

SuperLight 2030

Bijlagen

Flexibiliteit in detail

Door

Hermen v.d. Schootbrugge

Onder begeleiding van
Hogeschool Utrecht

In samenwerking met
Architectuurbureau Sluijmer & van Leeuwen

BIJLAGEN

1. Keuzes en toelichting gevelafwerking.....	3
2. Technische uitwerking gevelproduct.....	11
3. Maatvoering sparingen in gevelproduct	17
4. Rabatverdeling in gevelproduct.....	21
5. Aanpassingen gevelproduct.....	25
6. Technische uitwerking funderingsproduct.....	29
7. Geïllustreerde weergave werking funderingsproduct.....	35
8. Aanpassingen funderingsproduct.....	43
9. Multi criteria analyse materiaalkeuze funderingsproduct.....	47
10. Krachten verloop	51
11. Enquêteering.....	55

1. Keuzes en toelichting gevelafwerking

Hout

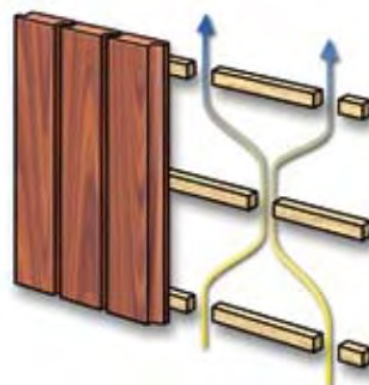
Hout is een uitermate geschikt materiaal om toe te passen als gevelafwerking bij het SuperLight 2030 systeem. Hout is relatief licht in gewicht en heeft een duurzaam en zeer milieuvriendelijk karakter, waardoor dit goed aansluit bij de visie van het SuperLight 2030 systeem. Naast dit zijn er nog meer voordelen bij het gebruik van hout, namelijk de gemiddelde prijs (dit is tevens sterk afhankelijk van de gekozen houtsoort) en de verwerkbaarheid (het is in praktisch alle gewenste maten te verwerken/verkrijgen). Een nadeel van een houten gevelafwerking is echter dat hout veel onderhoud vraagt, maar hier zijn diverse hulpmiddelen voor toe te passen zoals houtbeits, verf, lak e.d. Het behandelen van hout staat nauw in verband met de duurzaamheidsklasse van het toegepaste hout. Hout in de duurzaamheidsklasse I/II hoeft geen extra bescherming, echter om vergrijzing tegen te gaan is dit optioneel (Gevelbekleding van massief hout, 2012). Waar rekening mee gehouden dient te worden is dat vergrijzing uiteindelijk bij alle houtsoorten optreedt, echter in welke mate en na hoe lang is invloed op uit te oefenen. Een houten gevelafwerking is een breed begrip, binnen dit begrip is er namelijk een grote keuze mogelijkheid wat betreft de specifieke afwerkingen. Zo is er de keuze tussen verticale of horizontale gevelafwerking en een breed assortiment aan rabatsoorten. Tevens speelt de keuze van het hout welke gebruikt wordt voor de rabatdelen ook een grote rol in de afwerking.

Bevestiging

Om de rabatdelen te bevestigen op de achterliggende 'constructie' is er een regelwerk nodig. Dit regelwerk bestaat over het algemeen uit een compositie van houten rachels, echter dit hoeft niet per definitie altijd van hout te zijn. Het regelwerk zorgt voor een afstand tussen de constructie en de rabatdelen waardoor een juiste ventilatie plaats kan vinden vanwege eerder genoemde redenen. Om een juiste ventilatie te realiseren wordt de toepassing van rachels met een afmeting van 19x44mm geadviseerd met een maximale h.o.h. afstand van 600mm (Naaldhout in de Bouw, 2005). De compositie van de rachels op de ondergrond heeft tevens een grote invloed op de ventilatie stroom achter de rabatdelen. Wanneer er onderbroken rachels toegepast worden zal de ventilatiestroom gemakkelijker plaatsvinden dan wanneer deze ononderbroken zijn (zie afbeelding 2, let wel op dat dit een verticale gevelbekleding betreft). In afbeelding 1 is te zien hoe bij traditionele bouw rachels worden toegepast om ruimte te houden tussen de rabatdelen en de constructie om isolatie toe te passen, echter hier zijn twee soorten rachels te zien, namelijk diegene voor en na de waterkerende folie. Bij SuperLight 2030 zal dit echter geen probleem vormen gezien de afwerking slechts een esthetische functie hoeft te vervullen.



Figuur 1; Rabatdelen bevestigd op rachels bij traditionele bouw; Bron: Houtwijzer Gevelbekleding van massief hout door Centrum Hout



Figuur 2; ononderbroken rachels voor een betere ventilatie; Bron: Houtwijzer Gevelbekleding van massief hout door Centrum Hout

Gezien een regelwerk noodzaak is bij de meeste houten gevelafwerkingen zal er bij het ontwikkelen van het gevelsysteem dit als uitgangspunt worden genomen.

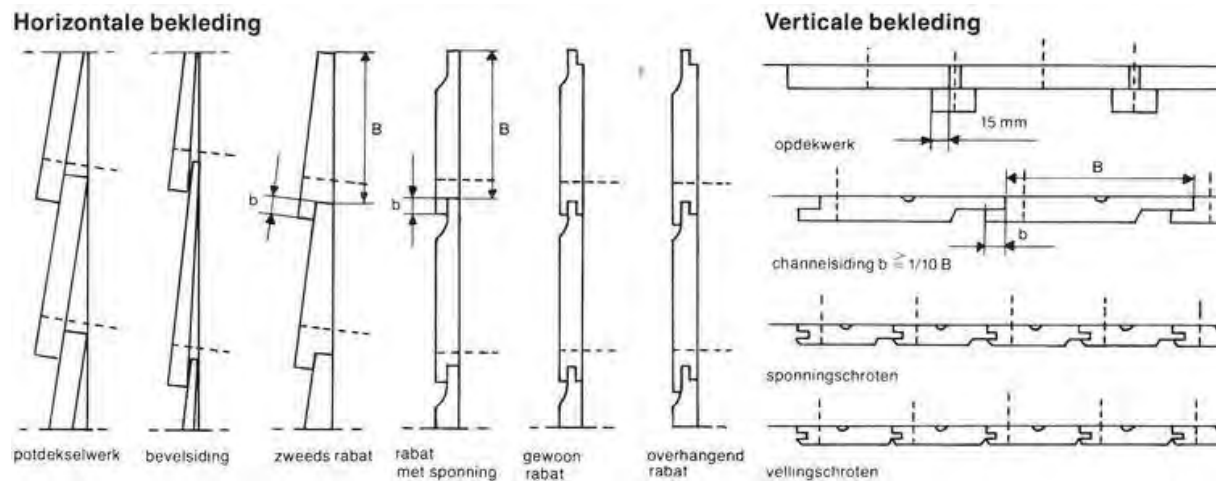
Houtkeuze

Bij de keuze voor het hout dat wordt toegepast moet er rekening gehouden worden met de volgende aspecten, namelijk de prijs, het gewicht en de duurzaamheidsklasse. De prijs hangt uiteraard samen met de kwaliteit van het hout, de beschikbaarheid en het land van herkomst (transportkosten). Wanneer de klant de gewenste afwerking selecteerd zal de nadruk bij de houtkeuze voor de rabatdelen geleid worden door de esthetische waarde. Hierdoor zal er, uit het oogpunt van het SuperLight 2030 systeem, bij toepassing van parametrisatie binnen de houten gevelafwerking geselecteerd moeten worden op de duurzaamheidsklasse. Dit heeft als gevolg dat klanten uit een vooraf geselecteerde collectie kunnen kiezen en geheel op de esthetische waarde kunnen afgaan zonder dat de duurzaamheidsklasse achterwege gelaten wordt. Tevens wordt een langere levensduur van het universele gevelsysteem gewaarborgd dan wanneer er houtsoorten toegepast worden uit lagere duurzaamheidsklassen. Wanneer het hout op duurzaamheid is geselecteerd is het tevens belangrijk om te kijken naar de prijs, zodat er diverse prijssegmenten ontstaan. Een andere mogelijkheid is om te kiezen voor kunststof rabat delen waarmee veel gewicht bespaard kan worden en welke weinig tot geen onderhoud behoeven. Echter vaak is de esthetische waarde van deze producten zeer laag.

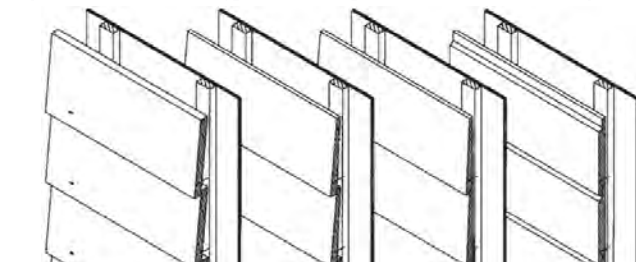
Hout is in twee soorten onder te verdelen, namelijk naaldhout en loofhout. Het meest geschikte hout voor rabatdelen valt onder de loofhoutsoorten gezien dit van natura een hardere houtsoort is. Door voor hardhout te kiezen zal de vervorming van het hout minimaal zijn, wat een gunstige eigenschap is wanneer het als rabat wordt toegepast. Als uitgangspunt zal er bij de ontwikkeling van het gevelsysteem een veel toegepaste houtsoort worden gebruikt, namelijk meranti hardhout (i.v.m. de duurzaamheidsklasse en het gewicht). Voor de uitwerking van het gevelsysteem heeft dit geen verdere gevolgen en wanneer het gevelsysteem voor productie geschikt zou zijn kan het te gebruiken houtsoort te alle tijden veranderd worden.

Types

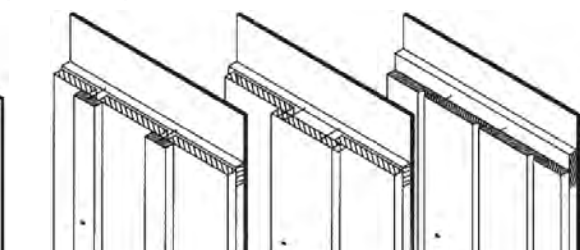
Er zijn diverse mogelijkheden wat betreft de positionering van de rabatdelen op de gevel. In de afbeeldingen 3, 4 % 5 zijn de diverse mogelijkheden op een rij gezet waarin duidelijk te zien is hoe de overlap plaatsvindt en wat het verschil is tussen een horizontale positionering ten opzichte van een verticale positionering.



Figuur 3; Diverse rabattypes; Bron: <http://berkela.home.xs4all.nl/gevels/gevelbekleding%20hout.html>



Figuur 3; Horizontaal gepositioneerde rabatdelen; Bron: Houtwijzer Naaldhout in de bouw door Centrum Hout



Figuur 5; Verticaal gepositioneerde rabatdelen; Bron: Houtwijzer Naaldhout in de bouw door Centrum Hout

Zoals te zien bovenstaande afbeeldingen is de dikte van de afwerking tevens afhankelijk van de manier van bevestiging. De minimale dikte van de rabat delen ligt over het algemeen voor de meeste rabattypes op de 19mm (enkelen zelfs lager). Deze dikte zal daarom ook als uitgangspunt fungeren wanneer het gevelsysteem wordt ontwikkeld.

Eisen

De invloeden welke een houten gevelafwerking uitoefend op de ontwikkeling van het universele gevelsysteem zijn praktisch nihil. Het enige waar voldoende aandacht aan besteed moet worden is de dikte van het totale pakket zodat deze na bevestiging niet uitkomt boven de 47mm en de positionering van de rachels op de achtergrond (namelijk open i.v.m. de ventilatie).

Steen

In eerste instantie zou men bij toepassing van steen als gevelafwerking denken aan traditioneel metselwerk. Dit is echter niet wat gewenst is en zou totaal niet aansluiten op de visie van het SuperLight 2030 bouwsysteem. Toch wil architectuurbureau Sluijmer en van Leeuwen de mogelijkheid geven aan de klanten om deze uitstraling te verwezenlijken bij hun SuperLight 2030 bouwwerk. Dit kan gerealiseerd worden door middel van steenstrips toe te passen. De naam geeft eigenlijk al weer wat steenstrips zijn, namelijk strips van steen. Deze dunne plakken steen (welke in dit opzicht bijna vergeleken kunnen worden met tegelwerk) variëren qua dikte van 20-50mm en worden door middel van lijm en/of



Figuur 4; Diverse soorten steenstrips; Bron: <http://www.joostdevree.nl/shtmls/steenstrips.shtml>

mortel verlijmd op de achterliggende achtergrond. Steenstrips zijn een duurzame vorm van gevelafwerking gezien deze een zeer lange levensduur hebben (nauwelijks gevoelig voor weersomstandigheden) en praktisch onderhoud vrij zijn. Doordat de stenen slechts in dunne 'plakken' gezaagd zijn bespaard het dan ook veel gewicht ten opzichte van traditioneel metselwerk. Een ander voordeel van steenstrips is dat de toepassing hiervan niet 'maat gevoelig' is. Dit komt doordat de stenen exact op maat gezaagd kunnen worden, waardoor het op elke maat toegepast kan worden.

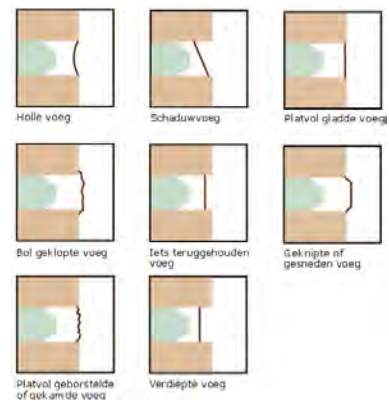
Bevestiging

De steenstrips kunnen op een vlakke ondergrond verlijmd worden welke voor elk type steen hetzelfde kan zijn. In dit geval kan er gekozen worden voor een cement gebonden houtvezelplaat welke eenvoudig bevestigd kan worden op de achterliggende constructie. Afhankelijk van de steensoort wordt er gekozen welk type lijm er toegepast dient te worden om de strips op de vezelcementplaat te verlijmen. De lijm wordt middels een lijmkam aangebracht op de ondergrond. Het is verstandig om de lijm verticaal aan te brengen zodat er kleine groeven ontstaan waar later het water achterlangs kan weggelopen indien er water achter de strips komt. Als uitgangspunt voor het ontwikkelen van het gevelsysteem zal er voor een standaard cement gebonden houtvezelplaat worden uitgegaan met een dikte van 8mm. Dit gezien de dikte niet uitmaakt omdat de plaat slechts toegepast wordt vanwege de ondergrond.

Types

De mogelijkheden in variaties wat betreft steenstrips zijn praktisch oneindig, zo kunnen praktisch alle steensoorten toegepast worden. Buiten de steensoorten om kan er ook nog gevarieerd worden in de toegepaste voegen tussen de stenen. In afbeelding 7 zijn diverse soorten voegen weergegeven waaruit een keuze gemaakt zou kunnen worden. Verstandig is echter dat er vooraf een vaste selectie gemaakt wordt waaruit klanten kunnen kiezen in verband met industriële fabricage (anders zou men in de fabriek alsnog

bezig zijn met het maken van unieke gevelelementen). Gezien elke variant van steenstrips op dezelfde wijze bevestigd wordt, zal er een standaard baksteen met een dikte van 20mm als uitgangspunt genomen worden bij het ontwikkelen van het gevelsysteem. Indien gewenst is er bij steenstrips, net als bij rabatdelen, de keuze mogelijkheid om voor een kunststof uitvoering te kiezen, dit zal echter de prijs wel opvoeren van het product. Desalniettemin zal dit aanzienlijk besparen in het gewicht van het systeem en heeft kunststof ook een zeer lange levensduur.



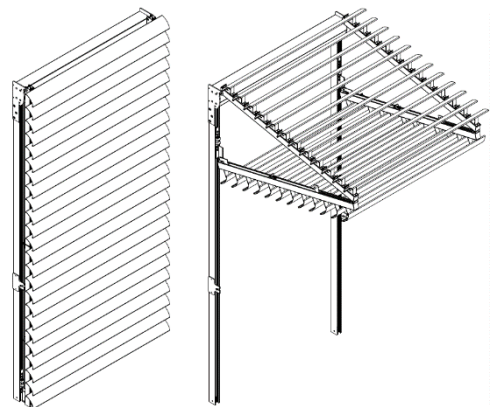
Figuur 5; Diverse keuze mogelijkheden wat betreft voegen; Bron: <http://gevelbekleding-info.nl/wp-content/gallery/gevelrenovatie-voegwerken>

Eisen

Steenstrip hebben net als de rabatdelen weinig invloed op de ontwikkeling van het gevelsysteem. De enige specifieke maatregelen welke getroffen moeten worden om de toepassing van steenstrips te verwezenlijken is het toepassen van een cement gebonden houtvezelplaat. Deze kan echter eenvoudig bevestigd worden op de achtergrond van het te ontwikkelen gevelsysteem. Verder dient er rekening gehouden te worden met de dikte van de cement gebonden houtvezelplaat gecombineerd met die van de steenstrips. Gezien de maximale ruimte 52mm bedraagt en de cement gebonden houtvezelplaat al 8mm ruimte inneemt, zullen er geen steenstrips toegepast kunnen worden met een dikte groter dan 44mm.

Lamellen

Gezien het SuperLight 2030 prototype veel glas bevat is men bij Sluijmer en van Leeuwen gaan nadenken over hoe er zonnewering toegepast moet worden. Sluijmer en van Leeuwen wilden de traditionele zonnewering liefst mogelijk vermijden gezien zij dit niet van voldoende esthetische kwaliteit vonden. Zodoende is het bedrijf Renson in beeld gekomen die zich specialiseert in het realiseren van lamellen op praktisch elke gewenste plek. Renson heeft namelijk sinds kort een nieuw product op de markt wat perfect bij het SuperLight 2030 bouwsysteem past. Dit zijn flexibele lamellen welke naar boven toe ingeklapt kunnen worden (bijvoorbeeld wanneer er een gebrek aan zonlicht is). Zoals op afbeelding 8 te zien is, zal de zonwering zich langs een geleider bewegen om zich omhoog en omlaag te verplaatsen. In 'ontspannen' stand is de zonwering actief en zal deze het naar binnen vallende zonlicht blokkeren. Het voordeel van dit systeem is dat er één uniform gevelaanzicht gecreëerd kan worden doordat Renson tevens lamellen gevels produceert (zie afbeelding 9).



