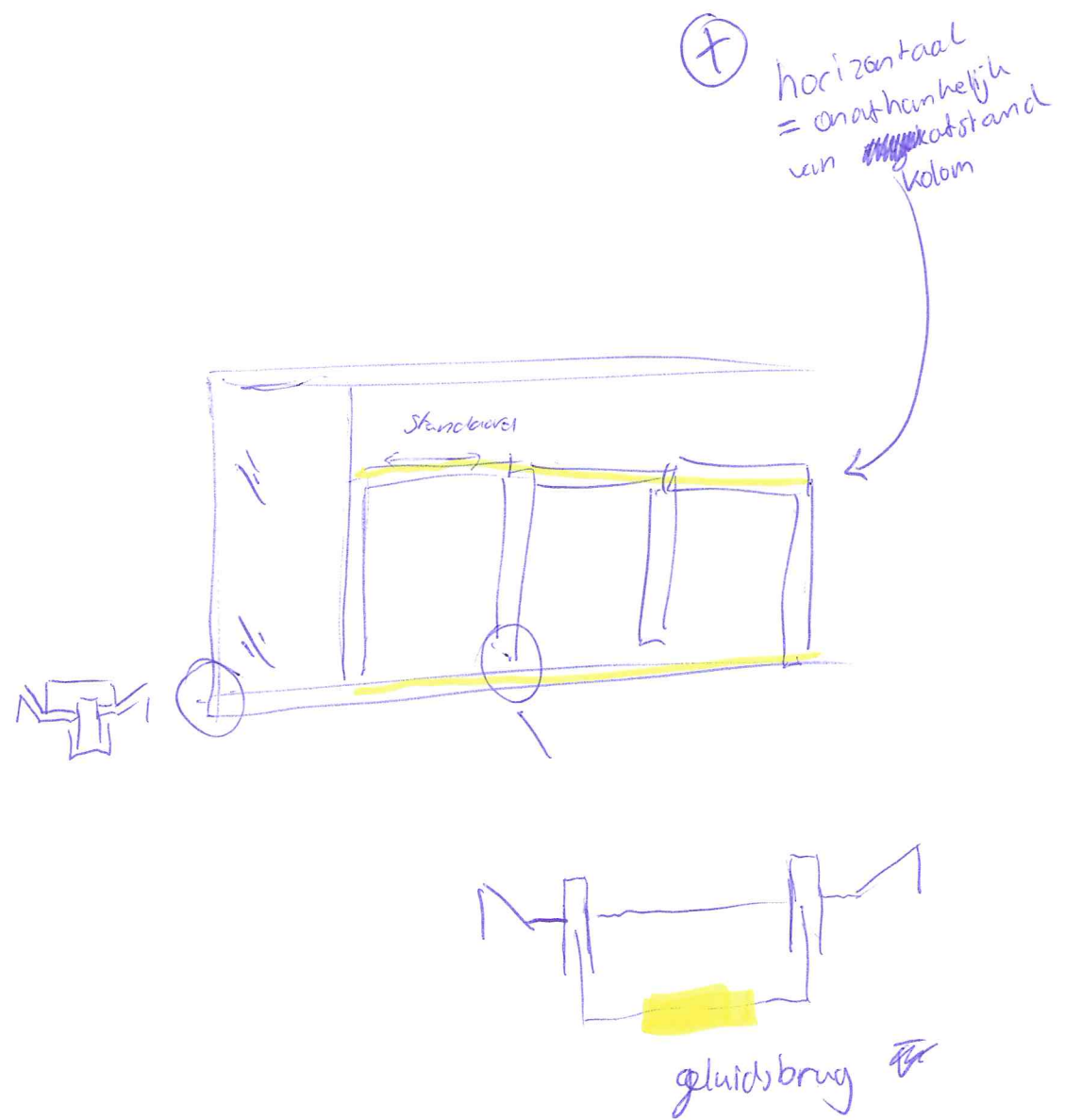
moment wordt opgevangen door 1 kant

geen niet moment vast

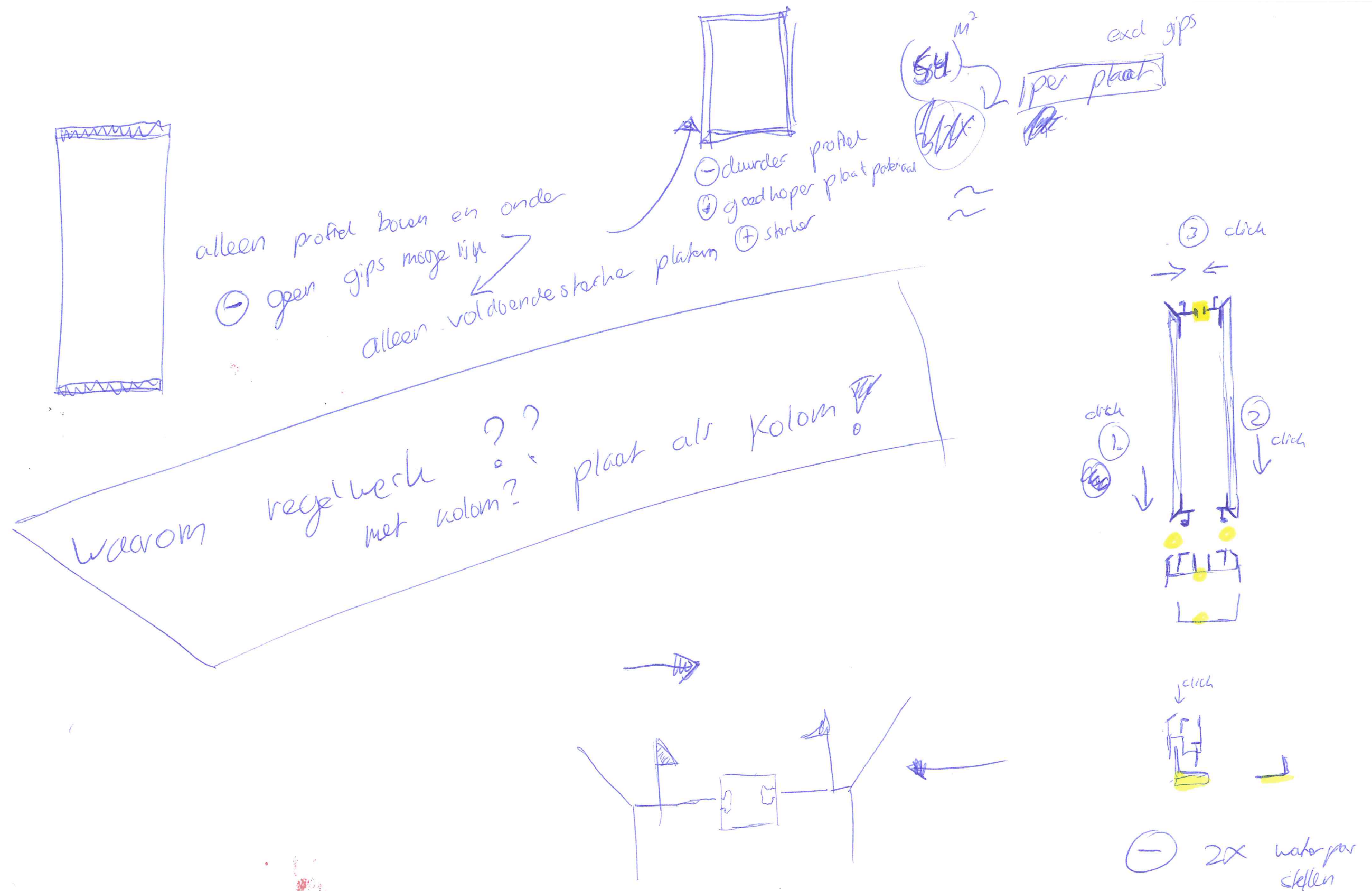


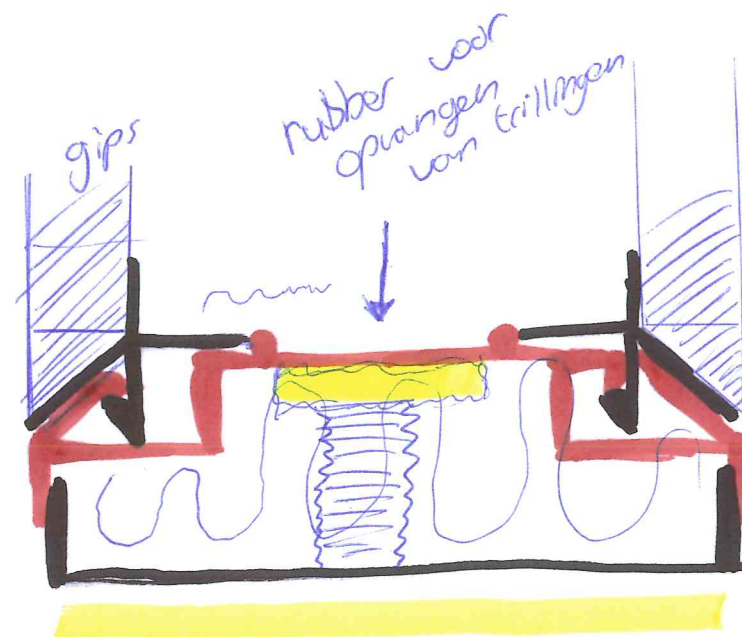
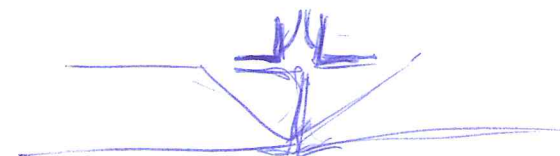
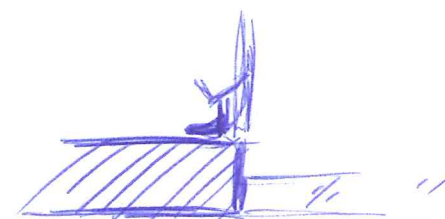
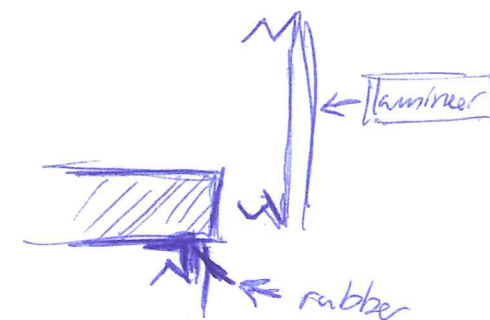
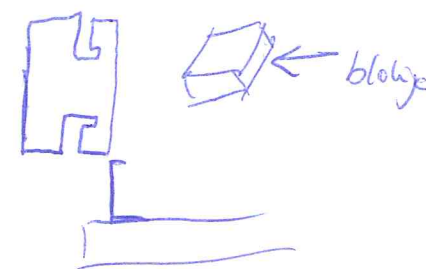
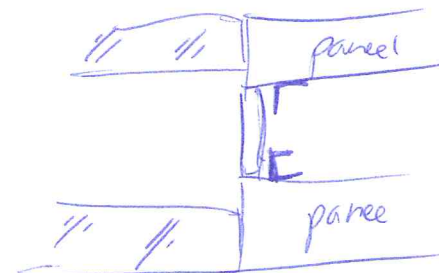
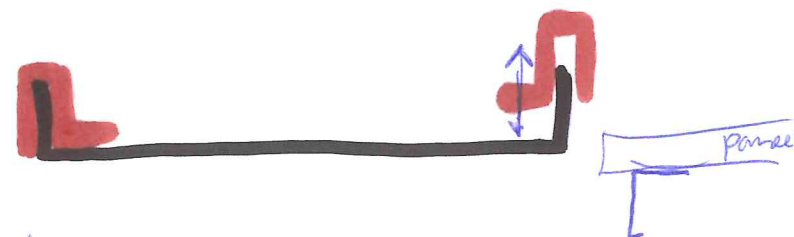
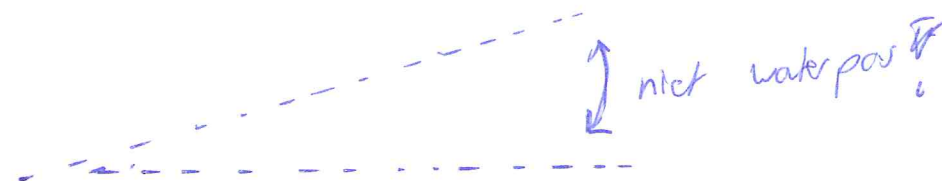
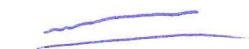
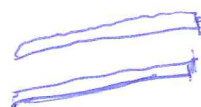
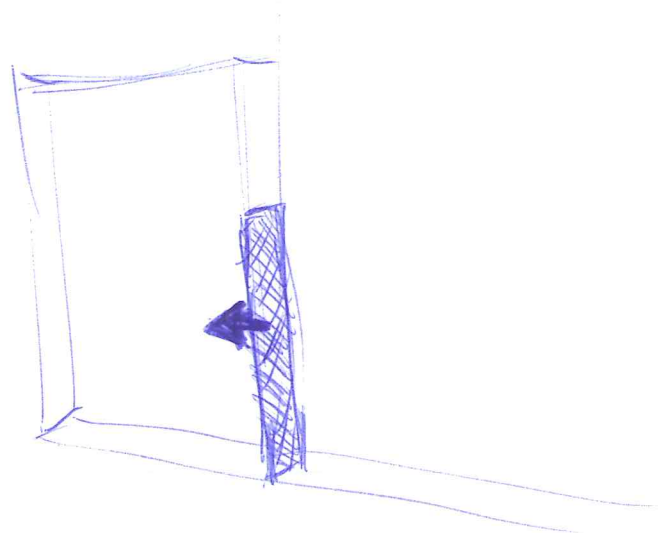
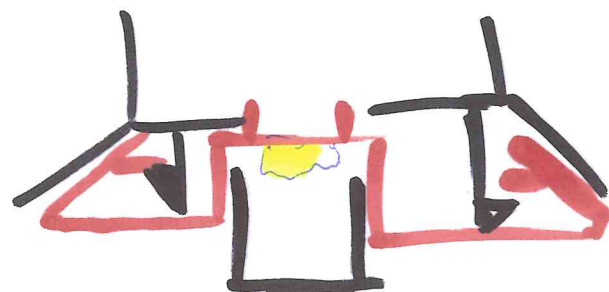
Bijlage D - Conceptuitwerking



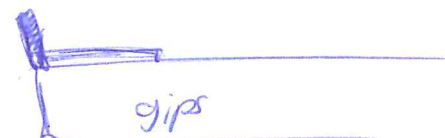


Bijlage D - Conceptuitwerking





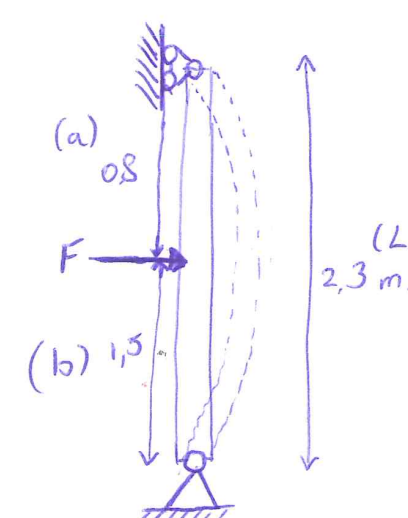
→ mogelijk!



Bijlage E - Krachten valsituatie + massatraagheidsmomenten

Krachten op een persoon

$v_{\text{persoon}} = 5 \text{ km/h} = 1,4 \text{ m/s}$