Figuur 7; Renson Cilium® dynamische zonwering; Bron: www.renson.be



Figuur 6; voorbeeld lamellen gevel met dynamische zonwering van Renson; Bron: www.renson.be

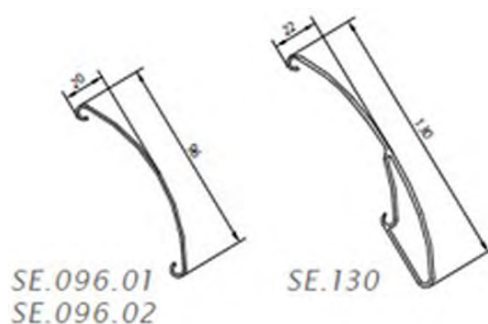
Doordat de dynamische zonwering slim gebruik maakt van het zonlicht en vanwege de vormgeving, kan het product het energieverbruik aanzienlijk beperken. Met deze duurzame methode sluit de zonwering exact aan op de visie van het SuperLight 2030 bouwsysteem. Het Cilium® klapsysteem kan in de winter het zonlicht ongehinderd naar binnen laten terwijl het in de zomer in dichte stand het zonlicht juist kan blokkeren. Door de positionering van de lamellen is het Cilium® klapsysteem zelfs in staat om in de zomer het energieverbruik aan kunstverlichting te reduceren doordat de lamellen onder een hoek het licht terug kaatsen. Hierdoor kunnen ruimtes voorzien worden van licht terwijl de lamellen gesloten zijn. Het systeem is geheel uitgevoerd met geëxtrudeerde aluminium profielen, waardoor het licht van gewicht is en duurzaam qua toepassing. Aluminium is bestendig tegen praktisch alle weersinvloeden en heeft een lange levensduur wat het uitermate geschikt maakt om toe te passen in het te ontwikkelen gevelsysteem. Ondanks dat geen van de gevelsystemen buiten de profieldiepte van de SuperLight 2030 panelen mag uitkomen, heeft Sluijmer en van Leeuwen de keuze gemaakt om het te dopen bij dit systeem. De reden hiervoor is dat de lamellen voor dit systeem een minimale breedte hebben van 96mm en een maximale breedte van 130mm en zij het systeem uitermate goed bij het SuperLight 2030 bouwsysteem vonden passen vanwege het toegepaste materiaal en de esthetische waarde.

Bevestiging

De lamellen worden op aan bijgeleverde aluminium stijlen bevestigd, welke tevens door Renson zelf geproduceerd worden. In de maten van deze stijlen is veel variatie aanwezig, echter er zal gekozen worden voor de stijlen van 40mm gezien het klapsysteem en de geleiders bevestigd moeten worden aan deze stijlen (hierdoor zullen kleinere stijlen niet volstaan [Renson]). Verder kunnen deze stijlen op praktisch elke gewenste ondergrond bevestigd worden zolang deze vlak en voldoende draagkrachtig is.

Types

Gezien dit systeem slechts specifieke onderdelen kan toepassen welke gemaakt zijn door Renson is het aanbod in variatie geringer. Desalniettemin kan het systeem geleverd worden met 2 verschillende ontwerpen van lamellen (zie afbeelding 10 & 11), welke in elke gewenste RAL kleur uitgevoerd kunnen worden met een matte of glanzende toplaag. Dit zorgt ervoor dat het systeem een uniform gevelbeeld creëert en feilloos afgesteld kan worden op het SuperLight 2030 systeem welke ook gebruik maakt van RAL kleuren voor het aluminium op de panelen.



Figuur 10; Sunclips® Evo SE.096; Bron: www.renson.be

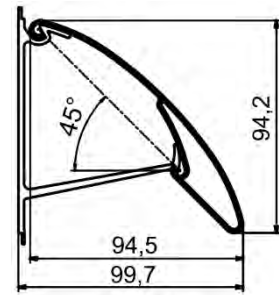
Figuur 8; Sunclips® Evo SE.130; Bron: www.renson.be

Figuur 12; De twee types lamellen met bijbehorende afmetingen; Bron: <http://export.renson.eu/france-solar-shading-sunclips-evo-se-130-01-aesthetic-blades-for-cladding-sunprotection.html>

Als uitgangspunt voor het te ontwikkelen systeem zal er gekozen worden voor de Sunclips® Evo SE130 gezien deze met een maximale afmeting van 1600x3000mm (bxh) uitgevoerd kan worden in tegenstelling tot de Sunclips® Evo SE.096 welke een maximale afmeting heeft van 1200x3000mm (bxh). Het laatste type zou bij het SuperLight systeem te kort zijn voor de 1500 mm brede panelen waardoor dit niet in aanmerking komt voor toepassing. De dikte van het gekozen systeem zal 130mm bedragen en daardoor de enige gevelafwerking zijn welke buiten de diepte uitkomen van de extrusieprofielen op de SuperLight 2030 panelen.

Eisen

Het Cilium® klapsysteem kan geheel naar wens aangepast worden voor toepassing op het te ontwikkelen gevelsysteem, zolang het binnen de maximale afmetingen blijft. Gezien geen van de SuperLight 2030 panelen groter is dan deze afmeting doen zich hier geen problemen voor. Het klapsysteem vraagt verder geen specifieke eisen om toegepast te worden als gevelsysteem (zoals op de afbeeldingen 10 & 11 te zien is zitten de lamellen al vast aan aluminium stijlen welke slechts op een ondergrond bevestigd hoeven worden)

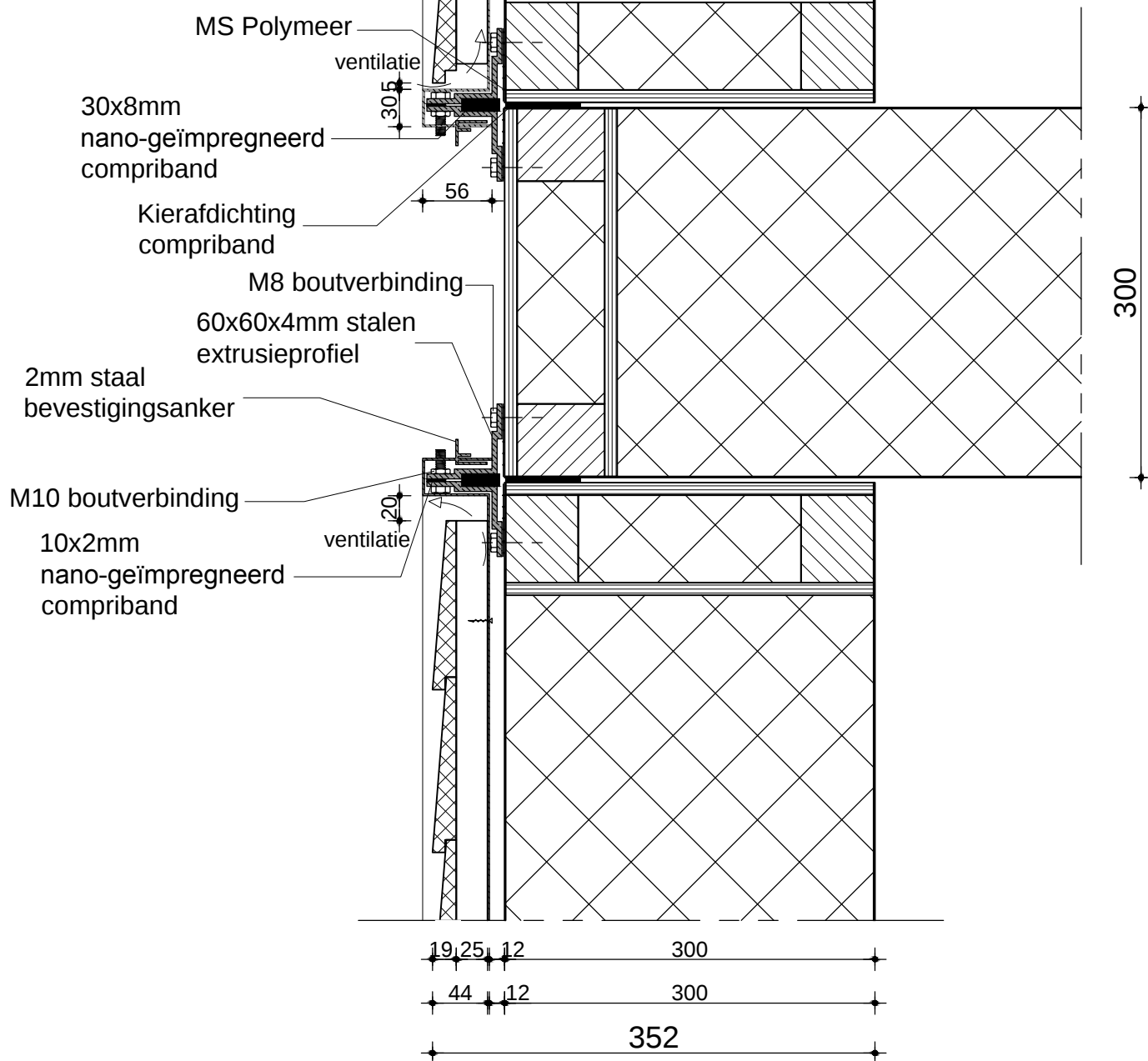


*Figuur 9; Renson Sunclips®
Evo SE.130 lamel; Bron:
www.renson.be*

2. Technische uitwerking gevelproduct

opbouw gevelpakket (bu-bi)

- meranti houten rabat
- vuren houten rachelwerk
25x44mm hoh 300mm
- Ophangstelsel 1,5m staal
- SuperLight 2030 element:
 - 1mm aluminium
gecoat RAL 9007
 - 296mm EPS
 - 1mm aluminium
gecoat RAL 9007

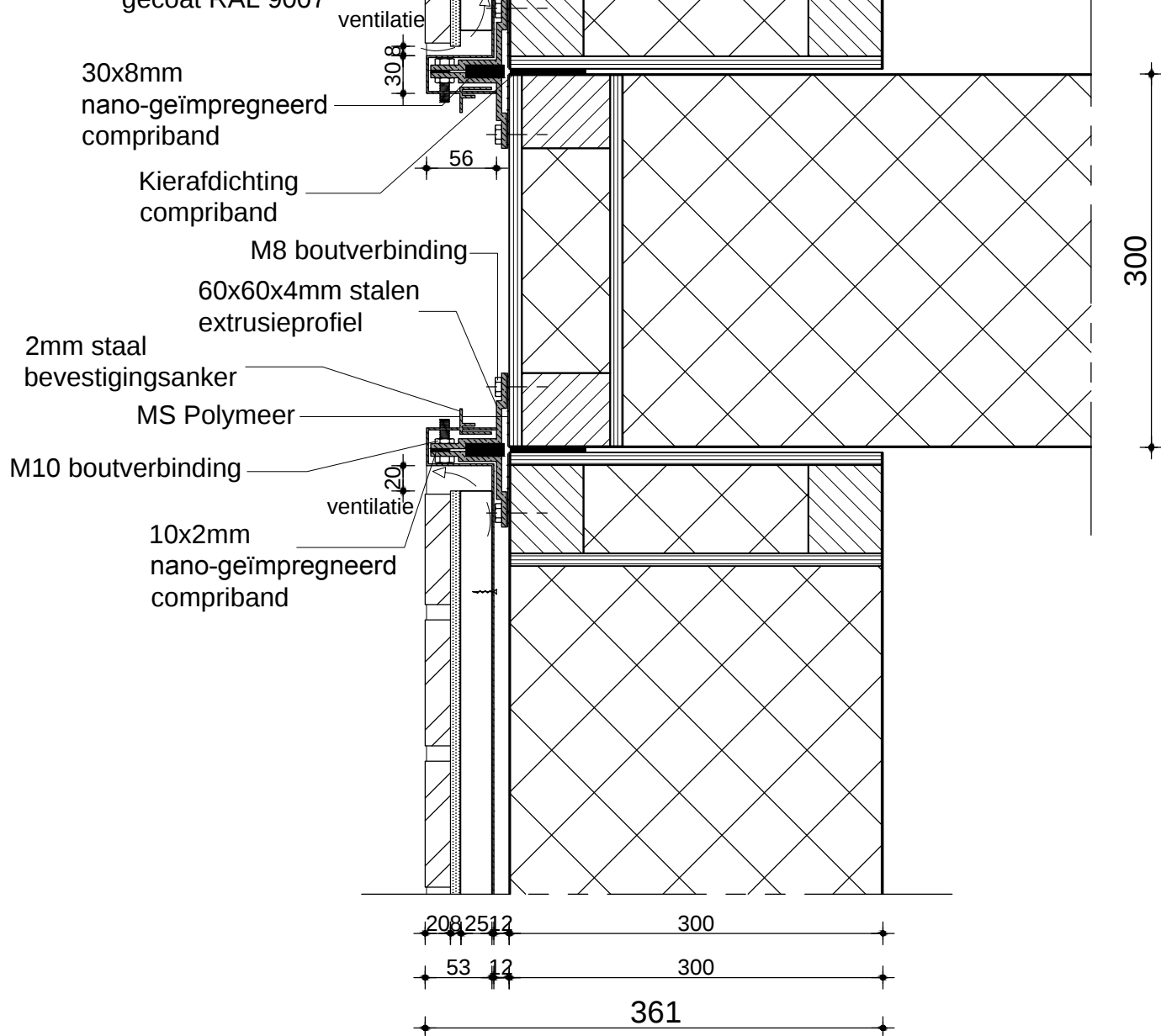


datum	Rabat	schaal	1:5	tekeningnummer
	25.11.2014	getekend	HS	

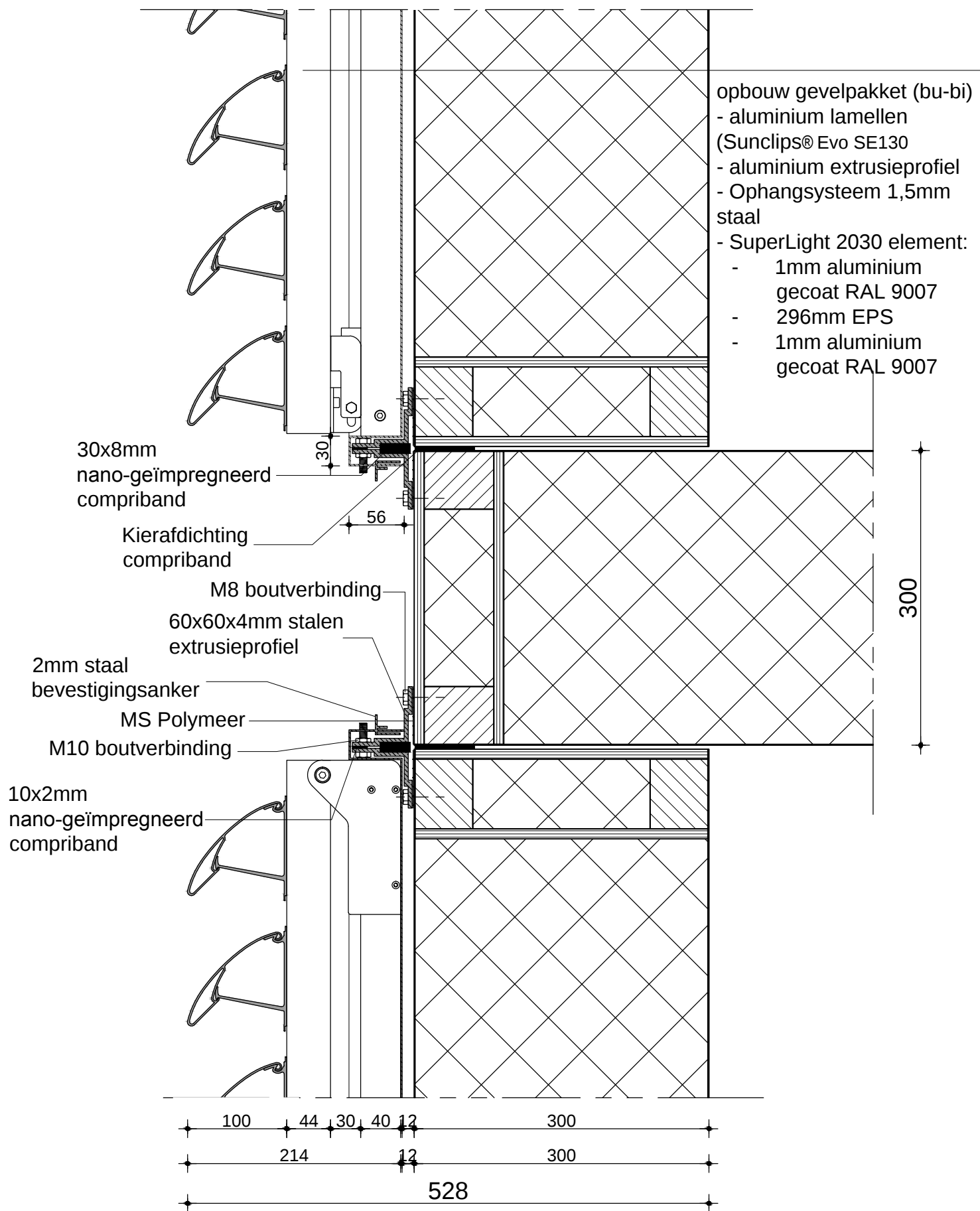
V01

opbouw gevelpakket (bu-bi)

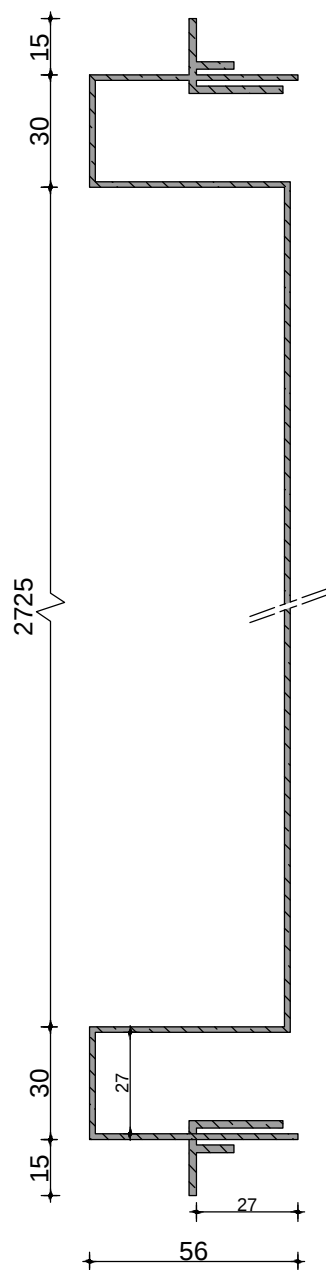
- steenstrips verlijmd
- 8mm cementgebonden houtvezelplaat
- vurenhout rachelwerk 25x44mm hoh 300mm
- Ophangstelsel 1,5m staal
- SuperLight 2030 element:
 - 1mm aluminium gecoat RAL 9007
 - 296mm EPS
 - 1mm aluminium gecoat RAL 9007