 $m_{\text{persoon}} = 80 \text{ kg}$
 max toegestane doorbuiging = $0,05 \text{ m}$ (schatting)
 constante versnelling (aanname)
 $v_e^2 = v_0^2 + 2a(st - s_0)$
 $0 = 1,4^2 + 2a(0,05)$
 $a = 19,6 \text{ m/s}^2$
 $F = m \cdot a$
 $F = 80 \text{ (kg)} \cdot 19,6 \text{ (m/s}^2\text{)} = 1568 \text{ N}$



Max moment =

$$M = \frac{F \cdot a \cdot b}{L}$$

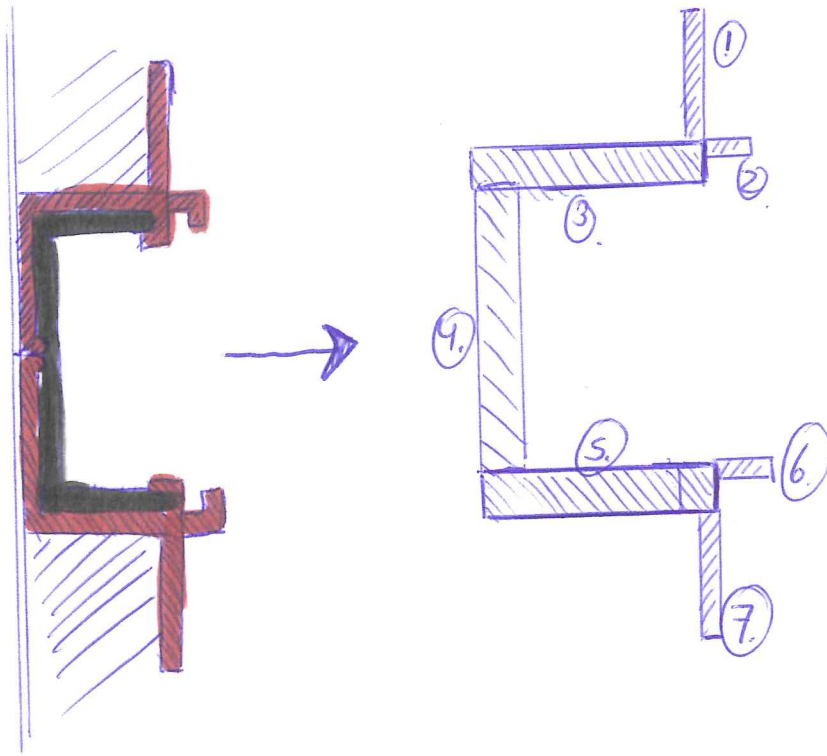
$$M = \frac{1568 \cdot 0,8 \cdot 1,5}{2,3} = 818 \text{ N/m}$$

doorbuiging $f = \frac{5ML^2}{48EI}$

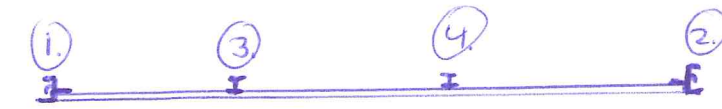
$$0,05 = \frac{5 \cdot 818 \cdot 2,3^2}{48 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot I}$$

$$I = 4,3 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \leftarrow \text{minimaal benodigde oppervlakte traagheidsmoment voor doorbuiging } f.$$

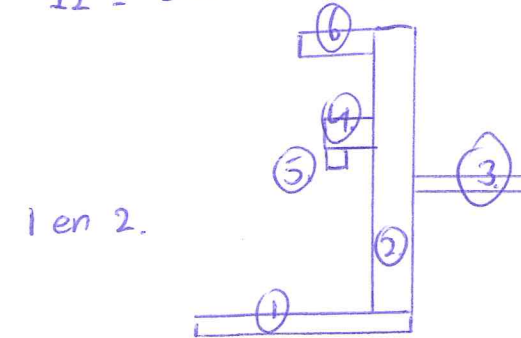
massatraagheidsmoment enkel paneel (met versteviging)
(krachten door één paneel opgerungen).



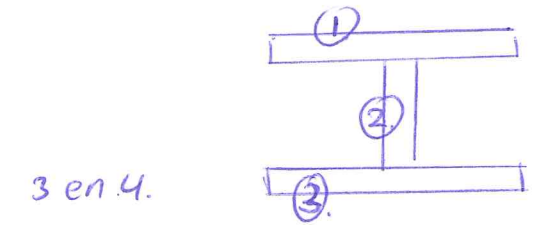
$$I_2 = 44220.6 \text{ mm}^4$$



$$I_2 = I_{21} + I_{22} + I_{23} + I_{24}$$



1 en 2.



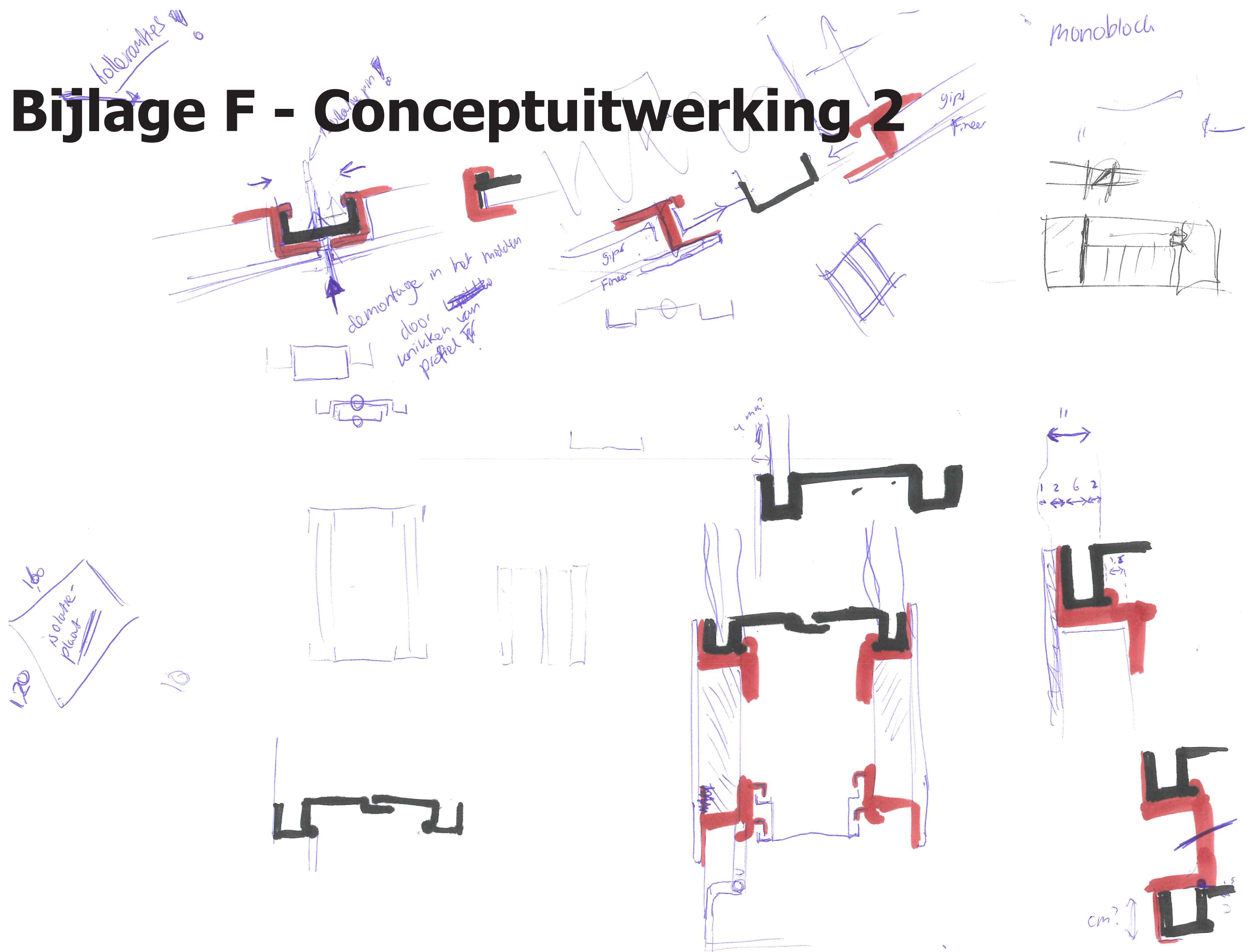
3 en 4.

$$\sigma_{\max} = \frac{M \cdot y}{I_2} = \frac{818 \cdot 0.019}{44616 \cdot 10^{-12}} = 349 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \sigma_{\max} \approx 250 \text{ N/mm}^2$$

element	x	y	vanaf x-as			1/12 xy^3	y-yi	
			Ai (mm^2)	yi (mm)	Aiyi (mm^3)	lxi	di (mm)	Aidi^2
1	15	1	15	15.5	232.5	1.25	1.593548	38.09095
2	1	3	3	38.5	115.5	2.25	-21.4065	1374.709
3	3	39	117	19.5	2281.5	14829.75	-2.40645	677.5481
4	20	2	40	1	40	13.33333	16.09355	10360.09
5	3	39	117	19.5	2281.5	14829.75	-2.40645	677.5481
6	1	3	3	38.5	115.5	2.25	-21.4065	1374.709
7	15	1	15	15.5	232.5	1.25	1.593548	38.09095
			310		5299	29679.83		14540.79
y=	17.0935							
Ix = Ixi + Aidi^2								
Ix=	44220.6							

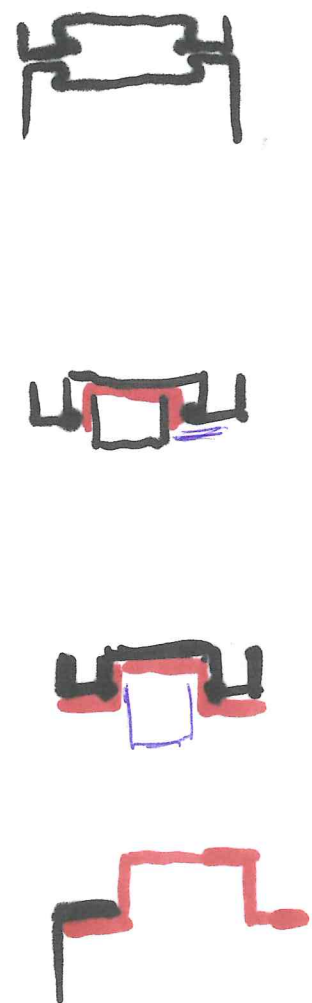
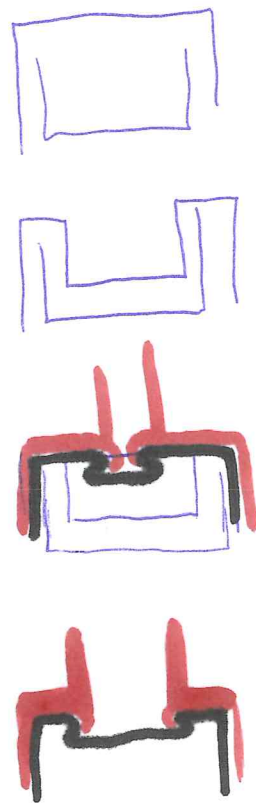
element	x	y	vanaf x-as			1/12 xy^3	y-yi	
			Ai (mm^2)	yi (mm)	Aiyi (mm^3)	lxi	di (mm)	Aidi^2
1.1	10	1	10	0.5	5	0.833333	18.62784	3469.965
1.2	2	22	44	11	484	1774.667	8.127841	2906.719
1.3	15	1	15	13	195	1.25	6.127841	563.2565
1.4	2	1	2	16.5	33	0.166667	2.627841	13.8111
1.5	1	1	1	15.5	15.5	0.083333	3.627841	13.16123
1.6	2	2	4	21	84	1.333333	-1.87216	14.01992
2.1	10	1	10	0.5	5	0.833333	18.62784	3469.965
2.2	2	22	44	11	484	1774.667	8.127841	2906.719
2.3	15	1	15	13	195	1.25	6.127841	563.2565
2.4	2	1	2	16.5	33	0.166667	2.627841	13.8111
2.5	1	1	1	15.5	15.5	0.083333	3.627841	13.16123
2.6	2	2	4	21	84	1.333333	-21	1764
3.1	15	2	30	14.5	435	10	4.627841	642.5073
3.2	2	20	40	25.5	1020	1333.333	-6.37216	1624.176
3.3	15	2	30	36.5	1095	10	-17.3722	9053.757
4.1	15	2	30	14.5	435	10	4.627841	642.5073
4.2	2	20	40	25.5	1020	1333.333	-6.37216	1624.176
4.3	15	2	30	36.5	1095	10	-17.3722	9053.757
			352		6733	6263.333		38352.73
y=	19.1278							
Ix = Ixi + Aidi^2								
Ix=	44616.1 (mm^4)							

Bijlage F - Conceptuitwerking 2

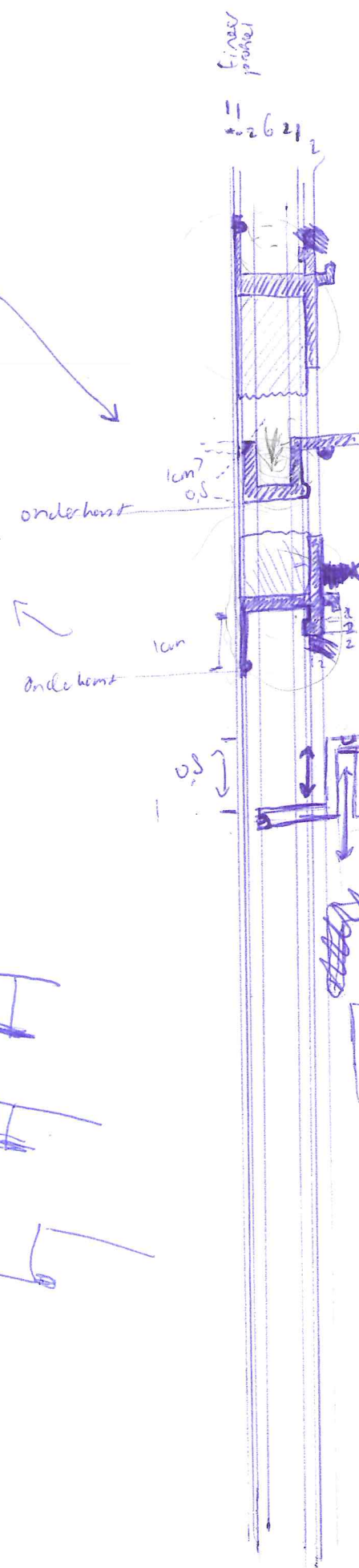
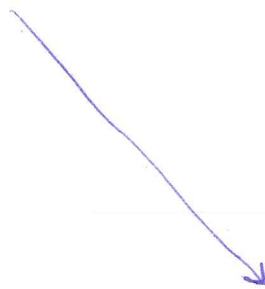