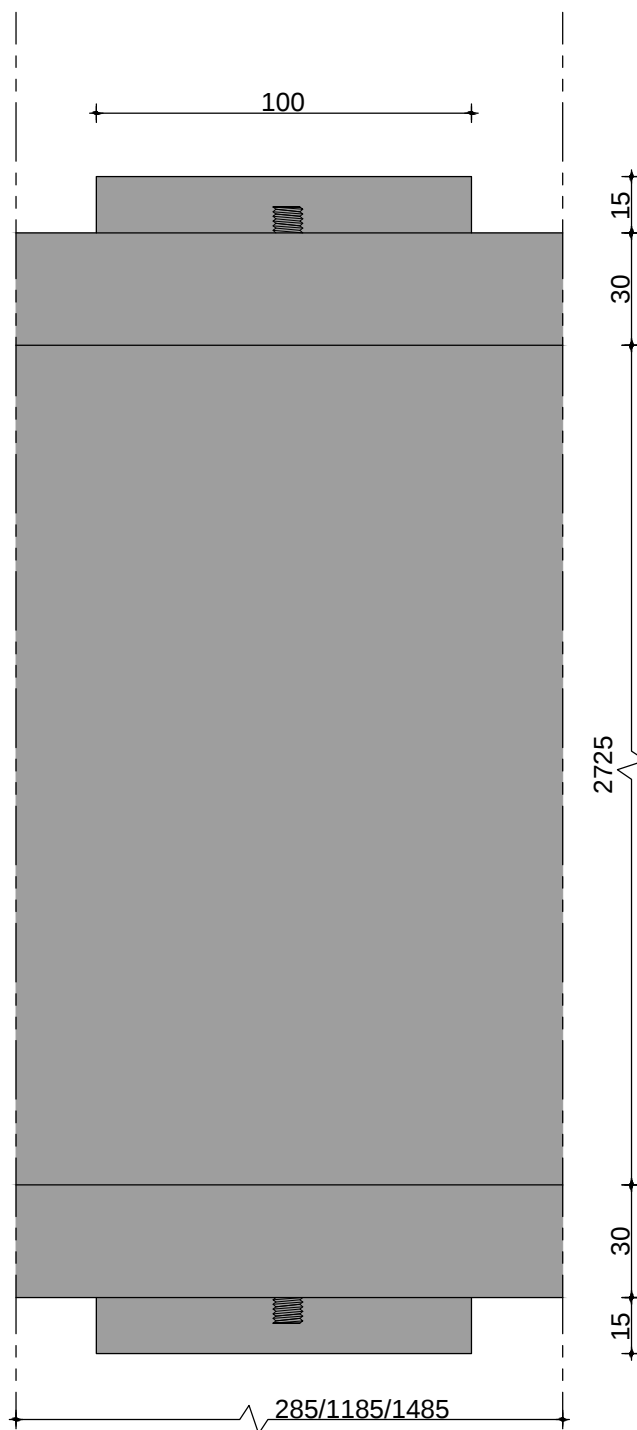
Steenstrips	schaal 1:5	tekeningnummer V02
datum 25.11.2014	getekend HS	



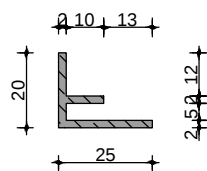
Lamellen	schaal	1:5	tekeningnummer V03
	getekend	HS	
datum	25.11.2014		



Doorsnede



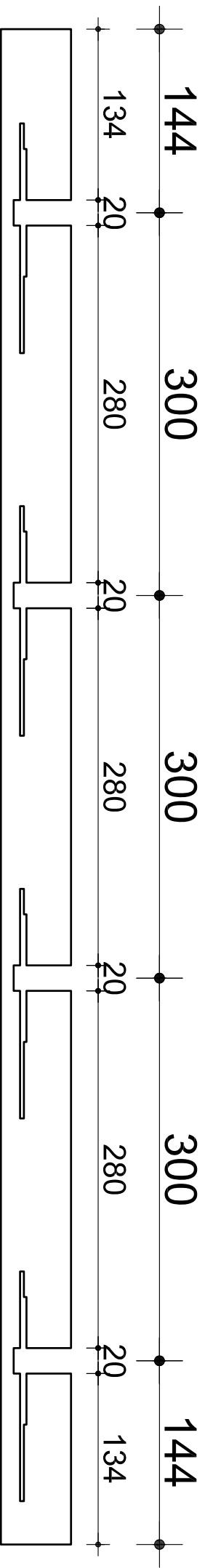
Vooraanzicht



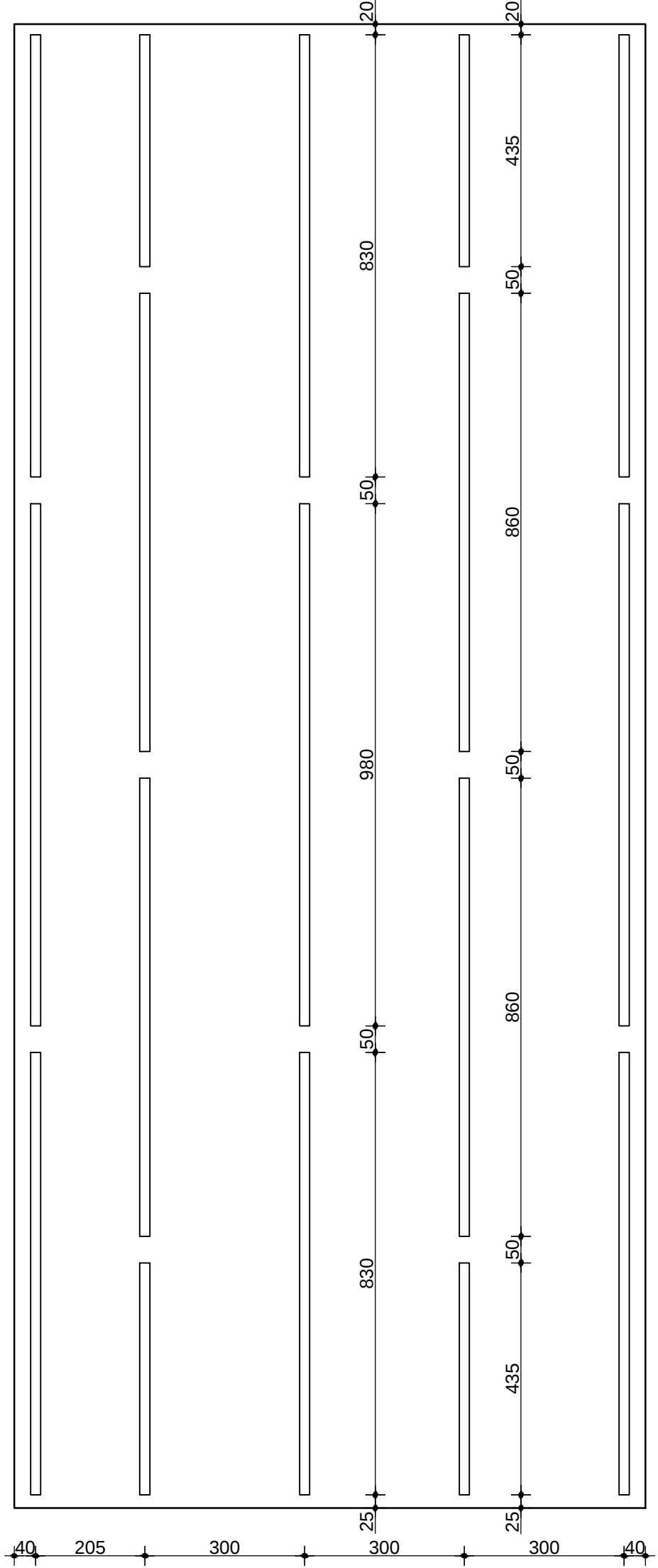
Doorsnede
schuifprofiel

Ophangstelsysteem	schaal	tekeningnummer
datum	getekend	
25.11.2014	HS	V04

3. Maatvoering springen in gevelproduct



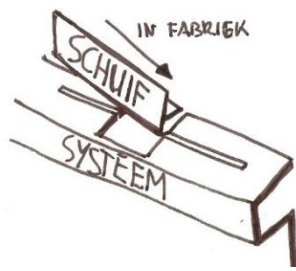
4. Rabatverdeling in gevelproduct



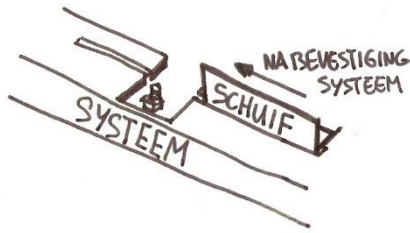
5. Aanpassingen gevelproduct

Bevestiging

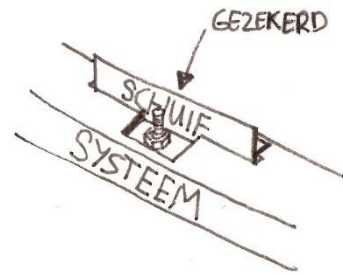
In eerste instantie was de bevestiging eenvoudig ontworpen doordat er 1 inkeping in het staal gemaakt zou worden zodat de schuif zich heen en weer kon bewegen (zie afbeelding 1, 2 & 3).



Figuur 1; Plaatsing schuifelement aan gevelsysteem in fabriek

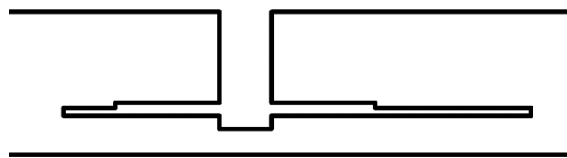


Figuur 2; Na positionering van systeem kan de schuif worden dichtgeschoven

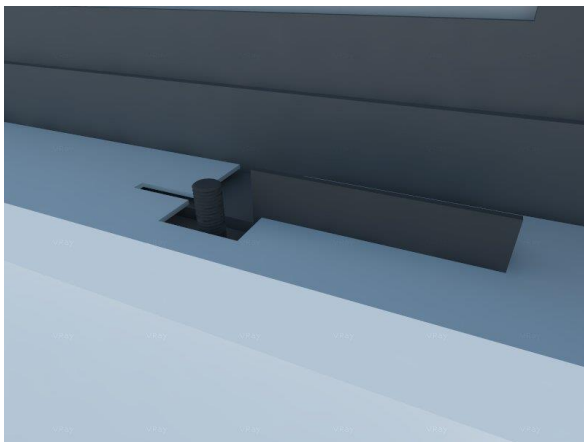


Figuur 3; Nadat de schuif is dichtgeschoven is het systeem gezekeerd

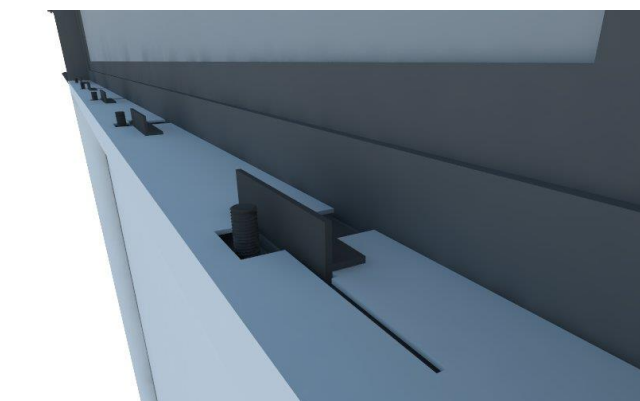
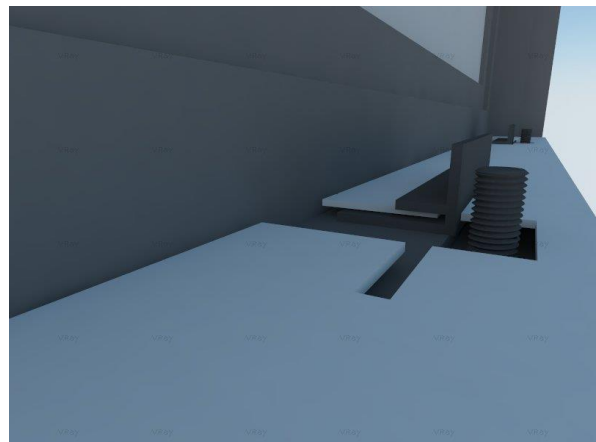
Echter, deze methode voorzag het product nog niet direct van een zekering. Wanneer de zijwaartse kracht op een schuif hoog genoeg zou zijn dan zou deze alsnog kunnen losschuiven. Om dit te voorkomen is achteraf de inkeping zodanig vormgegeven dat deze groter werd, waardoor de schuif zich in een soort opening kon verzinken (zie afbeelding 4). Wanneer de schuif zich hier in bevindt is het systeem gezekeerd gezien de schuif is ingeklemd op deze positie en nooit zomaar los kan schuiven.



Figuur 4; Vormgeving sparing met inkeping



Figuur 2; Schuif in open positie



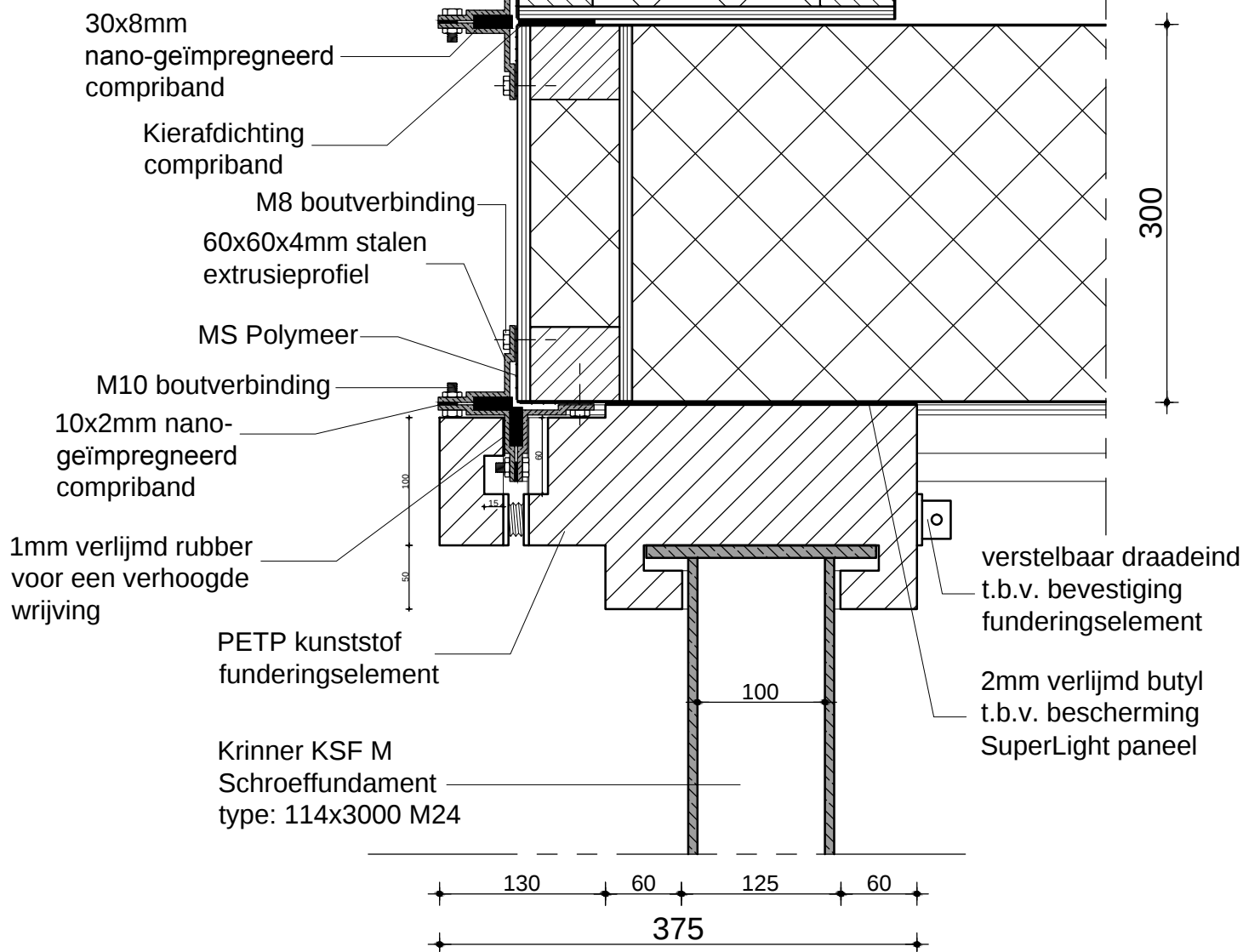
Figuur 1; Schuif in dichte positie

6. Technische uitwerking funderingsproduct

opbouw gevelpakket (bu-bi)

- SuperLight 2030 element:

- 1mm aluminium
gecoat RAL 9007
- 296mm EPS
- 1mm aluminium
gecoat RAL 9007

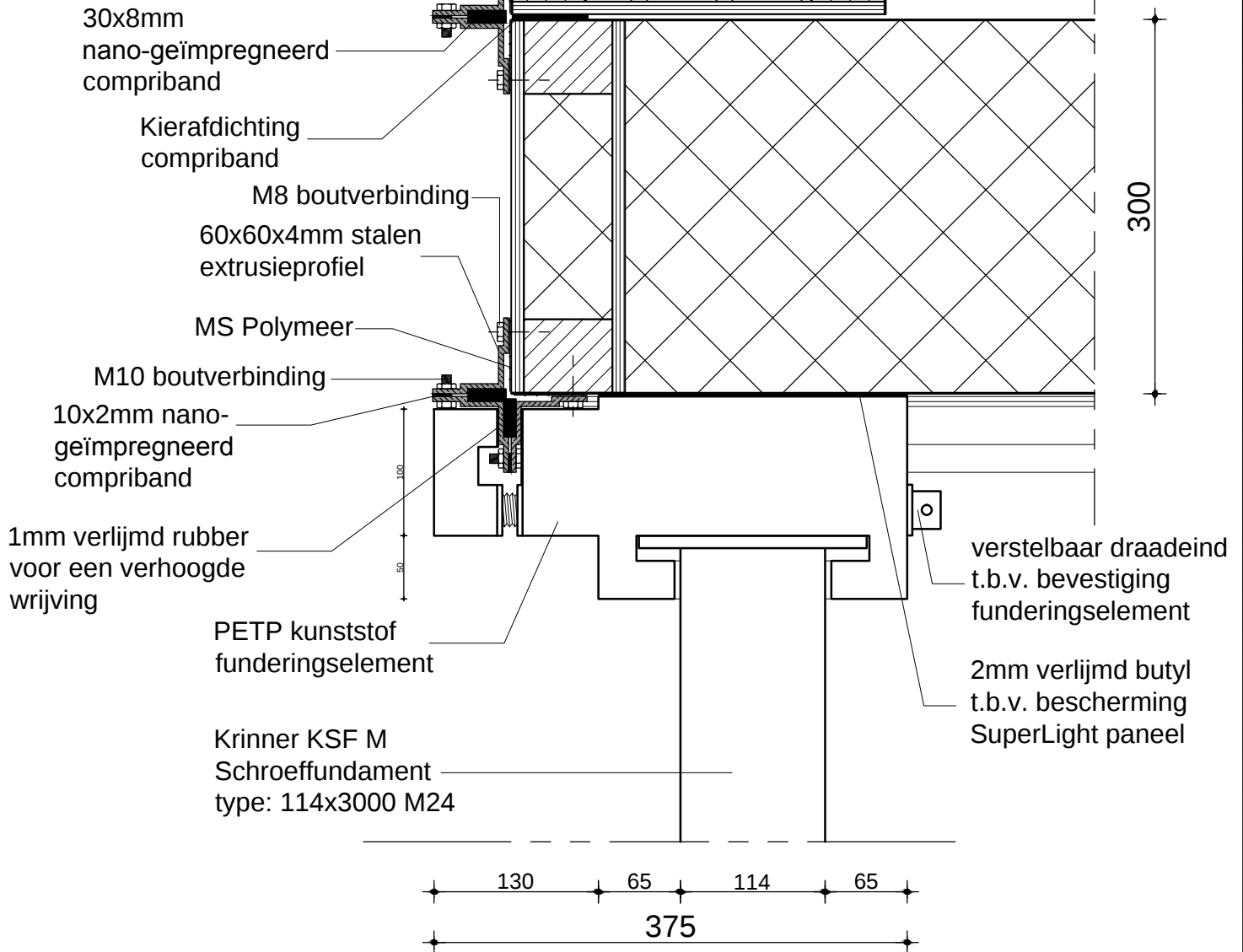


Doorsnede	schaal	1:5	tekeningnummer V02
	getekend		
datum	25.11.2014	HS	

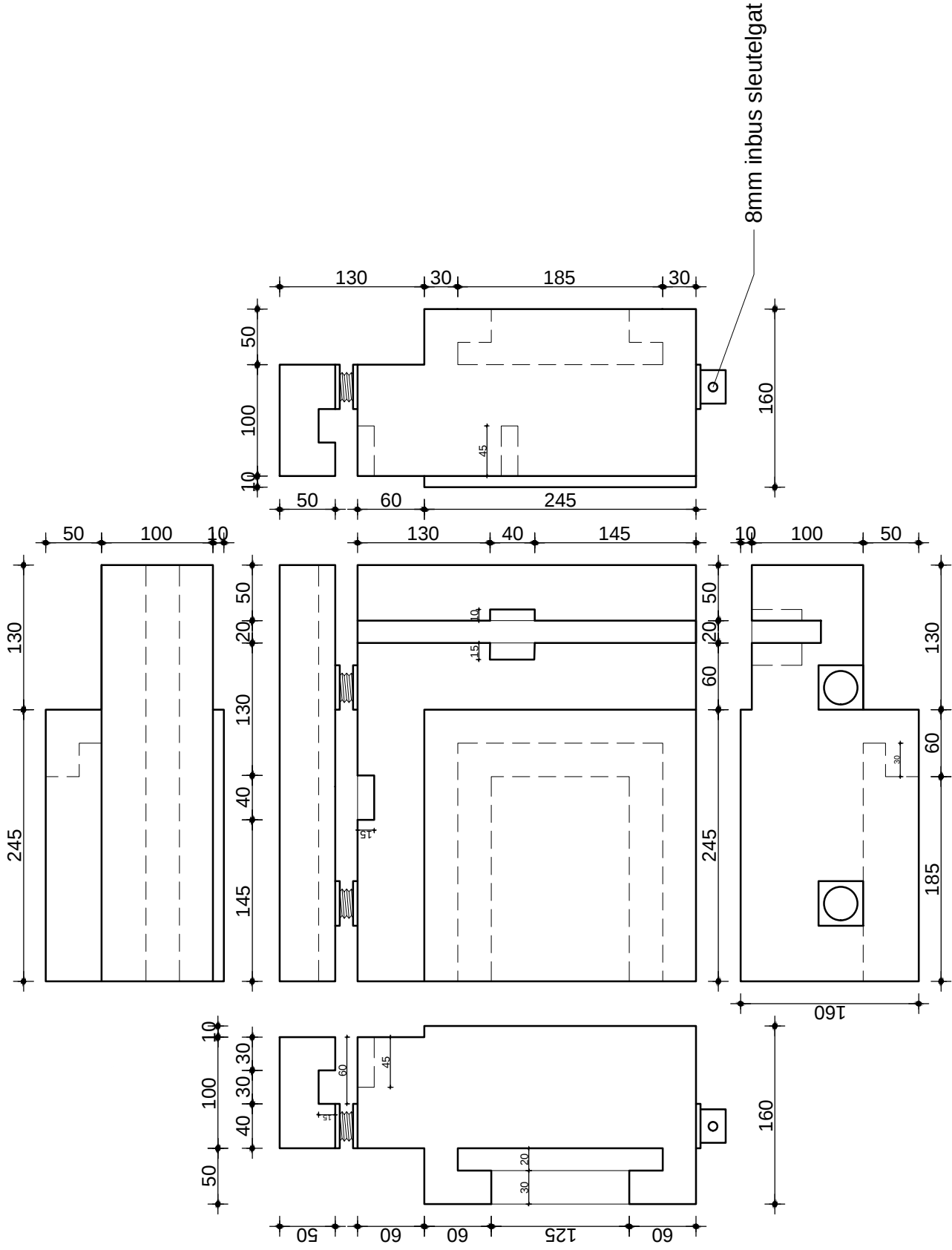
opbouw gevelpakket (bu-bi)

- SuperLight 2030 element:

- 1mm aluminium
gecoat RAL 9007
- 296mm EPS
- 1mm aluminium
gecoat RAL 9007

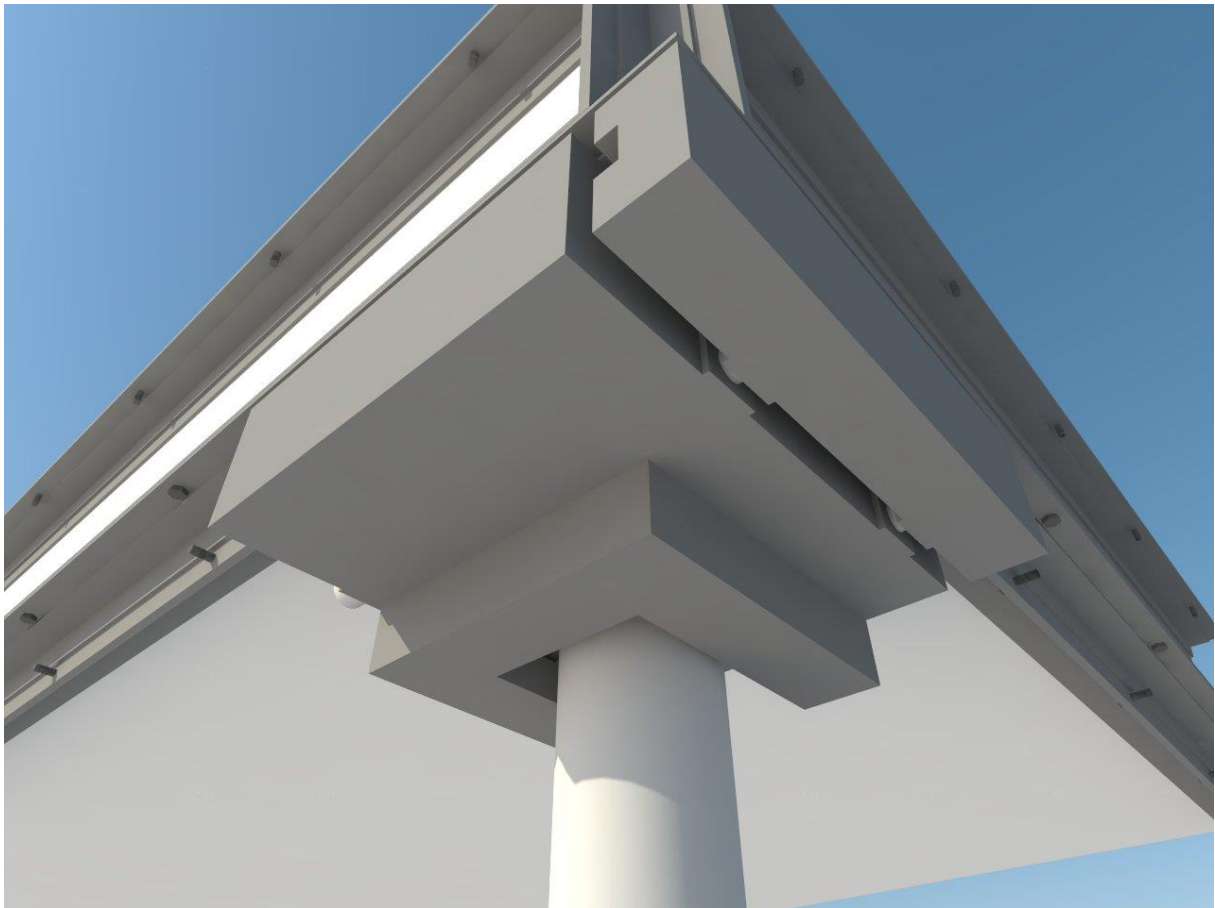
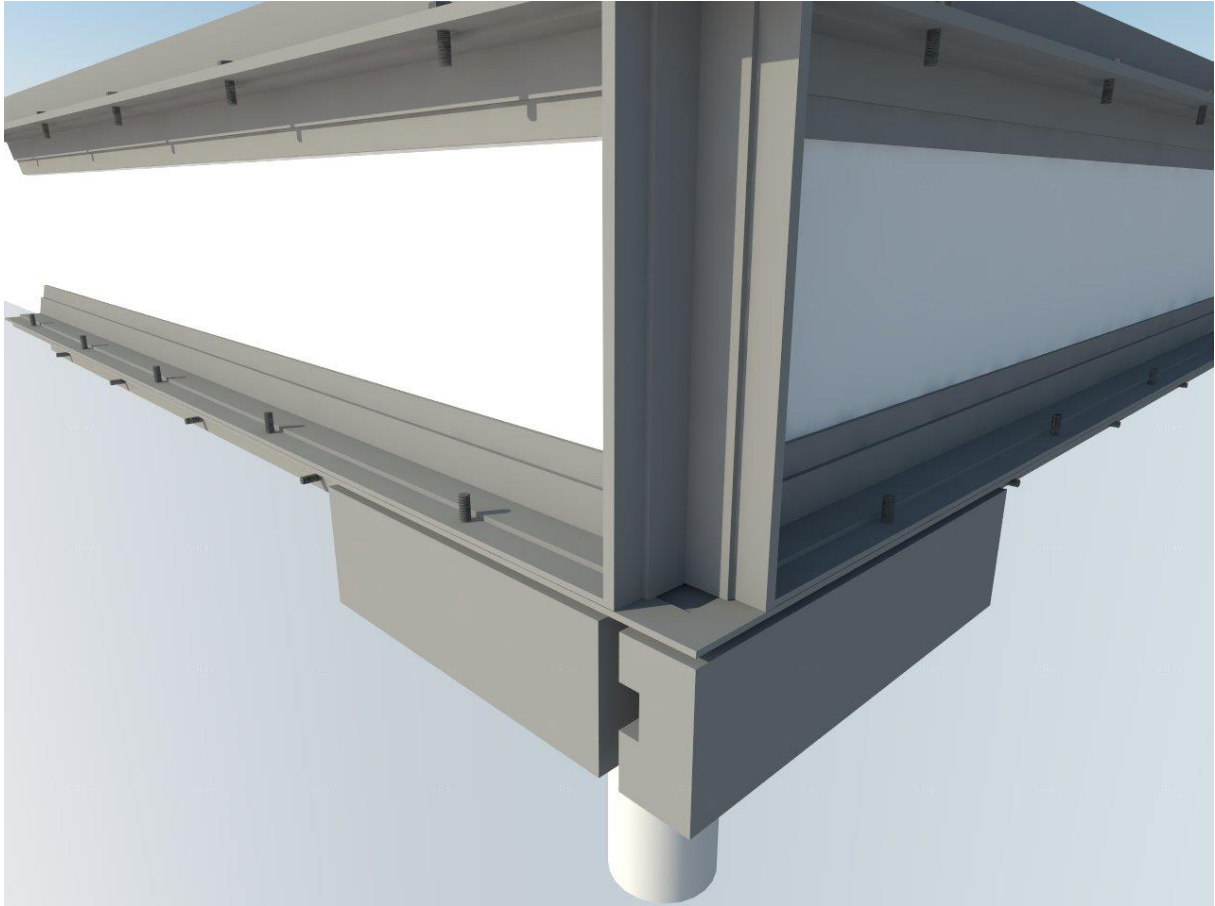


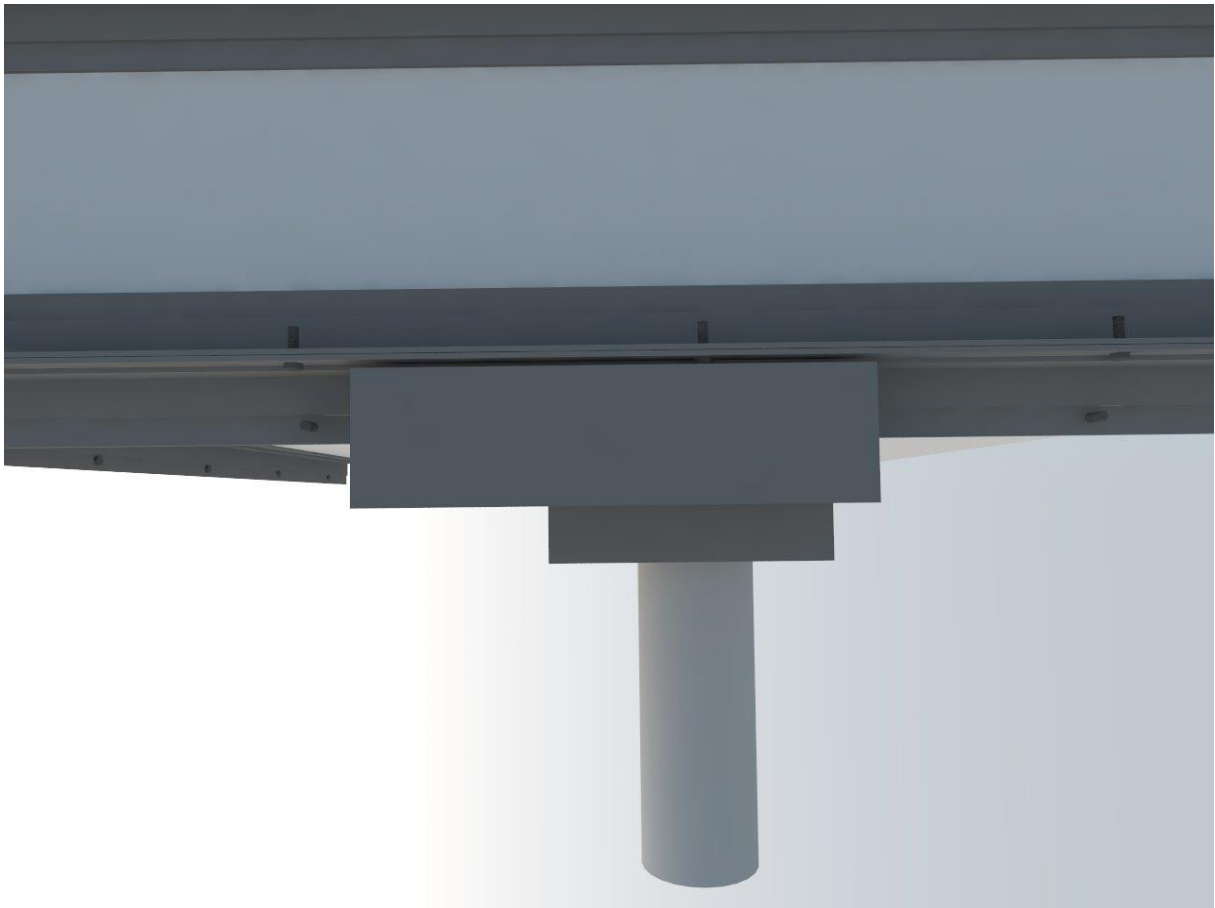
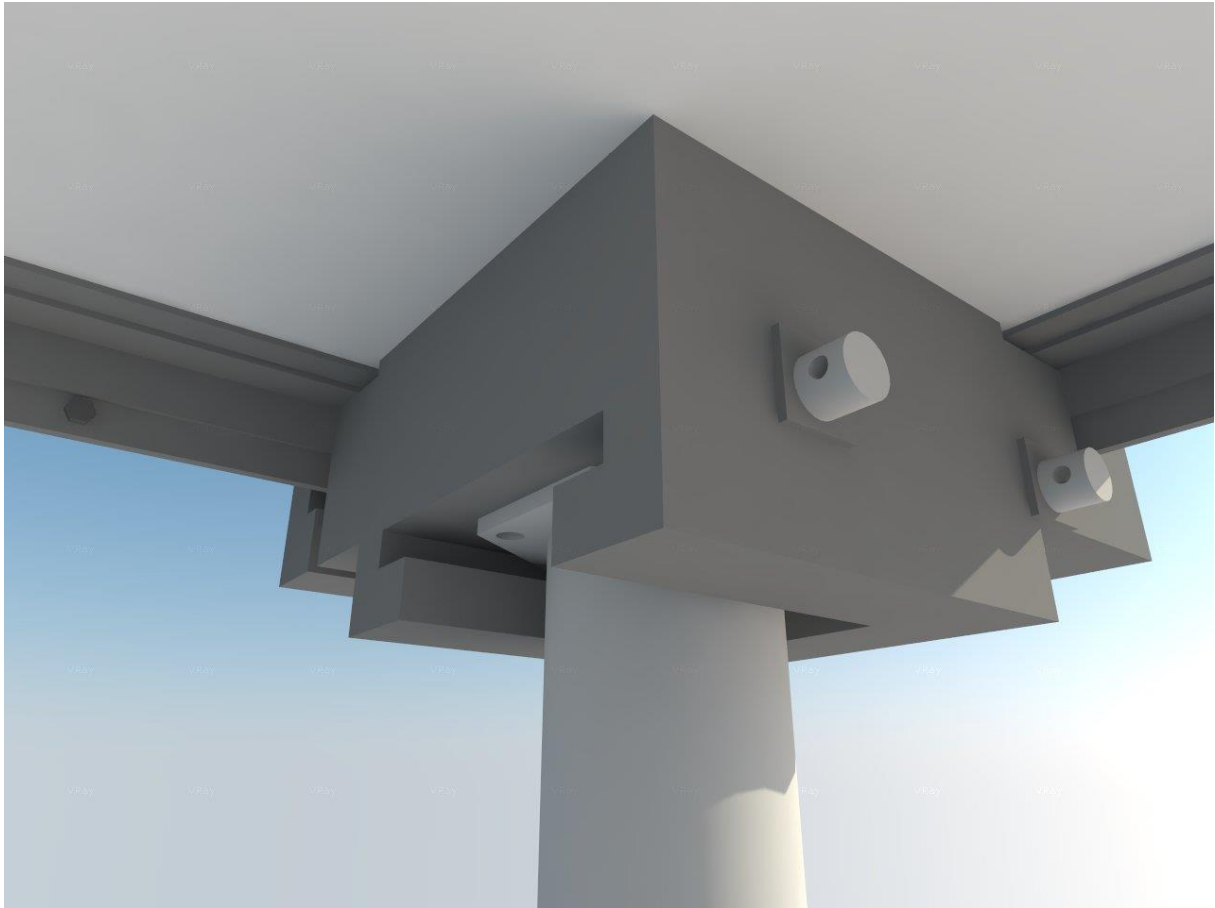
Aanzicht	schaal	1:5	tekeningnummer
	getekend		
datum	25.11.2014	HS	V01