3m
150
20

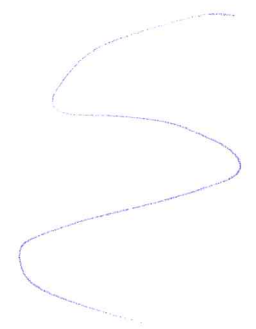
gafing
door baring



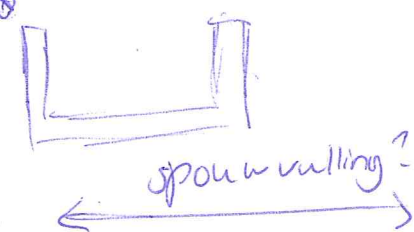
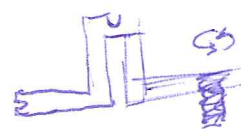
48 interne
38 35 32
avg 3/m 50 db
48 interne
u =
(38) (12) (46)
dubbel glas



38 db
enkel glas



van
mouw
opring



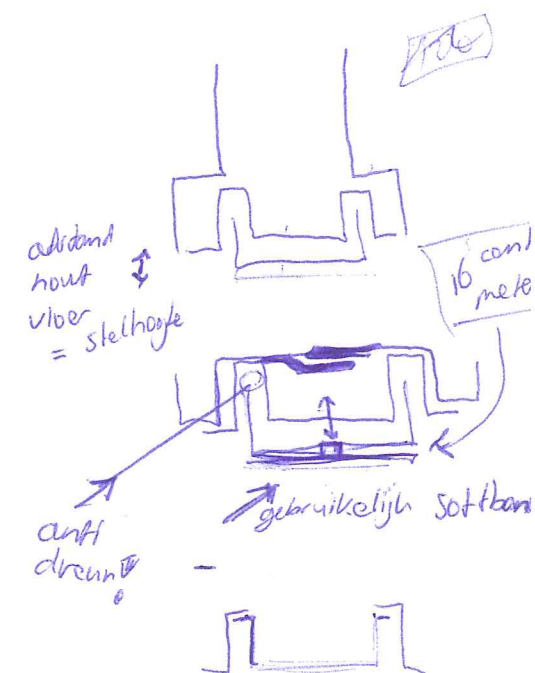
deletatie te
duur ? ? ?
o o o

212 62 11
pasief

100
280
2,3m²
x
35 euro
= 80 euro

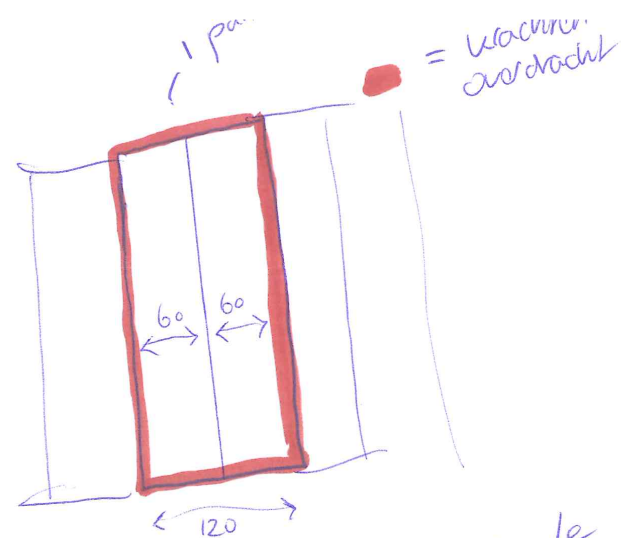


Finer = 0,75 mm
(zie foto)
↓
met lijn
1 mm

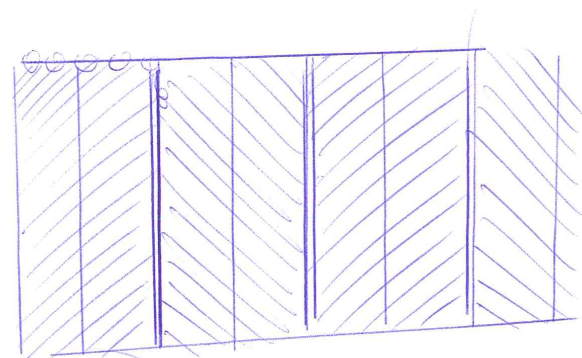
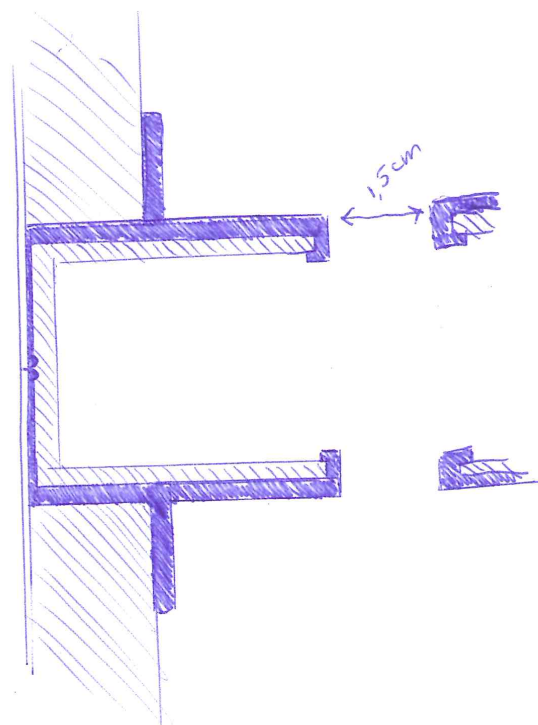


Bijlage F - Conceptuitwerking 2

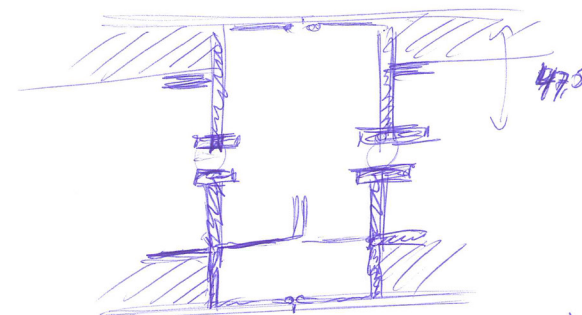
alleen
eindige
elementen
methode!



niet zo simpel
berekenen als
kolom te
enkele



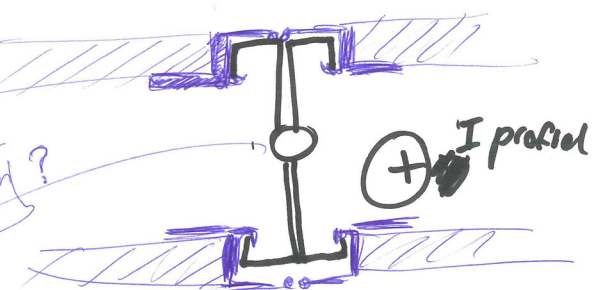
oplossing!
Rubber element!

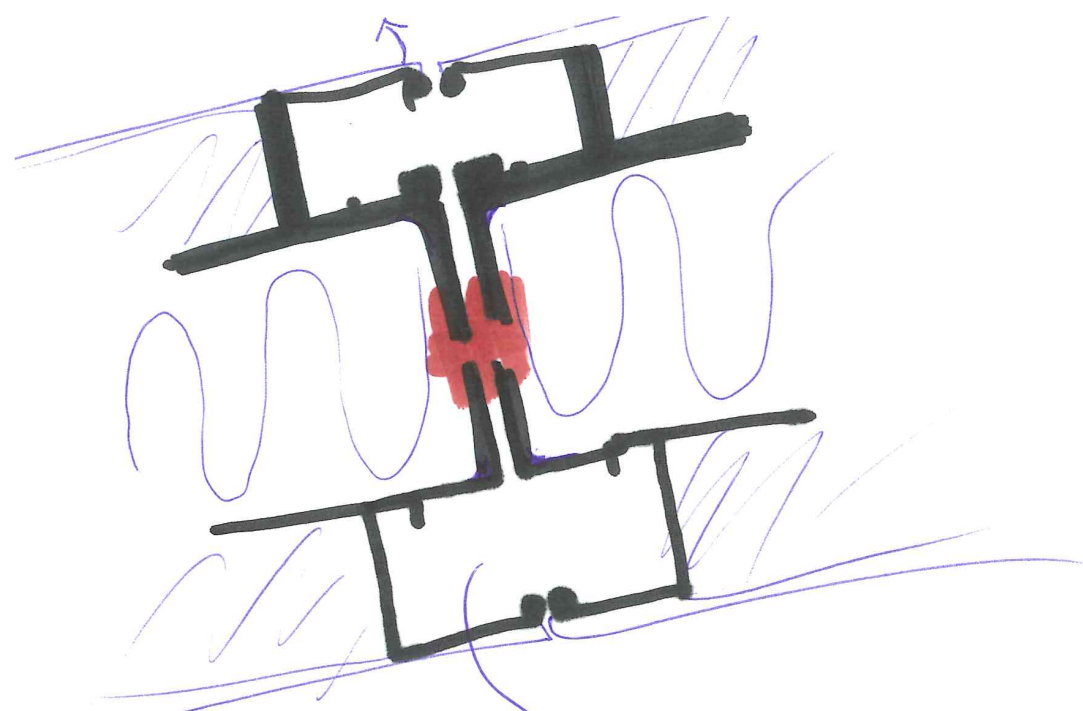
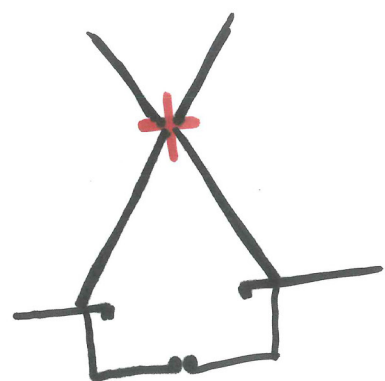
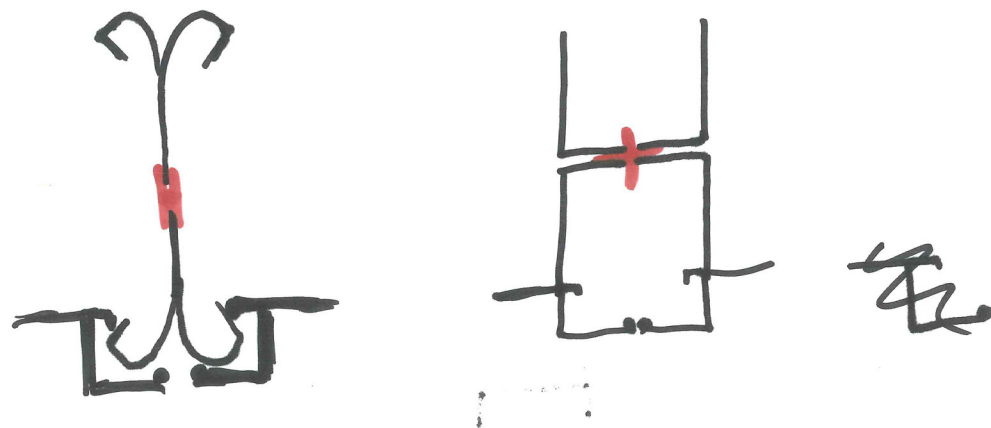
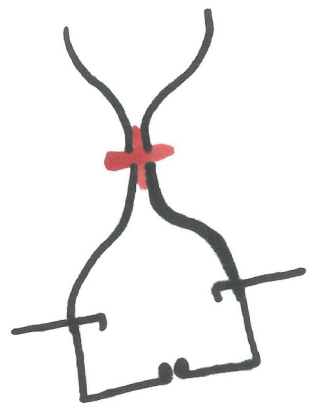


$$95 \text{ mm} / 2 = 47,5$$

VS

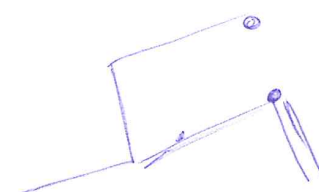
het of
rubber
geeft?





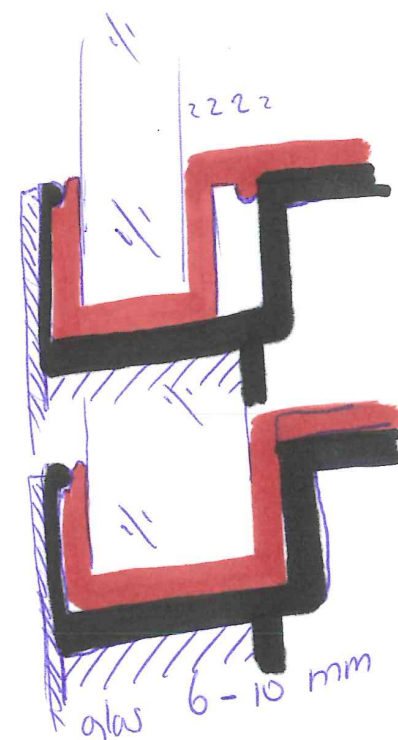
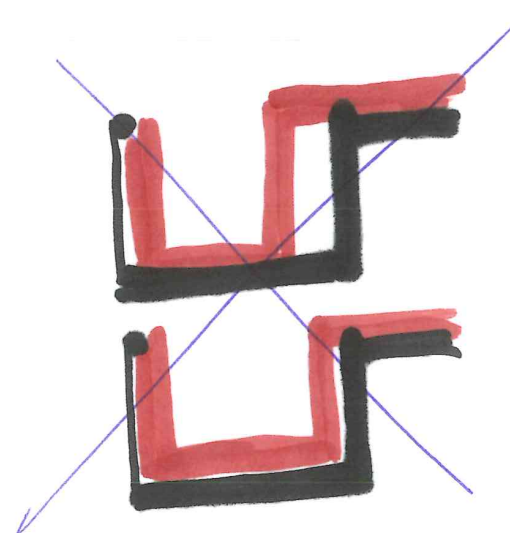
gipsplaat kosten ?
 € 3,30 / m² ?
 (waarschijnlijk goedkoper)

90



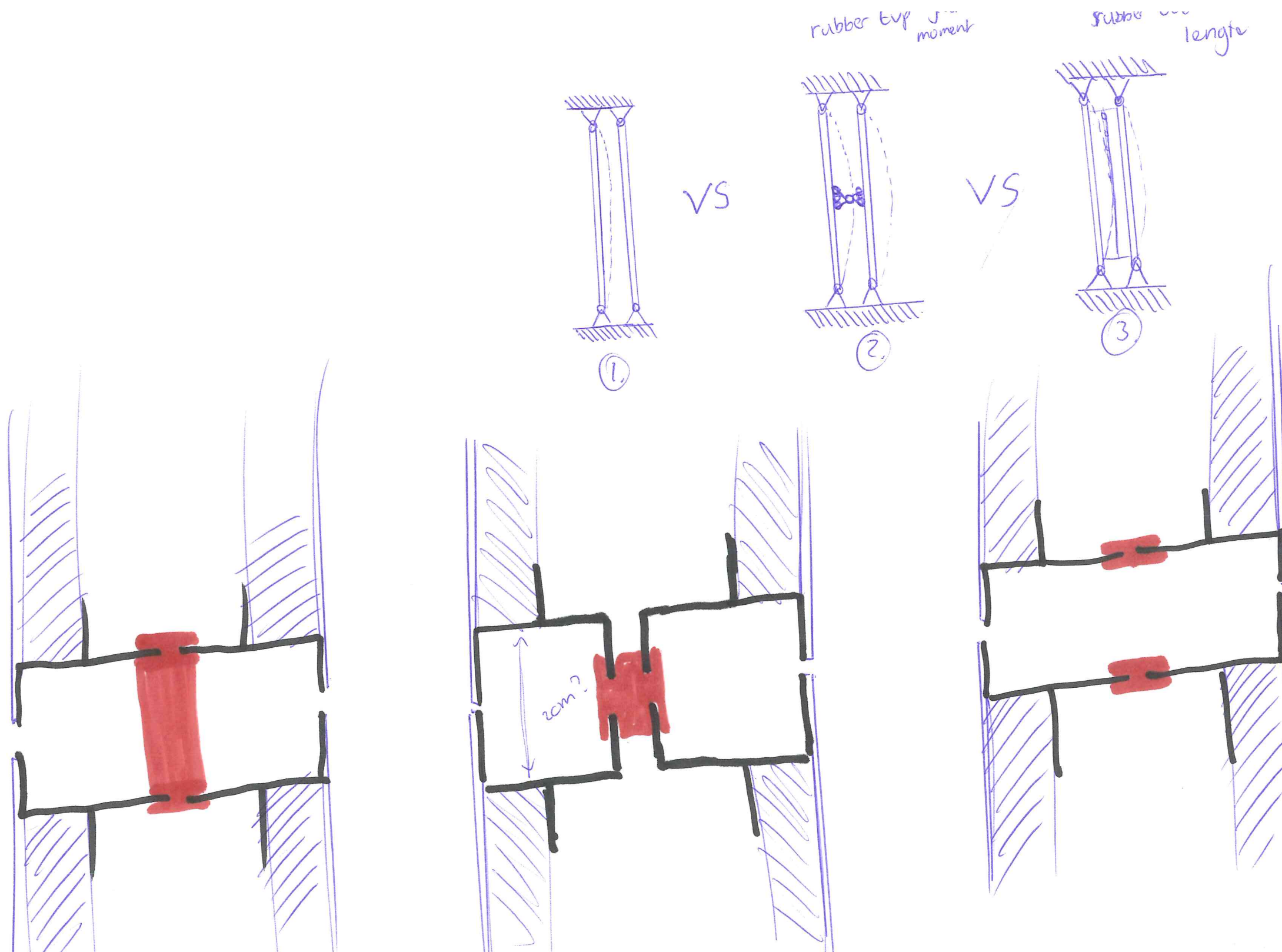
Kabel open !
 (+) Stop contacten
 (+) Verlichting ?
 isolatie ?
 vs
 massa ?