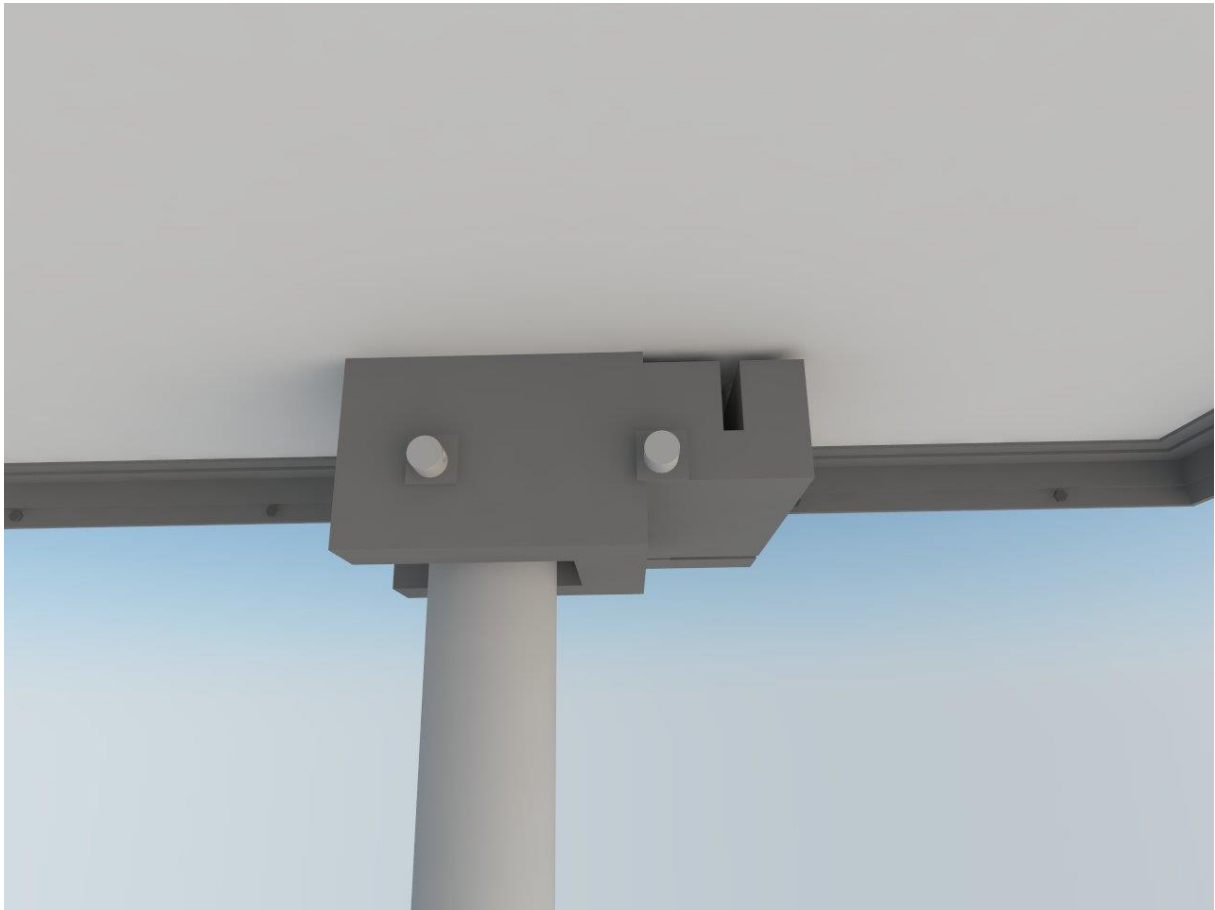


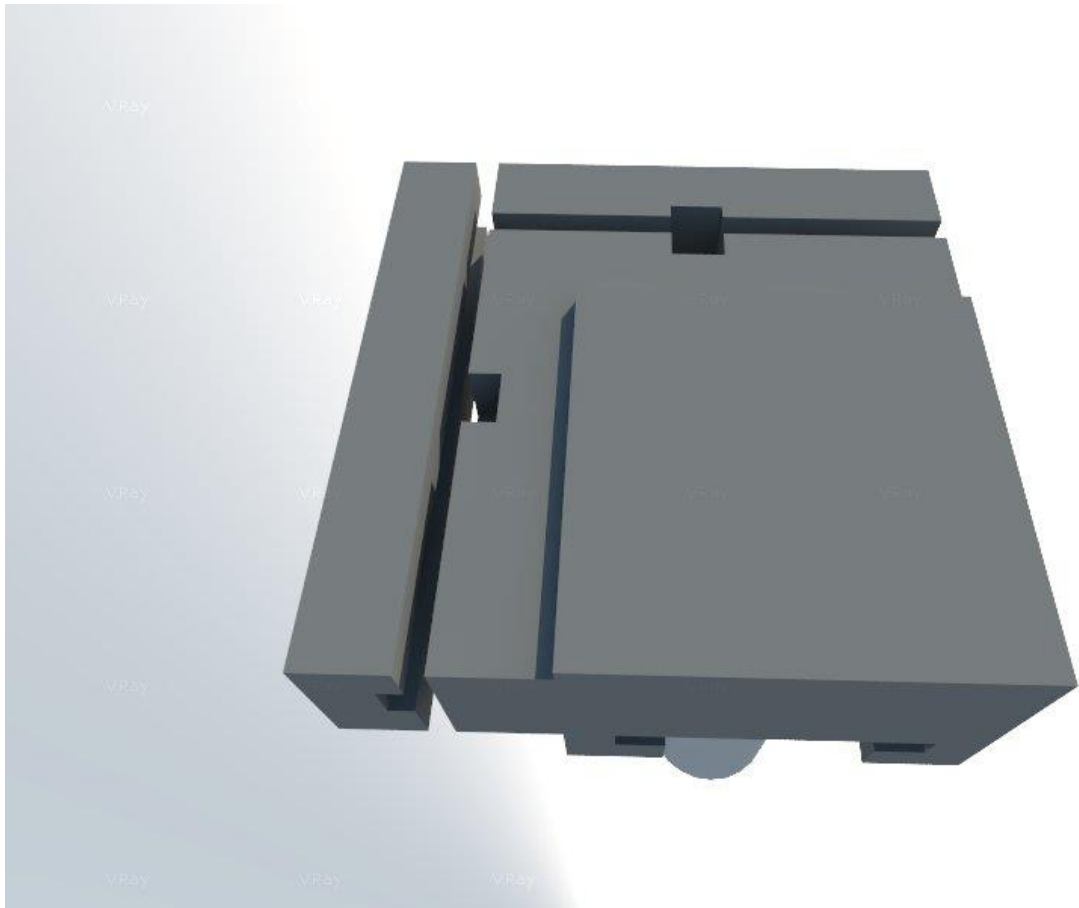
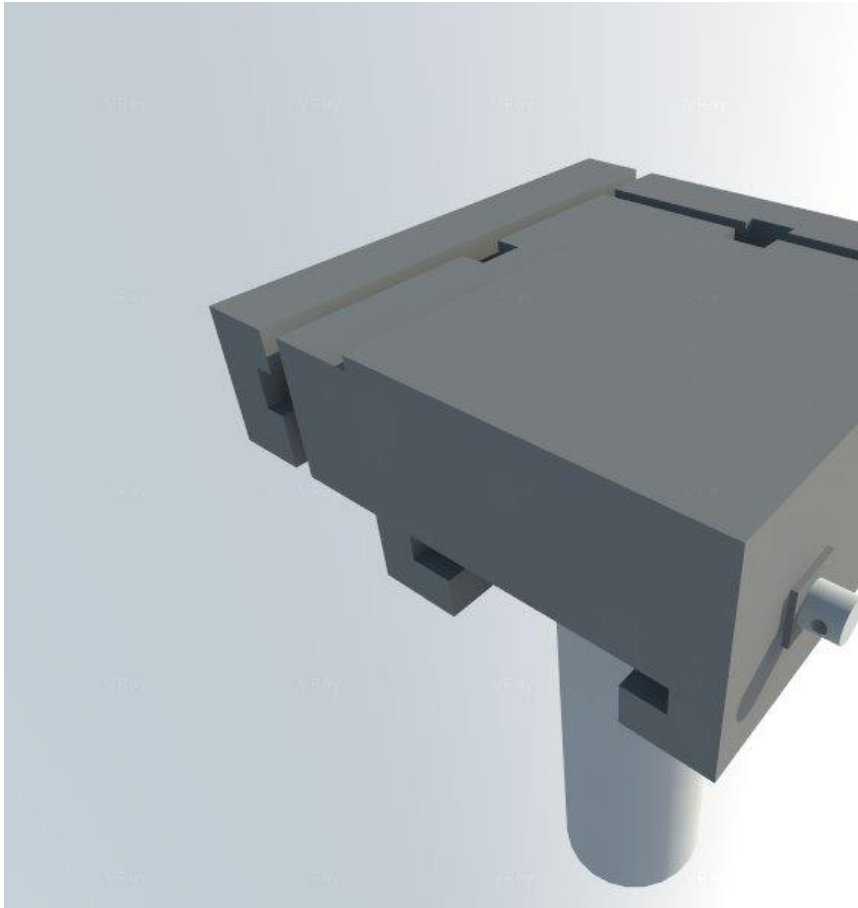
Productblad		schaal	1:5	tekeningnummer V03
datum	25.11.2014	getekend	HS	

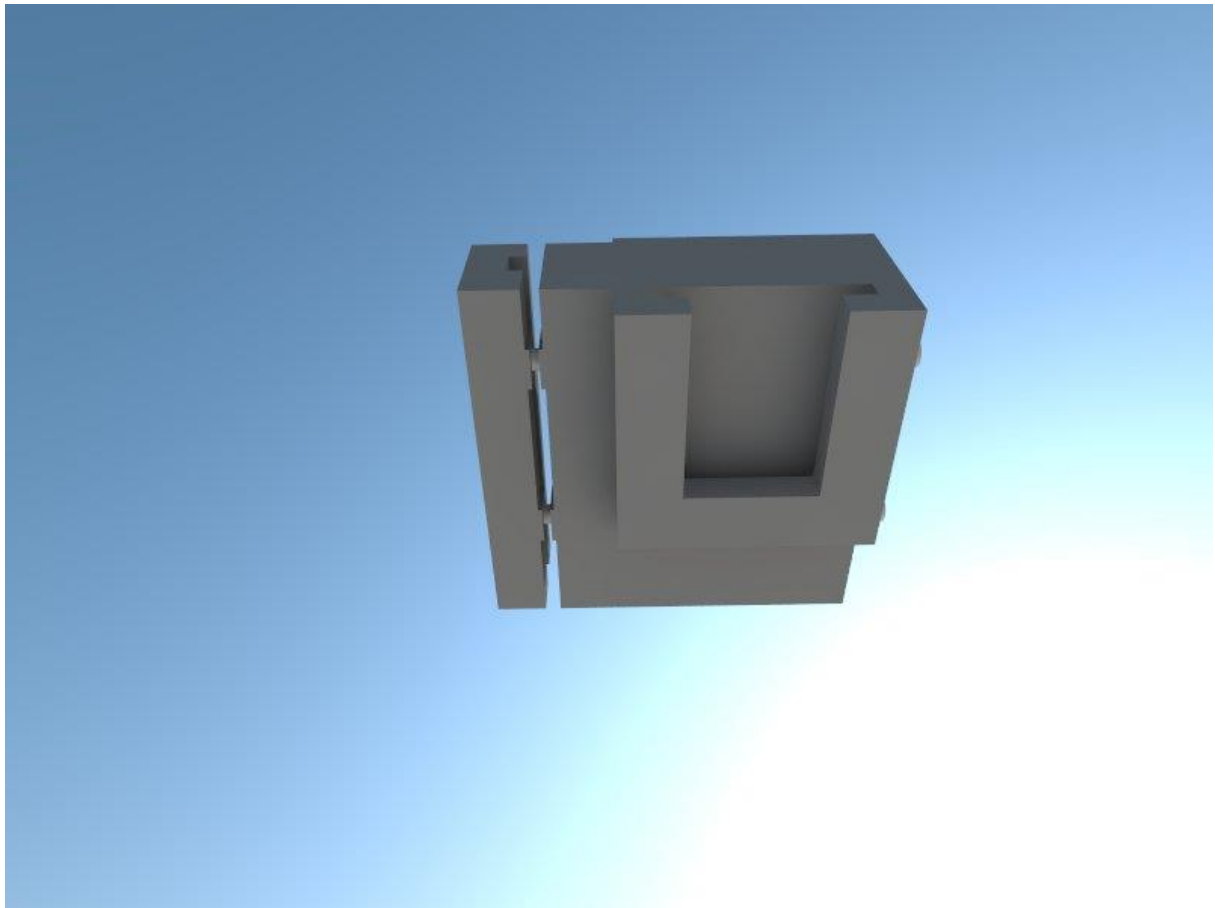
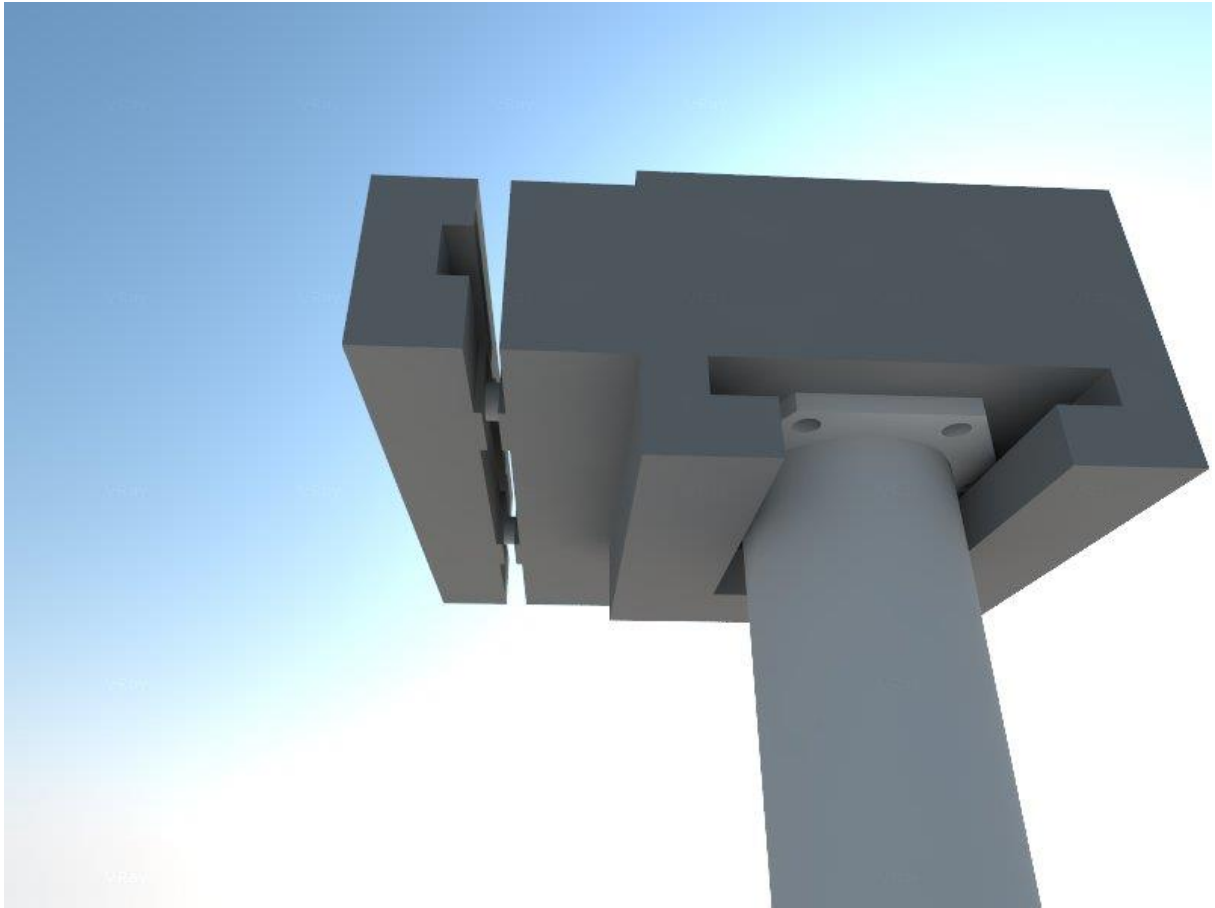
7. Geïllustreerde weergave werking funderingsproduct

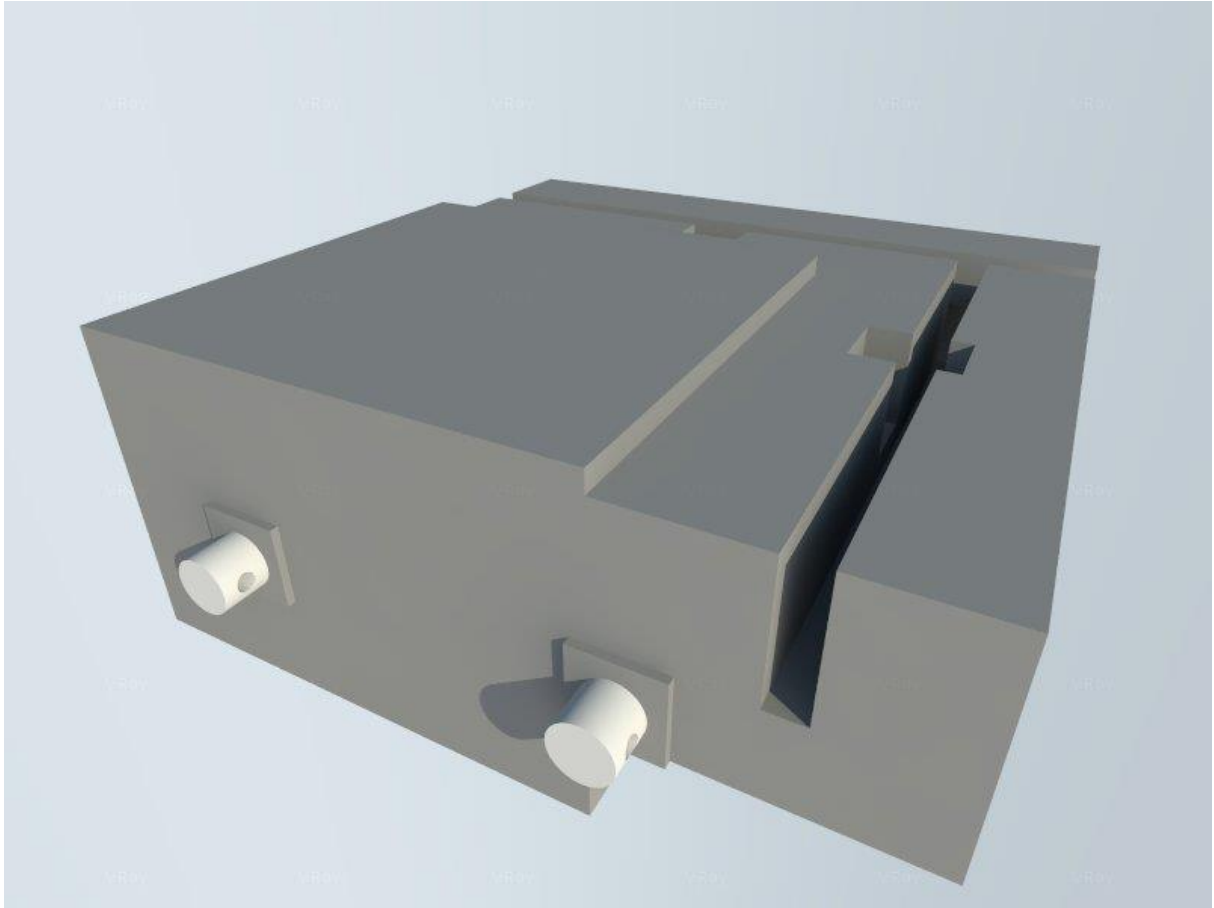








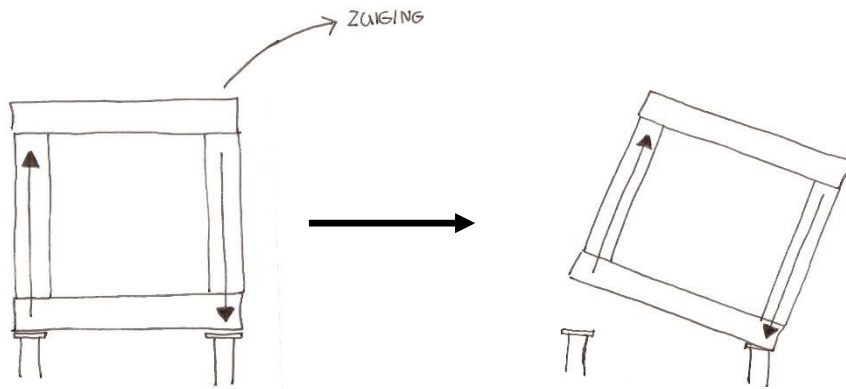




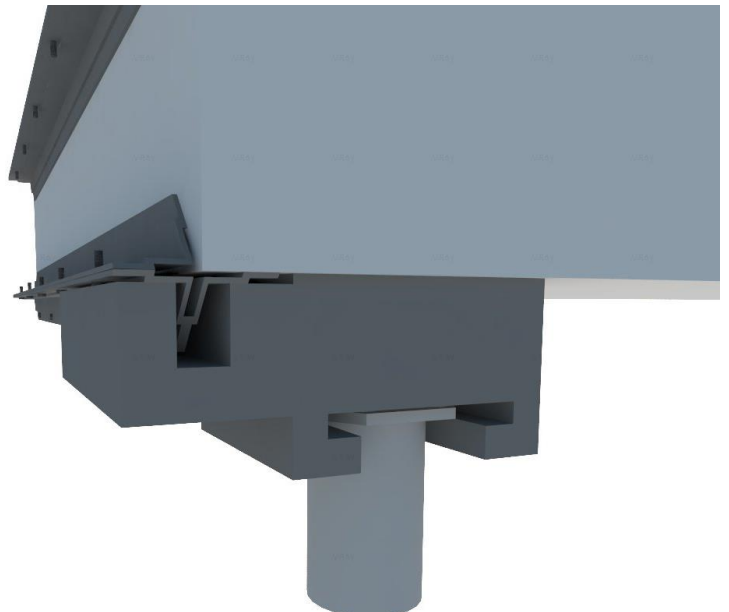
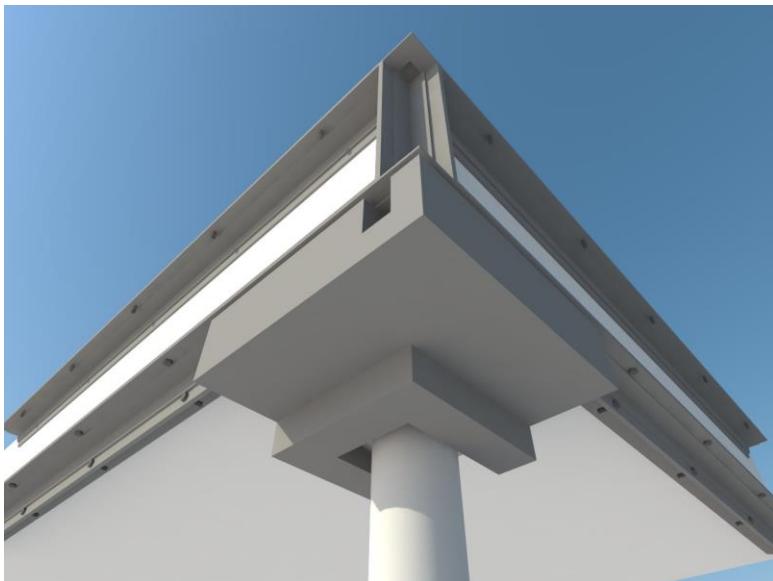
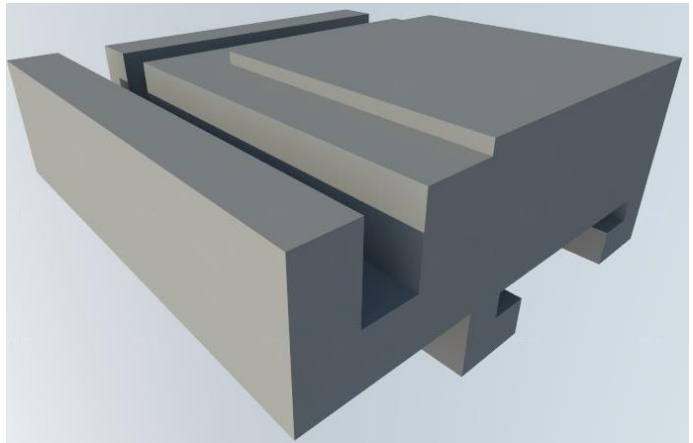
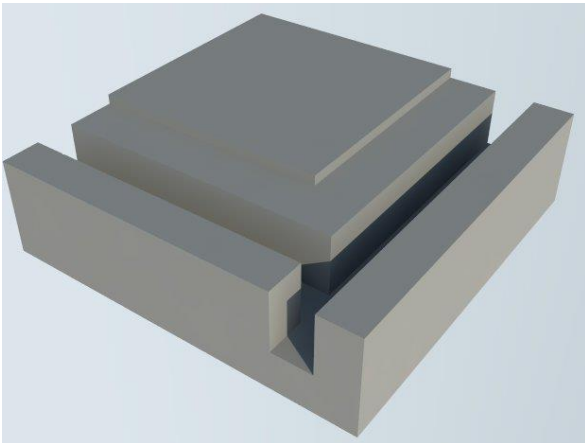
8. Aanpassingen funderingsproduct

Bevestiging

Bij een constructie komen er diverse krachten op een fundering, waaronder neerwaartse en opwaartse krachten. Door zuiging van wind kan het bijvoorbeeld voorkomen dat het bouwwerk zich los wil trekken in opwaartse richting (zie afbeelding 1). In eerste instantie was hier niet goed over nagedacht en aan de hand van een opmerking tijdens de validatie over hoe het product nu aan het systeem was bevestigd, is er een alternatief ontwikkeld. Zoals in onderstaande afbeeldingen te zien is, zou er bij het product eerst alleen sprake zijn van oplegging. Het product gaat geen bevestiging/verbinding aan met het systeem, waardoor deze niet in staat zou zijn de eventueel voorkomende krachten op te nemen.



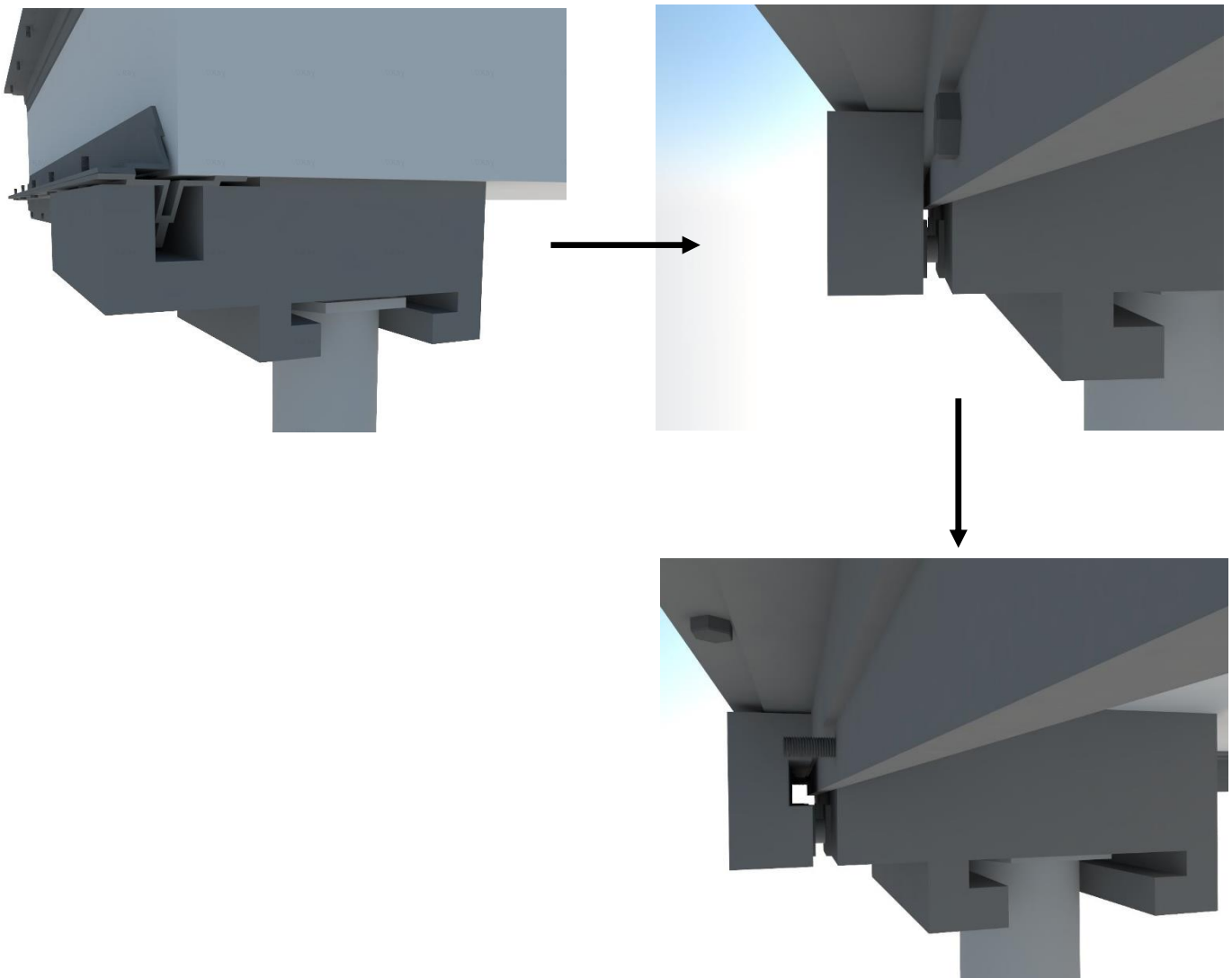
Figuur 1; Reactie bouwwerk op zuiging wanneer de fundering deze krachten niet kan tegen gaan



In het nieuwe ontwerp is er door middel van inklemming voor gezorgd dat het product zich bevestigt aan het systeem, waardoor het tevens opwaartse krachten tegen zal kunnen gaan. Doordat er een draadeinde door het product heen gaat konden niet beide sparingen van deze bevestiging voorzien worden. In dat geval zouden de draadeinden elkaar namelijk kruisen midden in het product gezien er te weinig hoogte is om deze boven elkaar te plaatsen in het product.

Sparing

Doordat de sparing verstelbaar was geworden moest er een nieuwe vormgeving ontwikkeld worden voor de sparing. Dit kwam doordat deze zodanig ruim was opgezet zodat de boutverbinding tussen de koppelprofielen hier geheel in zou kunnen. Echter, wanneer het product nu aangedraaid wordt en voor inklemming zou zorgen, zouden de boutverbindingen een probleem vormen. Doordat er sparingen in het product geplaatst zijn, kunnen de bouten zich hier eenvoudig in verzinken. Echter, door het product nogmaals aan te passen kon er effectief gebruik gemaakt worden van de draad. Bij de nieuwe vormgeving geven de bouten een extra 'zekering' bij de sparing wanneer deze wordt ingeklemd.



9. Multi criteria analyse materiaalkeuze funderingsproduct

Om duidelijk te krijgen welk materiaal het meest geschikt is om de flexibele oplossing tussen het SuperLight systeem en de schroeffundering te realiseren, zullen de kwaliteiten en eigenschappen van verschillende materialen in een multi criteria analyse met elkaar vergeleken worden. De materialen zullen op verschillende kwaliteiten getoetst worden, namelijk de *levensduur* van het materiaal, het soortelijk *gewicht*, de *sterkte*, de geschiktheid voor *productie* en de *vochtgevoeligheid*. De materialen welke hier op getoetst zullen worden zijn Azobé hout, HDPE kunststof en S235 staal. De achterliggende keuze voor deze 3 materialen is de geschiktheid voor productie van het product. Vanwege de vormgeving en werking van het product zijn bijvoorbeeld steen of beton geen optie, gezien deze niet geschikt zijn voor de productie van dit soort producten.

Azobé hout

Om tot Azobé hout te komen is de functie van het product samen met de eigenschappen van verschillende houtsoorten in acht genomen. Eerst is er vastgesteld welke duurzaamheidsklasse het hout zou moeten hebben om in aanmerking te komen voor het product (Azobé Lophira Alata, 2005). Hierna kon er een keuze gemaakt worden tussen de verschillende houtsoorten binnen deze duurzaamheidsklasse. De houtsoorten uit de duurzaamheidsklasse I (Houtsoortenkeuze en toepassingen, 2009) zijn vergeleken via de houtdatabase (www.houtdatabase.nl) Er is uiteindelijk gekozen voor Azobé hout vanwege de hoge dichtheid (mede i.v.m. vochtopname) en sterkte.

PETP (polyetheentereftalaat)

Bij de toepassing van kunststof is er de keuze uit veel verschillende soorten, echter gezien de functie moet er een harde kunststof toegepast worden welke voldoende druksterkte kan opnemen. Uit een selectie van bouwkunststoffen (Leveringsmap kunststof, 2007) zijn diverse kunststoffen met elkaar vergeleken, waaruit bleek dat PETP de meest geschikte kunststof was. Dit kwam doordat de karakteristieke eigenschappen (Leveringsmap kunststof, 2007) van deze kunststof zeer goed aansluiten bij de te vervullen functie.

S235 staal

Zoals de praktijk ons leert zijn er veel verschillende soorten constructiestaal met zo elk hun eigen karakteristieke eigenschappen. Gezien staal een uitermate sterk product is, kon er gekozen worden voor een veel toegepaste staalsoort, namelijk S235 staal. De reden hiervoor was dat wanneer een ander type staalsoort toegepast zou worden, dit slechts voor over dimensionering zou zorgen en geen enkele toegevoegde waarde zou bieden. Tevens zou dit alleen maar zorgen voor een onnodige toename in gewicht.

Toetsing

Zoals gezegd zullen de materialen getoetst worden op diverse criteria, echter het ene criterium zal een zwaardere weging hebben dan een ander. Zo zal de toetsing op de vatbaarheid van industriële productie en het gewicht een zwaardere weging hebben dan die van de druksterkte en vochtopname. Dit komt doordat de keuze van het materiaal zo optimaal mogelijk op de visie van het product afgestemd dient te worden.

Conclusie

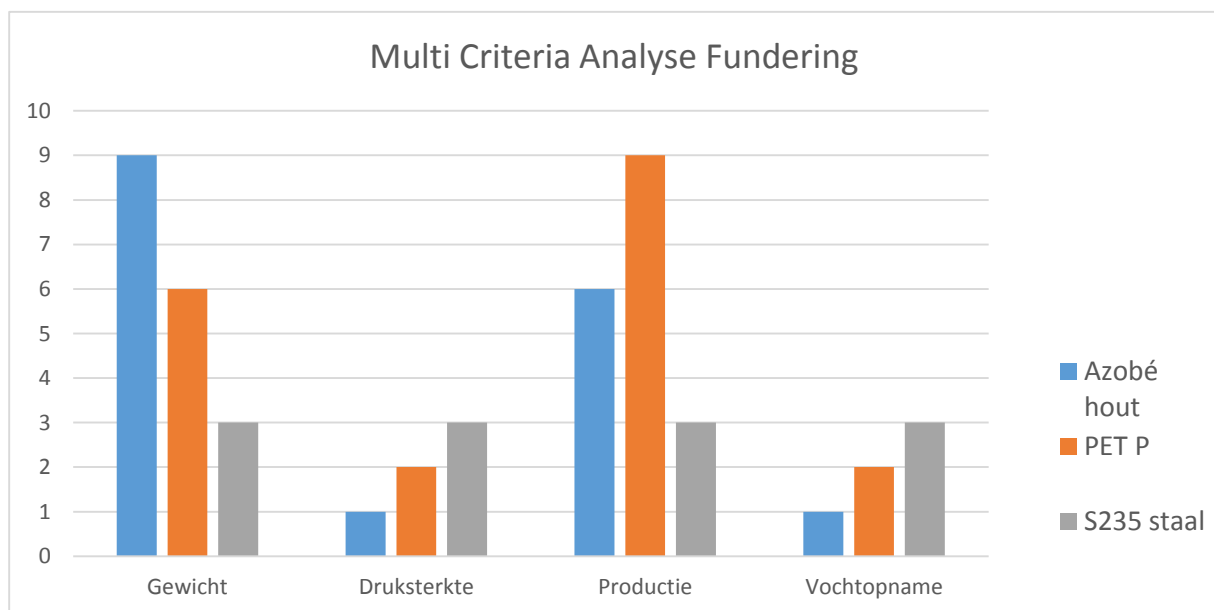
Uit de Multi Criteria Analyse is gebleken dat het PET P (polyetheentereftalaat) het beste geschikt is als materiaal voor het desbetreffende product. Op de volgende pagina is weergegeven hoe deze conclusie tot stand is gekomen middels de vergaarde gegevens.

Gegevens

		Azobé hout	PET P (polyetheentereftalaat)	S235 staal
Weging	Criterium			
x3	Gewicht	900-1100 kg/m ³	1370 kg/m ³	7800 kg/m ³
x2	Druksterkte	72 N/mm ²	145 N/mm ²	360 N/mm ²
x3	Productie*			
x1	Vochtopname	1,5% - 8%	<0,2 %	0%

*gewaardeerd op een schaal van 1 t/m 3, waarbij 1 het slechtst.