12 6 2 2 2 2
 <---> <---> <---> <--->

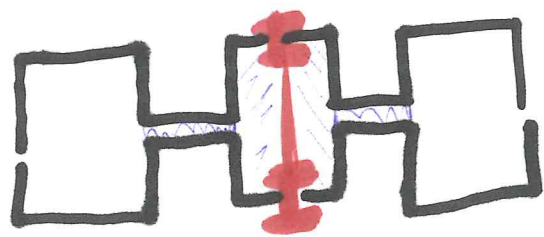
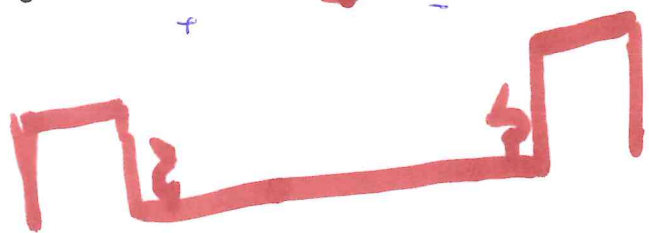
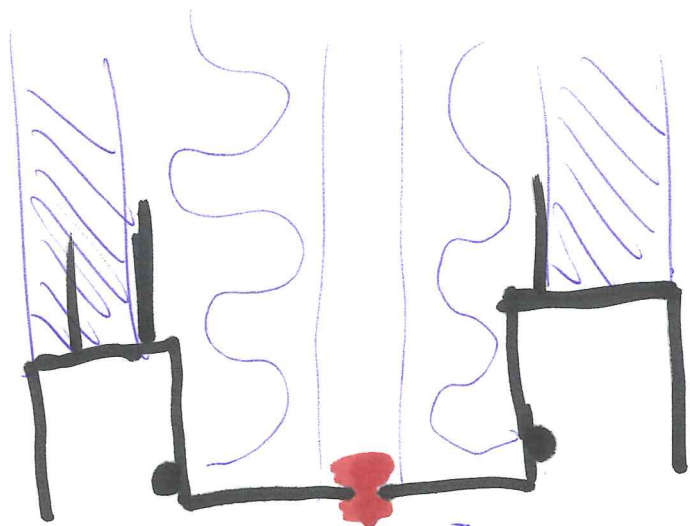


glas 6-10 mm

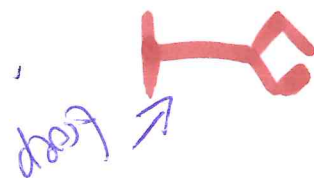
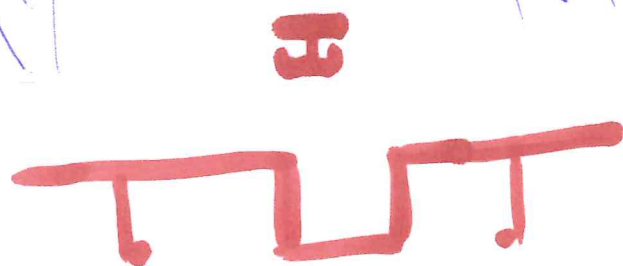
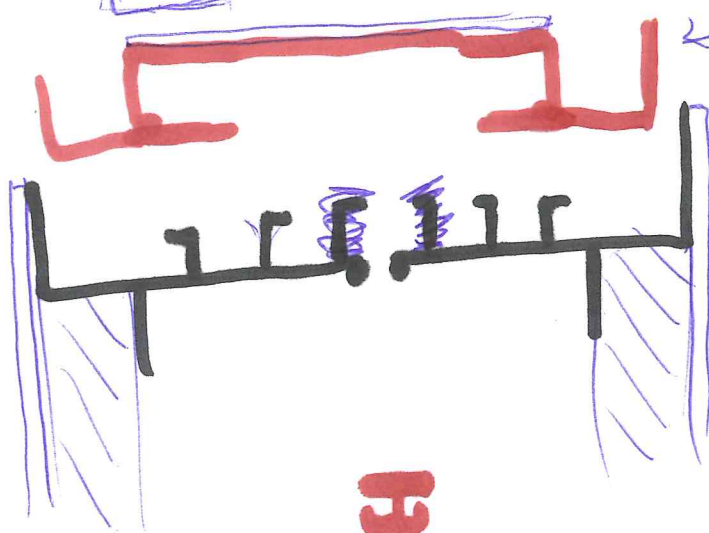
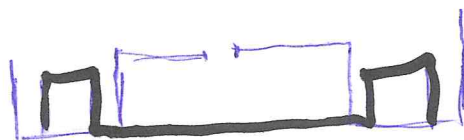
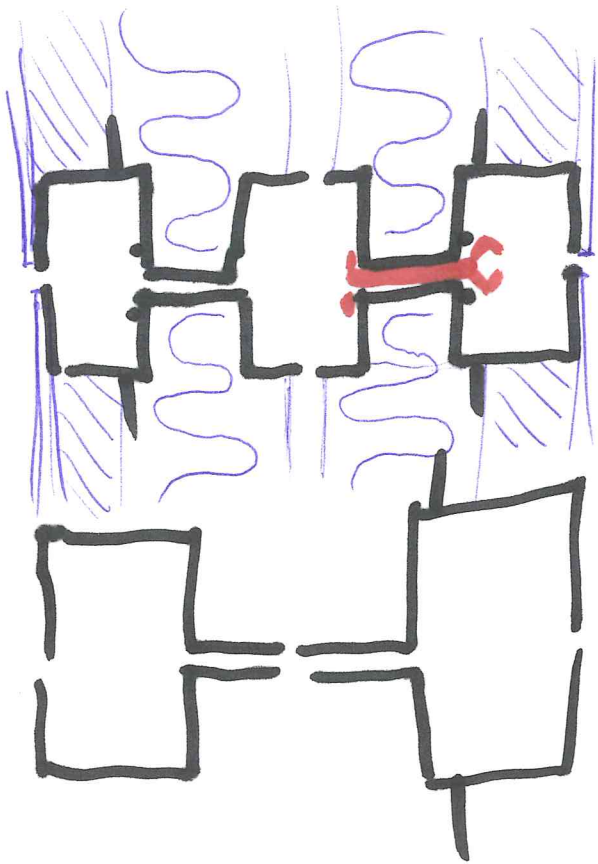
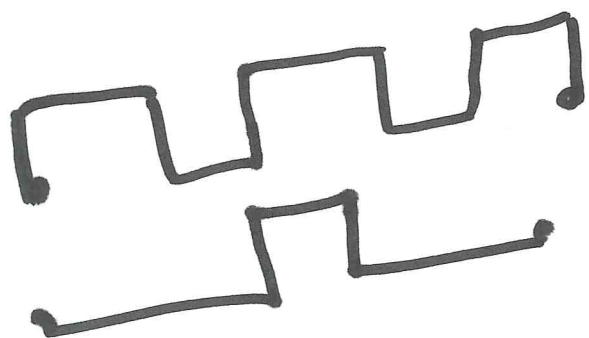
Bijlage F - Conceptuitwerking 2



Waarom rubber?
als moment alleen
ontstaat bij botsing?
combinatie 1. en 3.
de achterste beweegt
alleen later

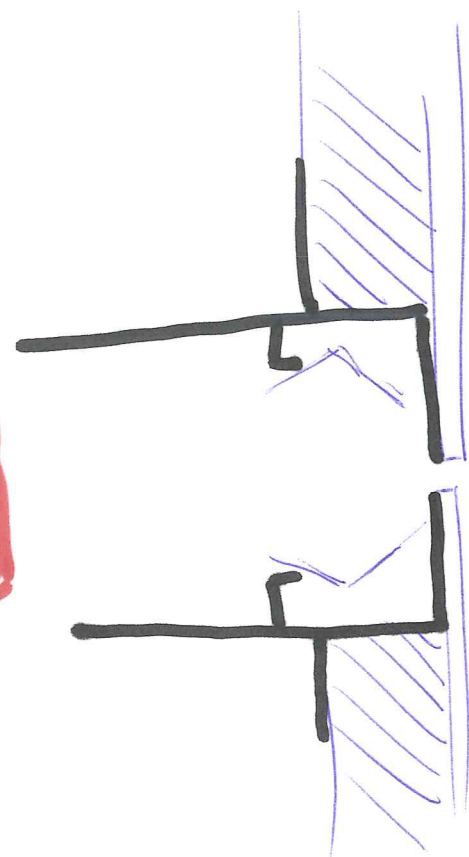
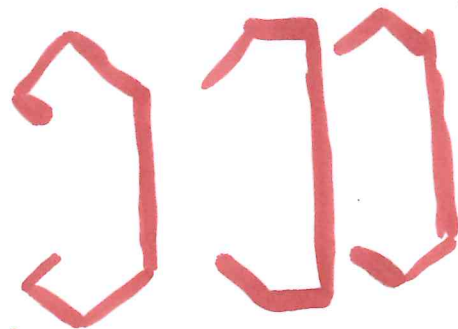


?