Figuur 1; eigenschappen verschillende materialen t.b.v. MCA; Gebruikte bronnen: Tabellenboek voor bouw- en waterbouwkundigen, Het houtblad (uitgave februari 2005) over Azobé, informatiesheet kunststofleverancier Hamel metaal

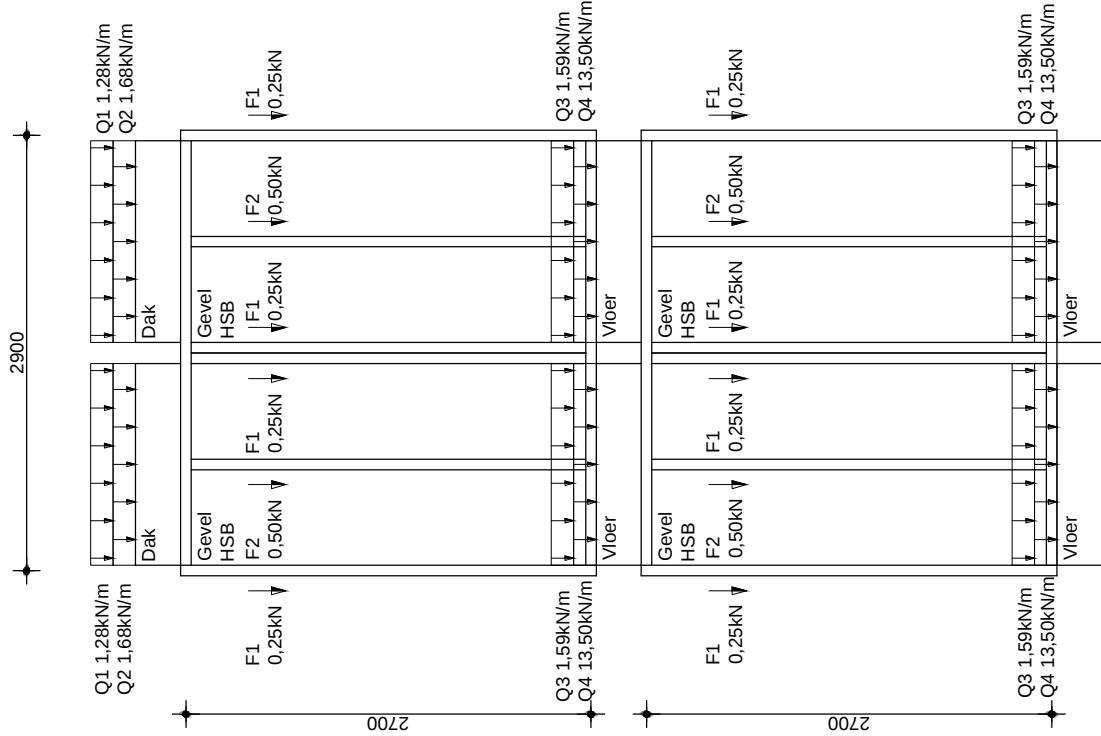


TOTAAL SCORES MATERIALEN

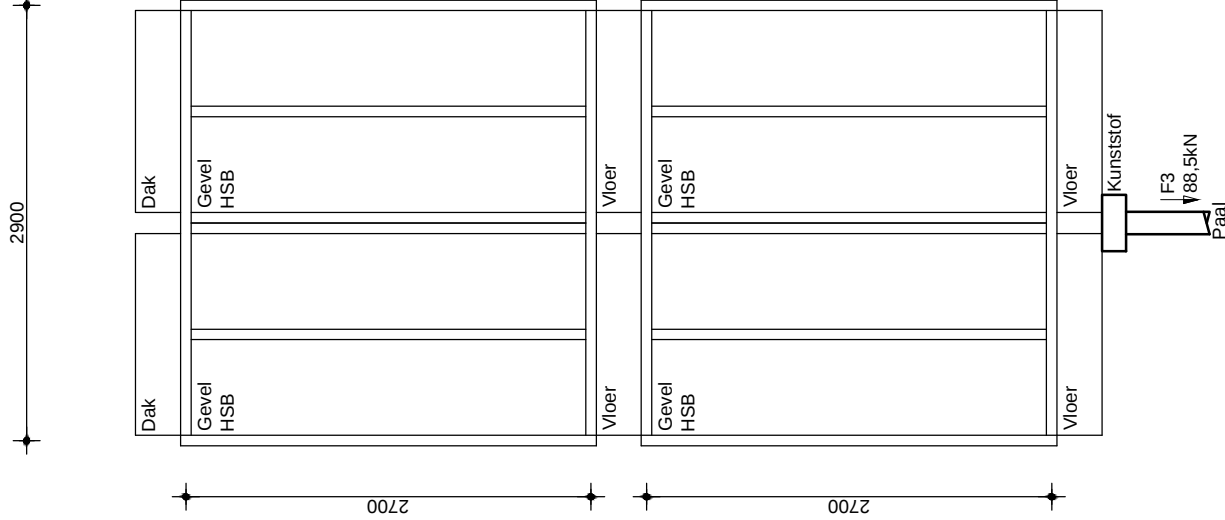
Azobé hout	17
PET P	19
S235 staal	12

10. Krachten verloop

Verdeling krachten in de gevel en vloeren



Maatgevende belasting in de paalfundering



Constructie		tekeningsnummer	
datum	25.11.2014	schaal	1:50
		getekend	HS

B01

11. Enquêtering

Productie '**fundering**':

1. Hoe geschikt vindt u de maten van het product voor industriële fabricage
2. Hoe geschikt ervaart u de handelingen die verricht moeten worden, om het product te realiseren, voor industriële fabricage?
3. Hoe zou u de arbeidsintensiviteit voor productie van het product inschatten?
4. Hoe zou u de productie van het product ervaren?
5. Hebt u verder nog vragen, op- of aanmerkingen over het product?

Productie '**gevelsysteem**':

1. Hoeveel ervaring heeft u met soortgelijke systemen?
2. Hoe geschikt vindt u de maten van het product voor industriële fabricage?
3. Hoe geschikt ervaart u de handelingen die verricht moeten worden, om het product te realiseren, voor industriële fabricage?
4. Hoe zou u de arbeidsintensiviteit voor productie van het product inschatten?
5. Hoe zou u de productie van het product ervaren?
6. Hoe geschikt is het product om te produceren door middel van verschillende productiestraten?
7. Hebt u verder nog vragen, op- of aanmerkingen over het product?

Plaatsing '**fundering**':

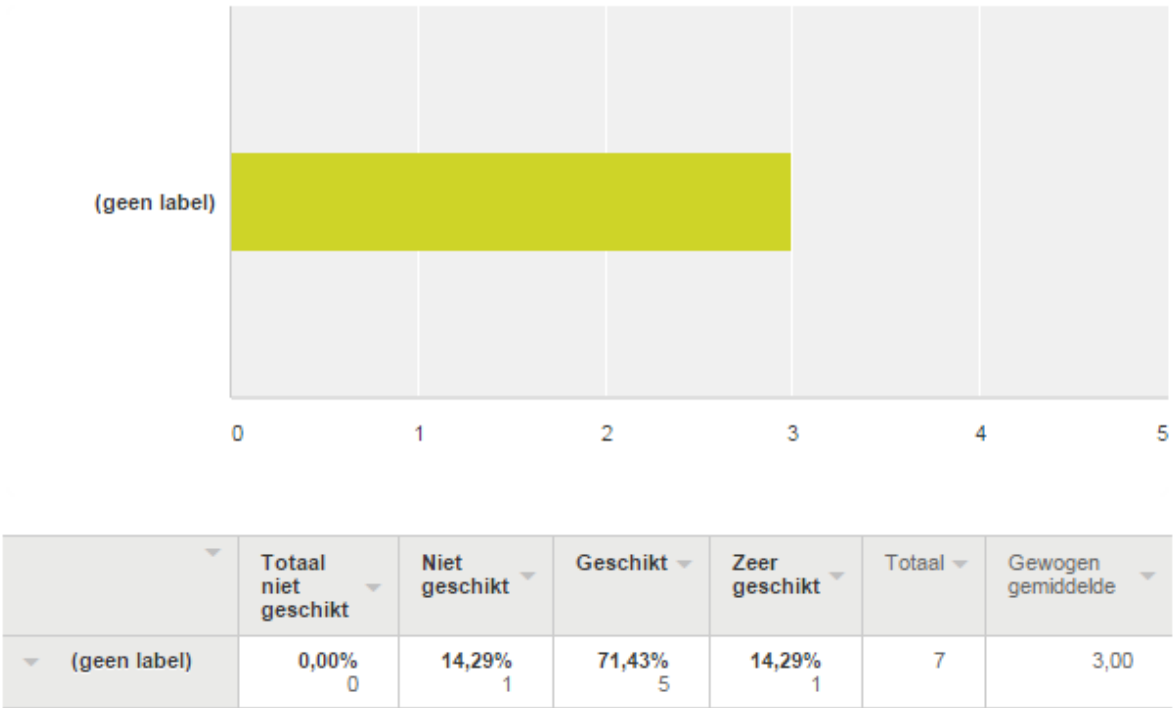
1. Hoeveel ervaring heeft u met soortgelijke systemen?
2. Hoe zou u het ervaren om het product te plaatsen op de reeds geplaatste schroefpalen?
3. Wanneer het SuperLight bouwwerk gedemonteerd zou worden waar het product bij is toegepast, hoe zou u de demontage van het product dan ervaren?
4. Hoe zou u de totale werking (inclusief uitleg) van het product ervaren?
5. Indien u met de huidige kennis van het product en het SuperLight bouwsysteem benaderd zou worden om dit product te plaatsen bij een SuperLight bouwwerk, zou u deze klus aannemen?
6. Hoe ervaart u de algehele flexibiliteit van het product?
7. Hebt u nog verdere vragen, op- of aanmerkingen op het product?

Plaatsing '**gevelsysteem**':

1. Hoeveel ervaring heeft u met soortgelijke systemen?
2. Hoe zou u het ervaren om het product te positioneren zodat het zich voor de positie bevindt waar deze bevestigd zal worden (rekening houdend met variërende hoogtes tussen de 0,3 en 5,9 meter)?
3. Hoe zou u het ervaren om het product aan te brengen aan de koppelprofielen?
4. Hoe zou u het ervaren om het product te zekeren/bevestigen aan de koppelprofielen (dit is nadat het product is aangebracht op de gevel)?
5. Hoe zou u het ervaren om het product als geheel te vervangen/demonteren?
6. Hoe zou u de totale werking (inclusief uitleg) van het product ervaren?
7. Indien u met de huidige kennis van het product en het SuperLight bouwsysteem benaderd zou worden om dit product te plaatsen bij een SuperLight bouwwerk, zou u deze klus aannemen?
8. Hoe ervaart u de algehele flexibiliteit van het product?
9. Hebt u nog verdere vragen, op- of aanmerkingen op het product?

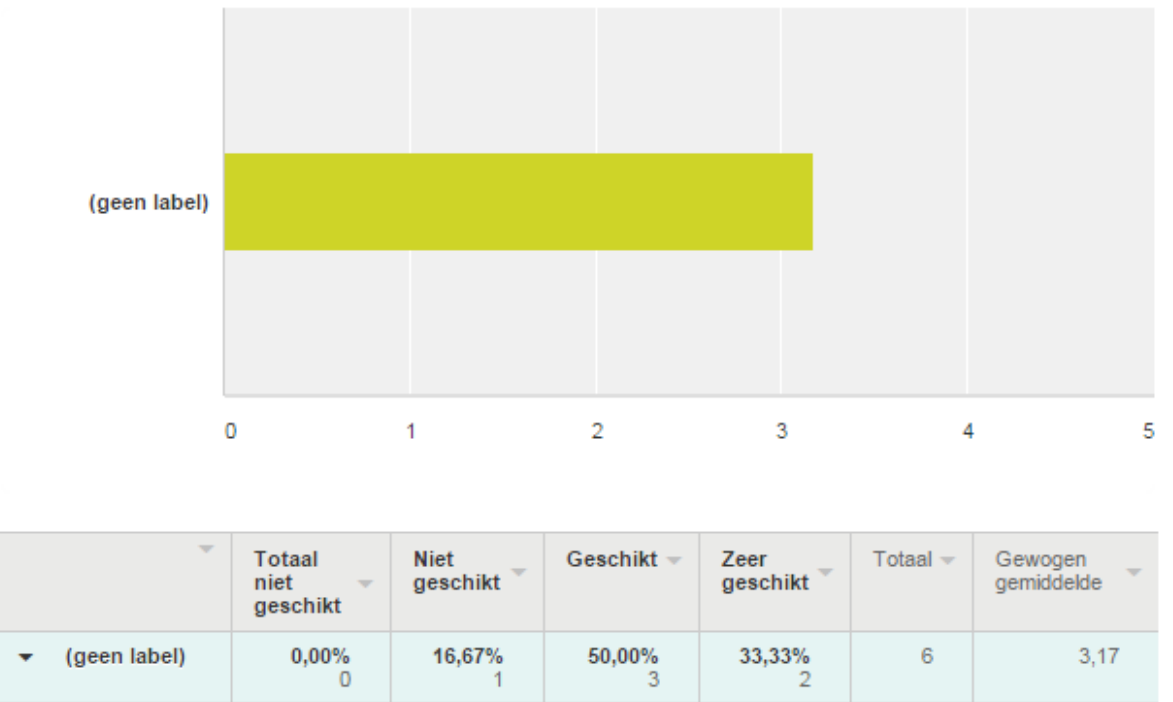
Hoe geschikt vindt u de maten van het product voor industriële fabricage?

Beantwoord: 7 Overgeslagen: 0



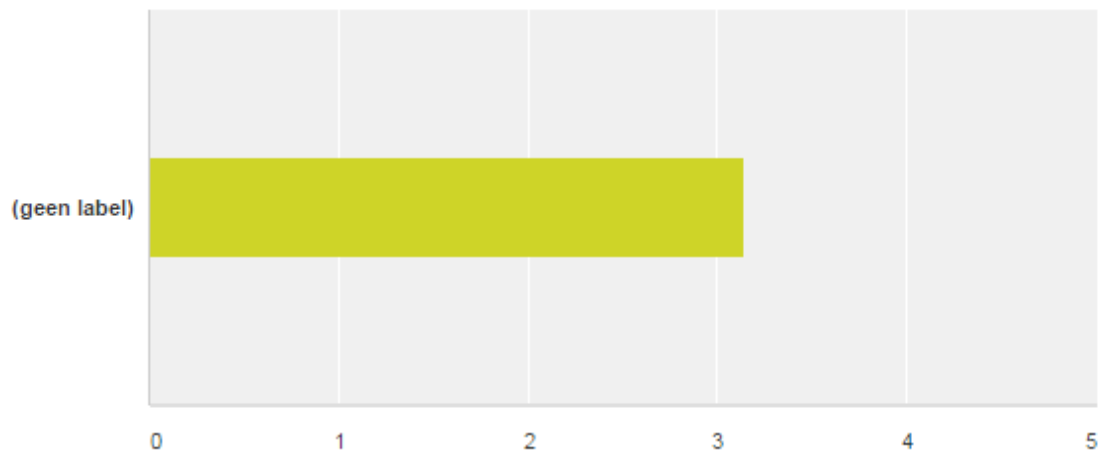
Hoe geschikt ervaart u de handelingen die verricht moeten worden, om het product te realiseren, voor industriële fabricage?

Beantwoord: 6 Overgeslagen: 1



Hoe zou u de arbeidsintensiviteit voor productie van het product inschatten?

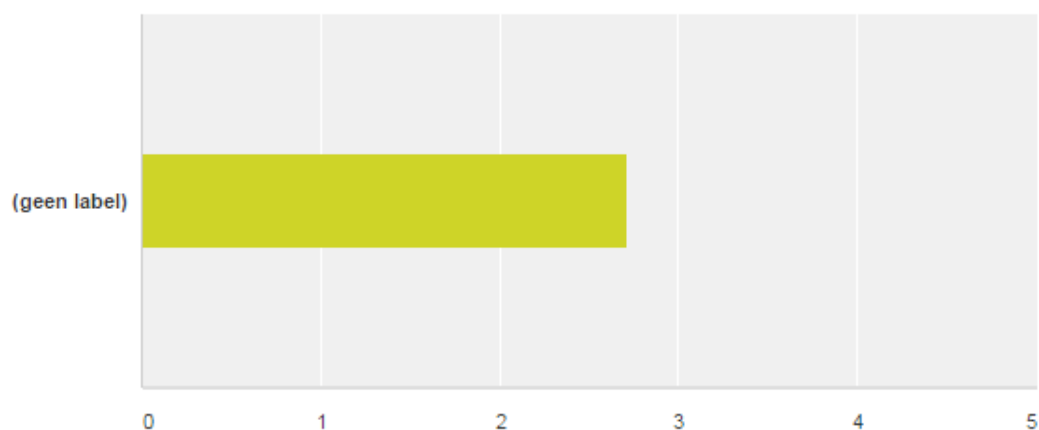
Beantwoord: 7 Overgeslagen: 0



	Ze er h o o g	H o o g	N o r m a a l	L a a g	Ze e r l a a g	T o t a a l	G e w o g e n g e m i d d e l d e
(geen label)	0,00% 0	28,57% 2	42,86% 3	14,29% 1	14,29% 1	7	3,14

Hoe zou u de productie van het product ervaren?

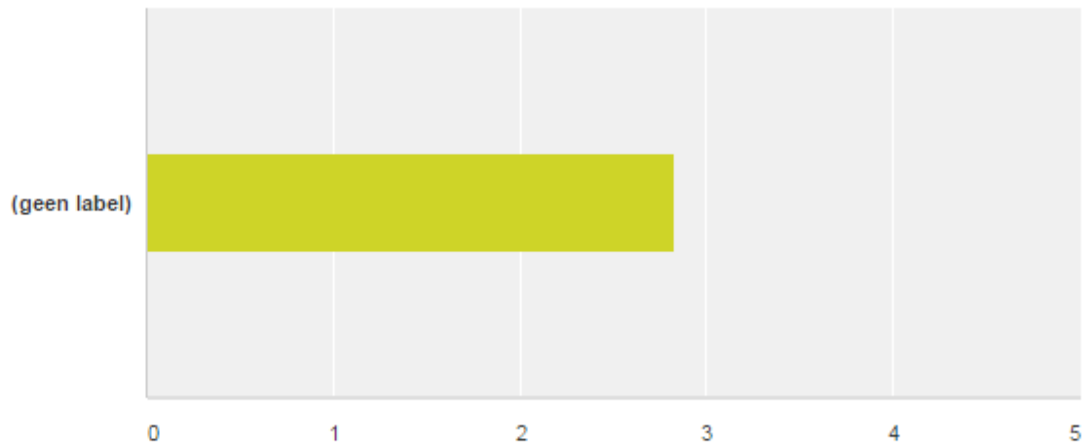
Beantwoord: 7 Overgeslagen: 0



	Ze e r m o e i l i j k	M o e i l i j k	N o r m a a l	E e n v o u d i g	Ze e r e e n v o u d i g	T o t a a l	G e w o g e n g e m i d d e l d e
(geen label)	0,00% 0	57,14% 4	14,29% 1	28,57% 2	0,00% 0	7	2,71

Hoeveel ervaring heeft u met soortgelijke systemen?

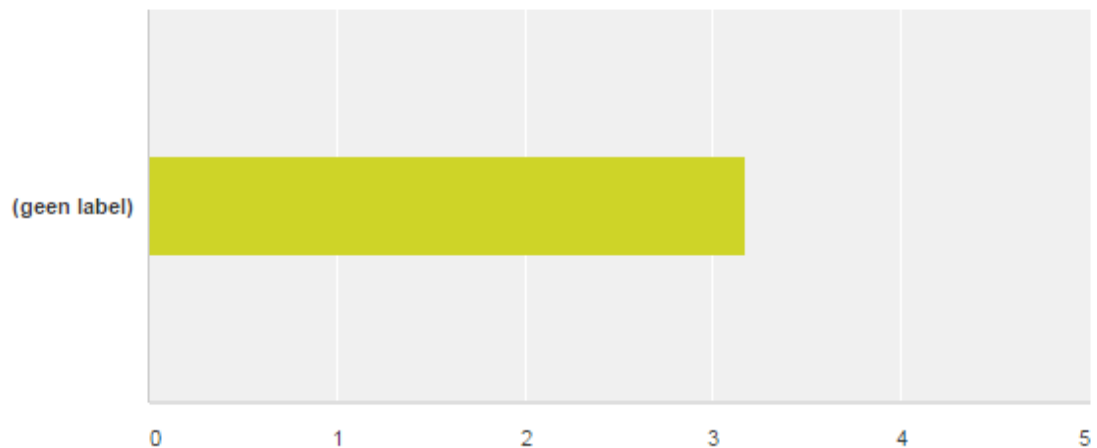
Beantwoord: 6 Overgeslagen: 0



	Geen	Weinig	Gemiddeld	Veel	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	16,67% 1	83,33% 5	0,00% 0	6	2,83

Hoe geschikt vindt u de maten van het product voor industriële fabricage?