loop

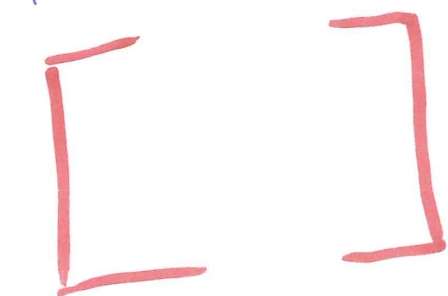
allow walk
in



path

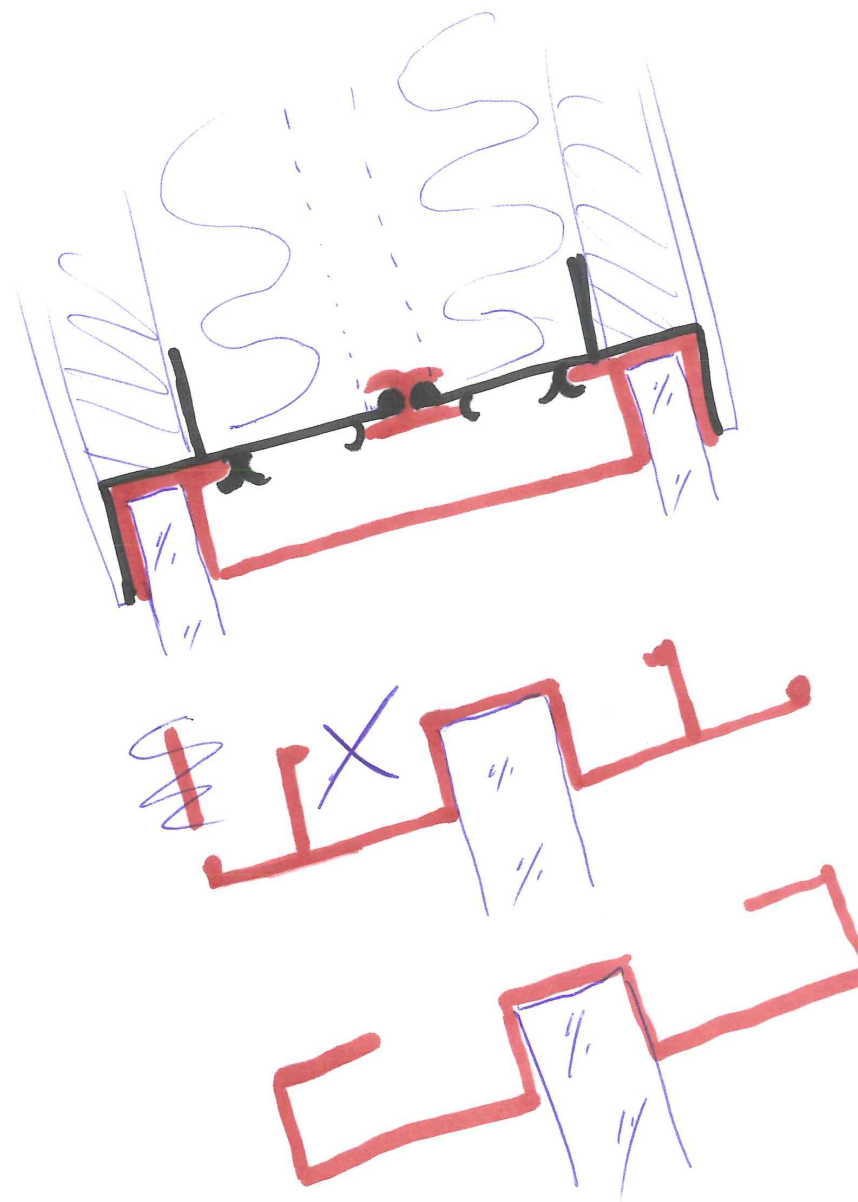
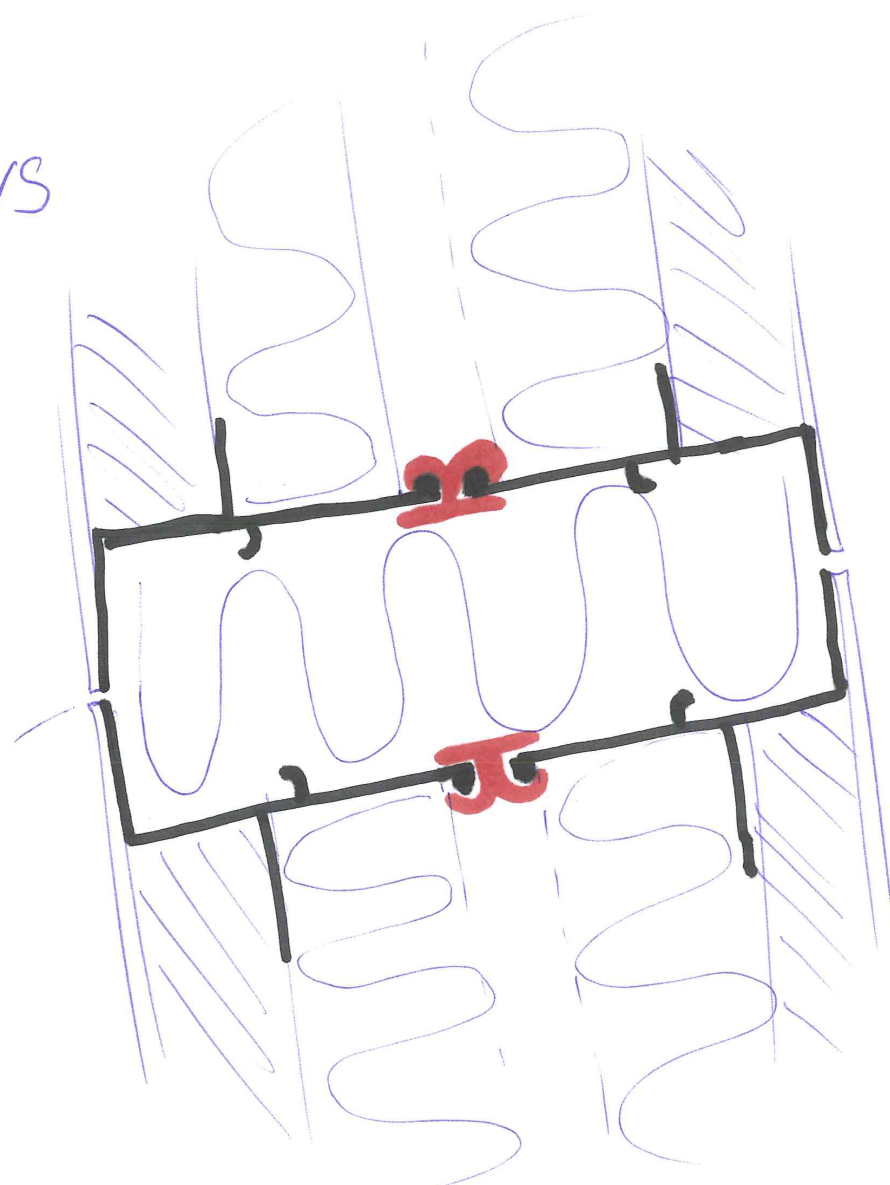
Bijlage F - Conceptuitwerking 2

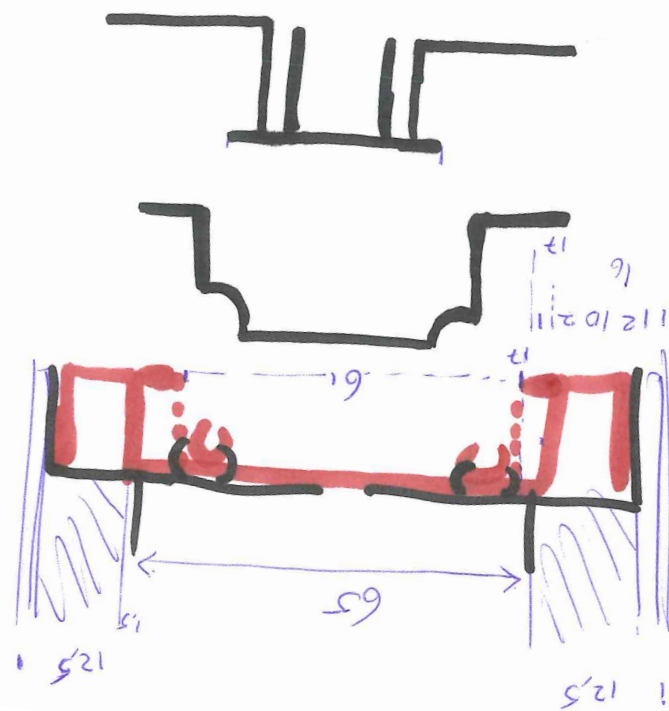
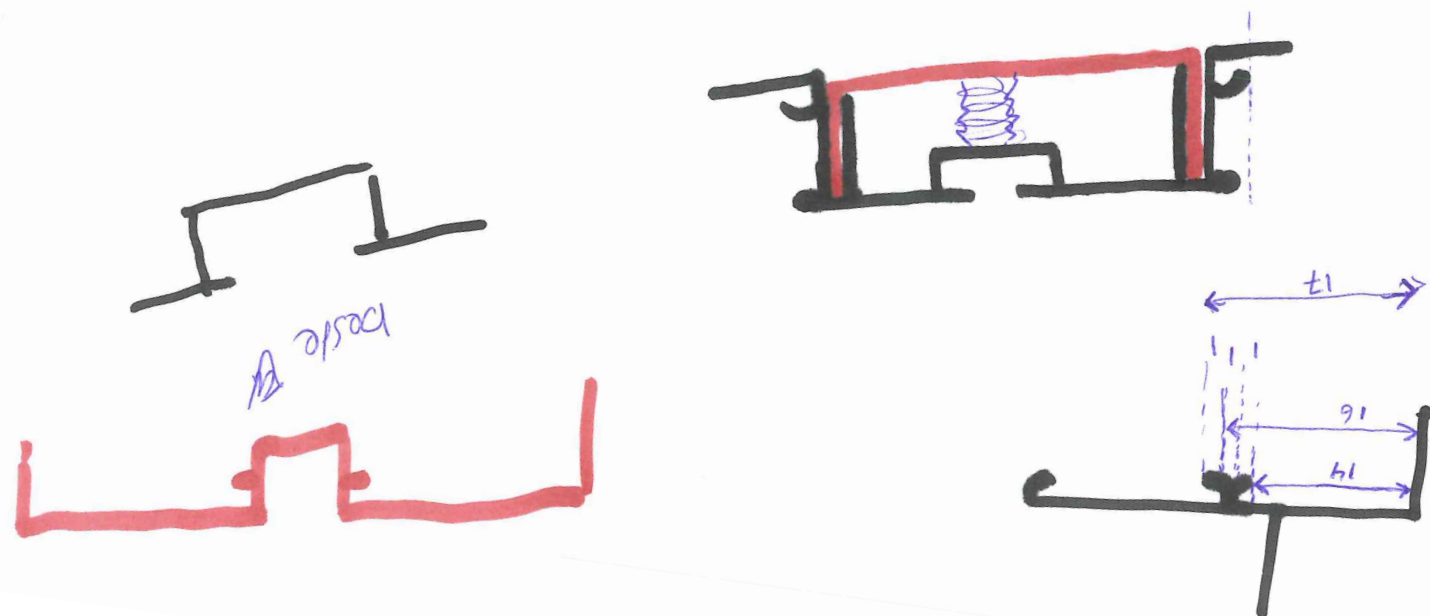
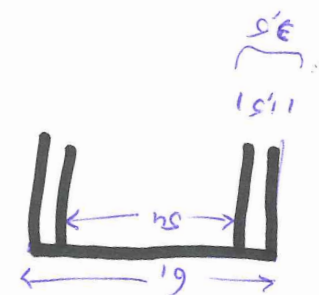
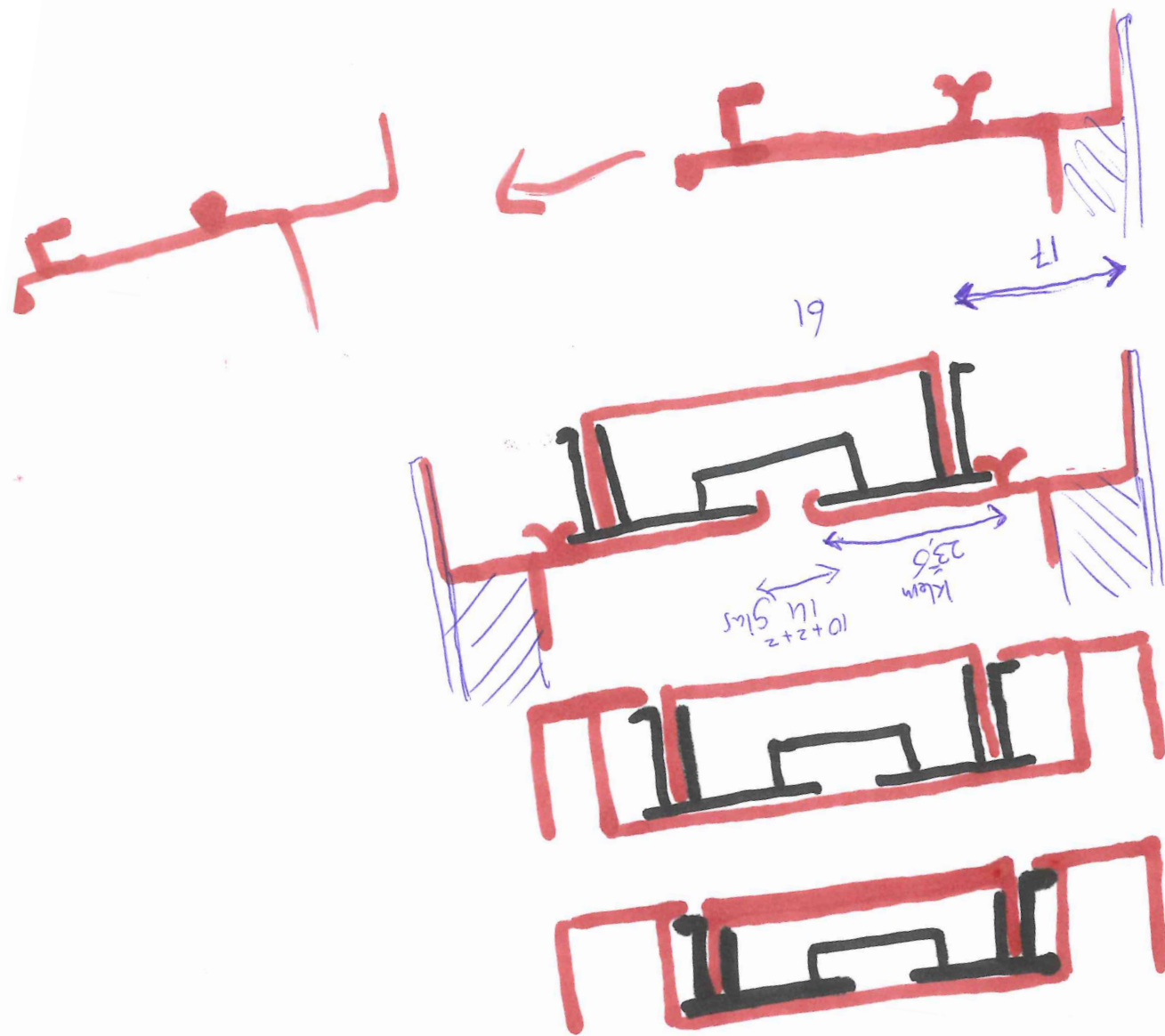
+ ?
e naad/bos



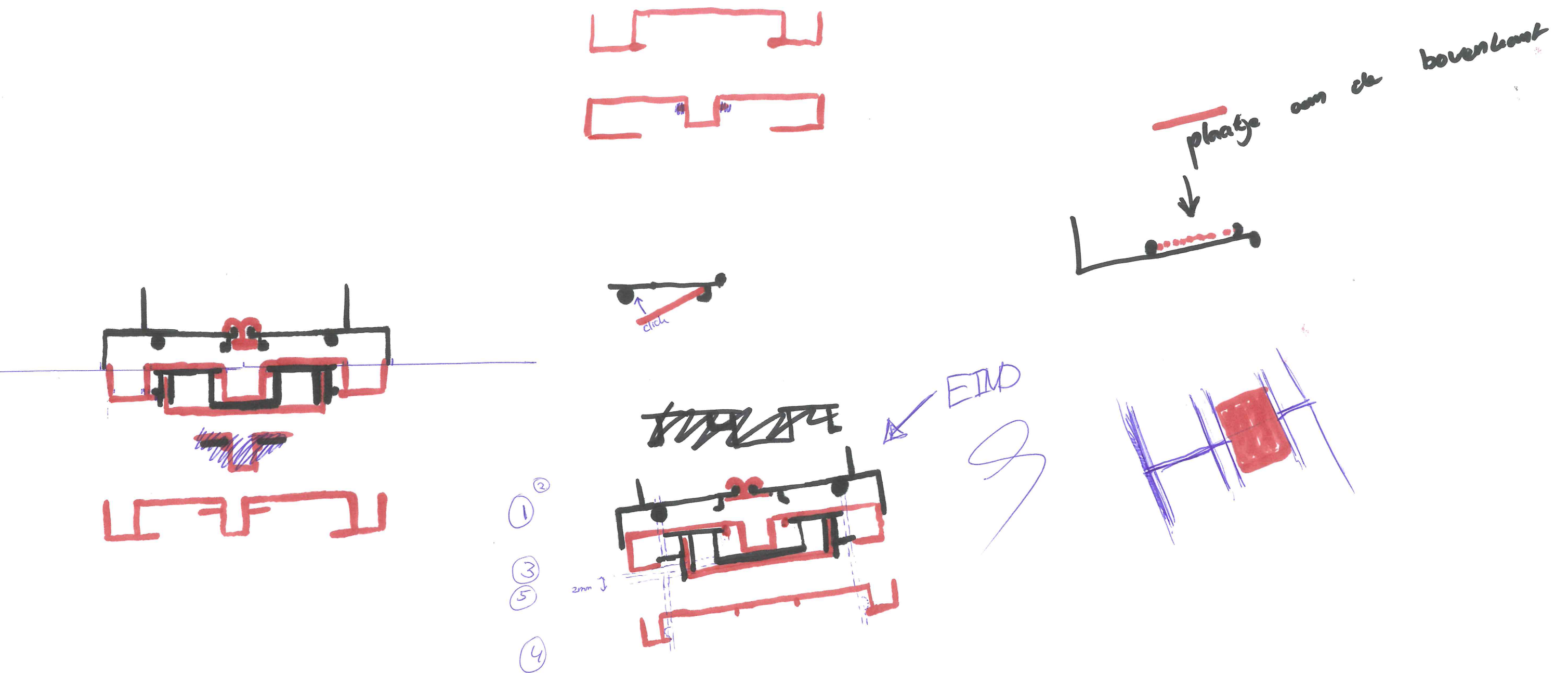
⊖ rijghand.

VS





Bijlage F - Conceptuitwerking 2



Bijlage G - Kostenberekening

	lengte (m)	breedte (m)										
afmetingen gehele wand	6	2.7										
	m (lengte)	m (breedte)	m2		mm2 (doorsnede)		m3	dichtheid (kg/ m3)	gewicht (kg)			euro per profiel
afmetingen paneel	2.3	0.9	2.07									
afmetingen profiel paneel	6.4		0.000		180		0.001	2702	3.113			
vloerprofiel	6		0.000		70		0.000	2702	1.135			1.82
plafondprofiel	6		0.000		146		0.001	2702	2.367			3.79
stelbak	6		0.000		123		0.001	2702	1.994			3.19
muurprofiel	5.4		0.000		280		0.002	2702	4.085			6.54
profiellengte glas horizontaal	12		0.000		280		0.003	2702	9.079			14.53
kopse kant profiel	4.6		0.000		280		0.001	2702	3.480			5.57
											totaal kosten profielen gehele wand:	35.42

panelen:												
bron	materiaal	euro per m2	euro per kg		euro per paneel							
http://www.blokplaatmateriaal.nl/docs/default-source/default-document-library/bruto-prijslijst-blok-plaatmateriaal-1-februari-2015---formica-hpl.pdf?sfvrsn=2	HPL	18			37.26							
http://www.dehoutboer.com/plaatmateriaal/gipsplaat/dikte-12-5mm-afm-120x300.html	Gipsplaat	2.8			5.80							
http://aluminiumprijs.net/actuele-aluminium-prijs.html	aluminium		1.6		4.98							
http://www.ventilatiweb.nl/ventilatie-producten/isolatieproducten/rockwool/rockwool-133-lamellendeken-/rockwool-lamellendeken-133-dikte-30mm/	steenwol	7.8			16.15							euro per m2 wand
http://www.rubbermagazijn.nl/collectie/rubber-profielen/h-profielen/795_zwart_volrubber-profiel-prijs-per-meter.html	rubber	3			6.90						totaal kosten per paneel per m2 dichte wand:	68.68
				totaal kosten per paneel:	71.08						totaal kosten per m2 enkelzijdig glaswand	32
											totaal kosten per m2 dubbelzijdig glaswand	64
				totaal kosten per paneel per m2:	34.34						totaal kosten profielen gehele wand per m2	2.19
glas:												
http://www.glasdiscount.nl/blank-gelaagd-veiligheidsglas	33.1 glas	32										
												euro/ uur
											uurloon monteurs	30