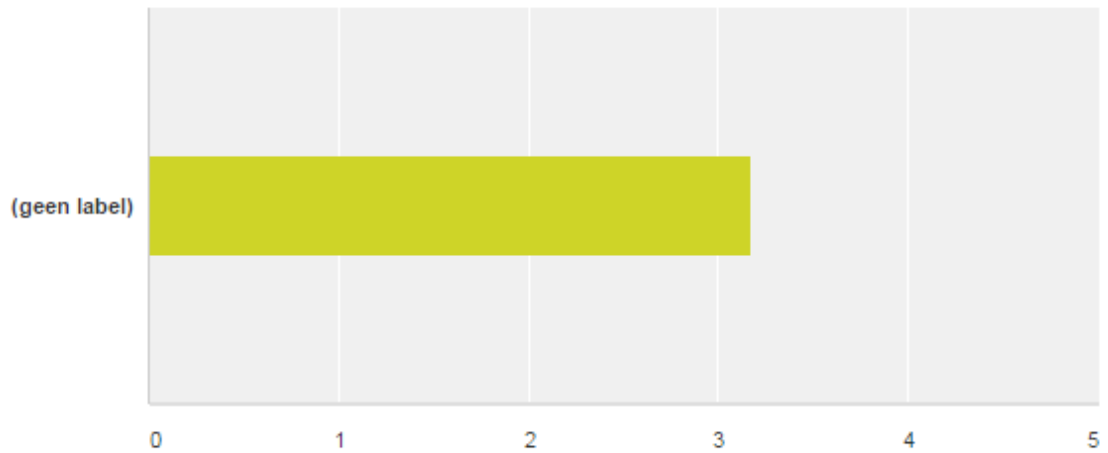
Beantwoord: 6 Overgeslagen: 0



	Totaal niet geschikt	Niet geschikt	Geschikt	Zeer geschikt	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	0,00% 0	83,33% 5	16,67% 1	6	3,17

Hoe geschikt ervaart u de handelingen die verricht moeten worden, om het product te realiseren, voor industriële fabricage?

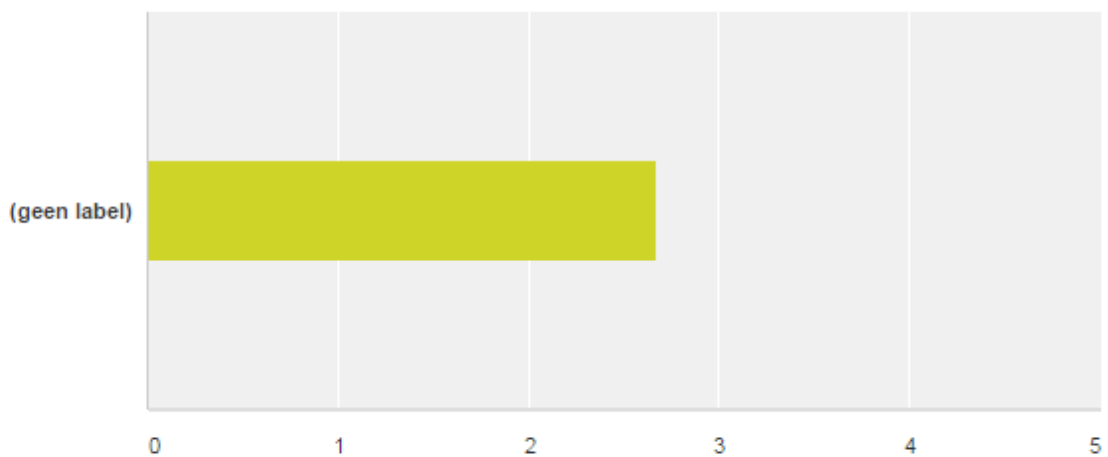
Beantwoord: 6 Overgeslagen: 0



	Totaal niet geschikt	Niet geschikt	Geschikt	Zeer geschikt	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	0,00% 0	83,33% 5	16,67% 1	6	3,17

Hoe zou u de arbeidsintensiviteit voor productie van het product inschatten?

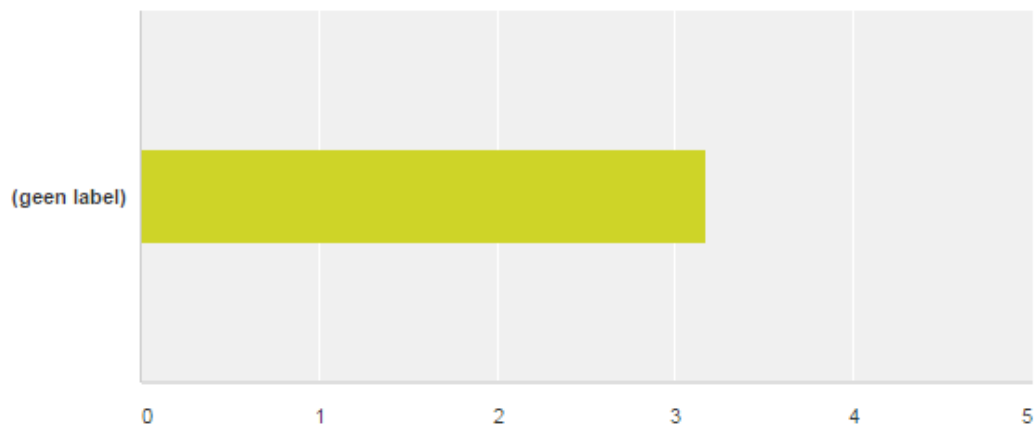
Beantwoord: 6 Overgeslagen: 0



	Zeer hoog	Hoog	Normaal	Laag	Zeer laag	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	33,33% 2	66,67% 4	0,00% 0	0,00% 0	6	2,67

Hoe zou u de productie van het product ervaren?

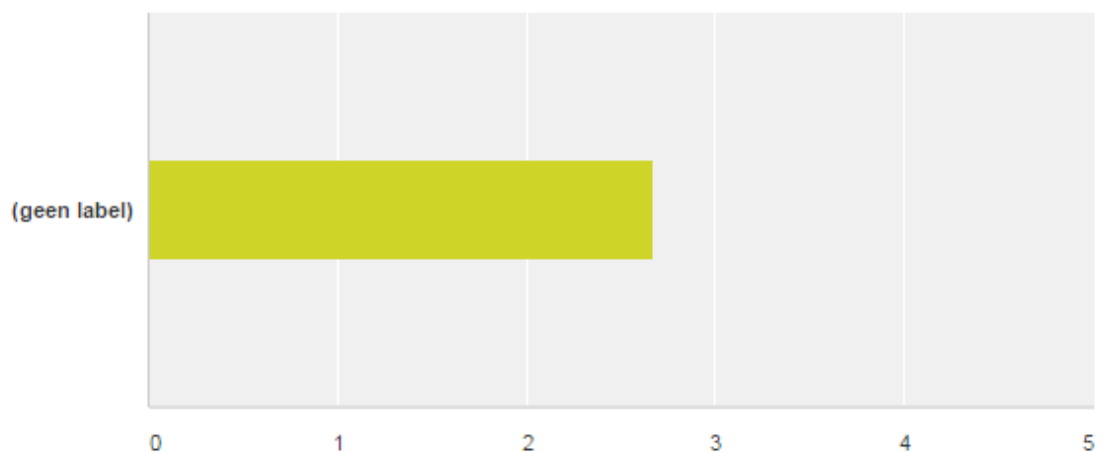
Beantwoord: 6 Overgeslagen: 0



	Zeer moeilijk	Moeilijk	Normaal	Eenvoudig	Zeer eenvoudig	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	0,00% 0	83,33% 5	16,67% 1	0,00% 0	6	3,17

Hoe geschikt is het product om te produceren door middel van verschillende productiestraten?

Beantwoord: 6 Overgeslagen: 0

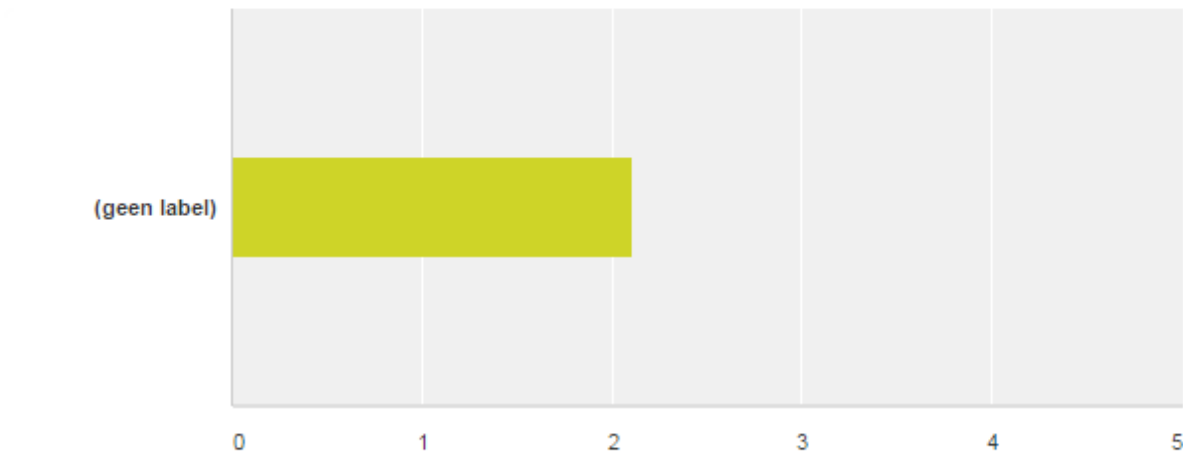


	Slecht	Matig	Goed	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	33,33% 2	66,67% 4	6	2,67

Plaatsing fundering

Hoeveel ervaring heeft u met soortgelijke systemen?

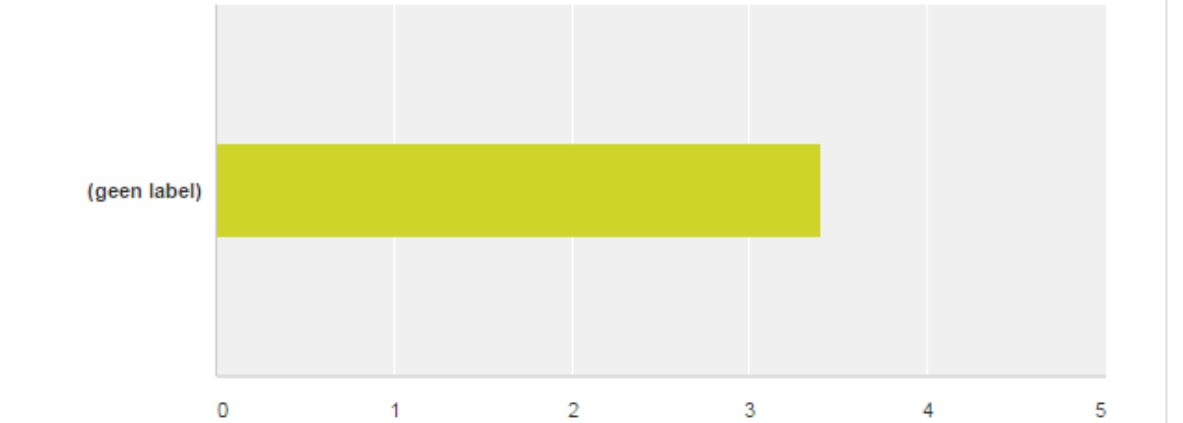
Beantwoord: 9 Overgeslagen: 1



	Geen	Weinig	Gemiddeld	Veel	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	33,33% 3	22,22% 2	44,44% 4	0,00% 0	9	2,11

Hoe zou u het ervaren om het product te plaatsen op de reeds geplaatste schroefpalen?

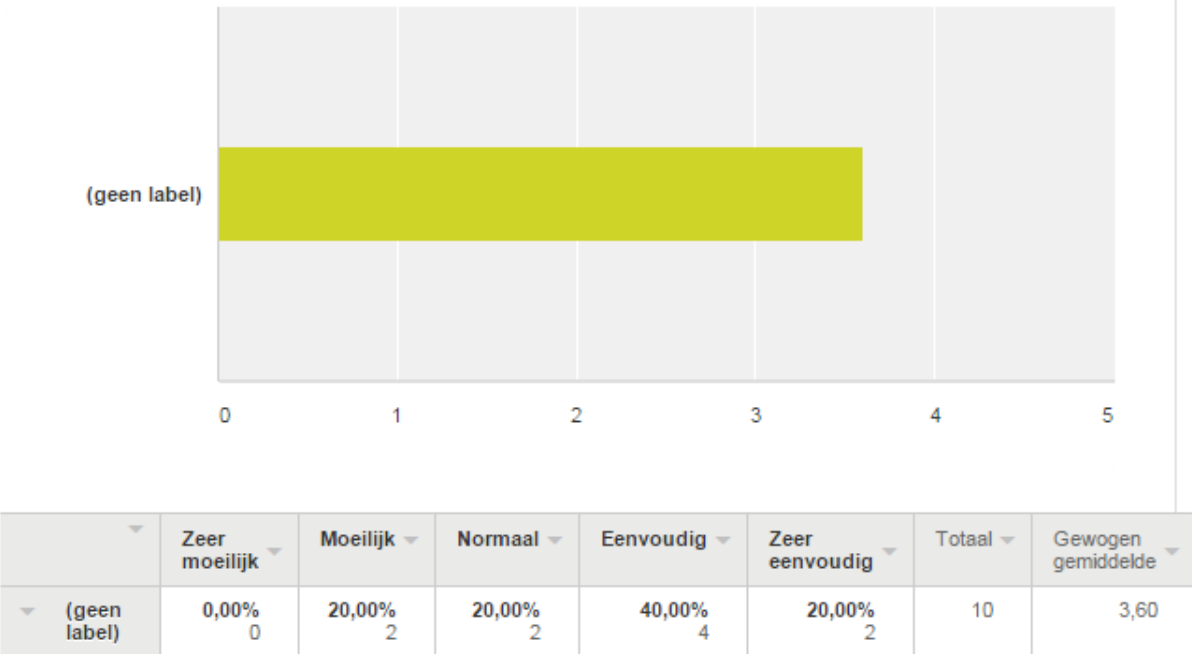
Beantwoord: 10 Overgeslagen: 0



	Ze er moei lijk	Moei lijk	Norma al	Eenvoudig	Ze er eenvoudig	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	20,00% 2	30,00% 3	40,00% 4	10,00% 1	10	3,40

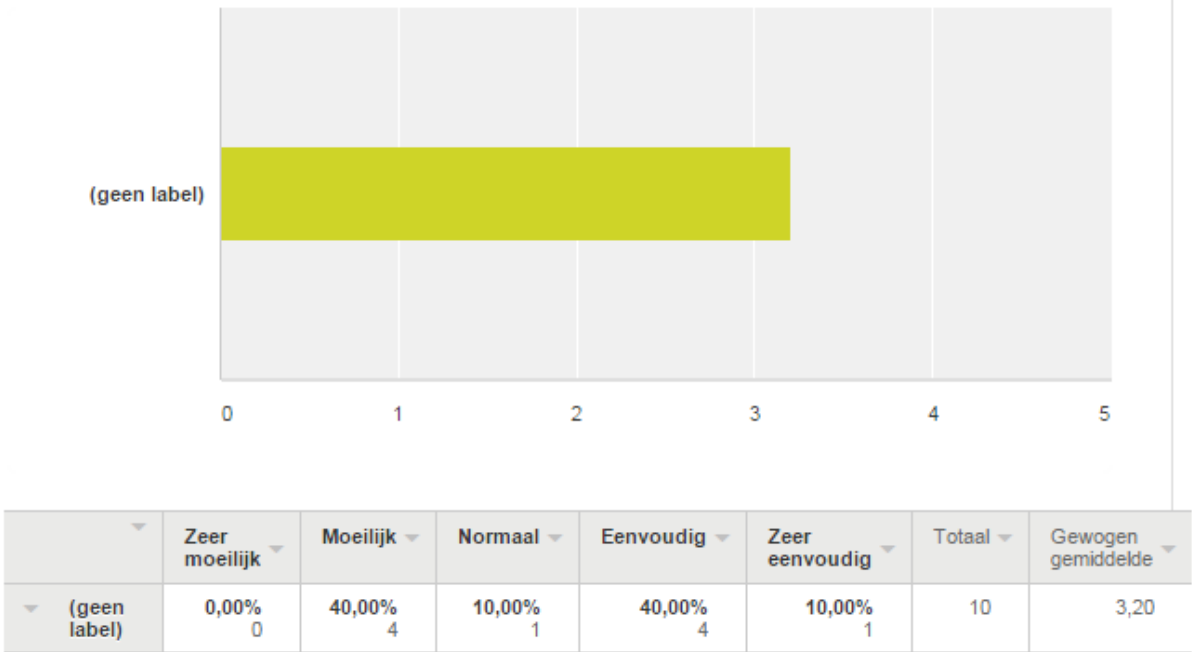
Wanneer het SuperLight bouwwerk gedemonteerd zou worden waar het product bij is toegepast, hoe zou u de demontage van het product dan ervaren?

Beantwoord: 10 Overgeslagen: 0



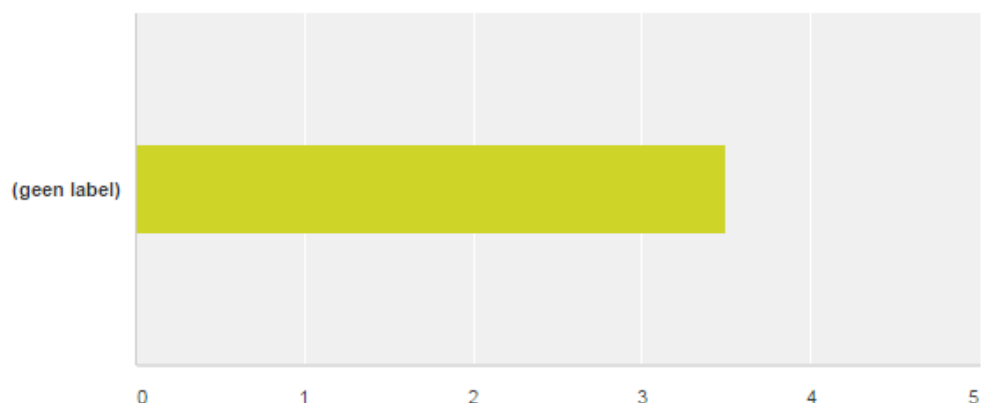
Hoe zou u het ervaren om het product als geheel te vervangen/demonteren?

Beantwoord: 10 Overgeslagen: 0



Hoe zou u de totale werking (inclusief uitleg) van het product ervaren?

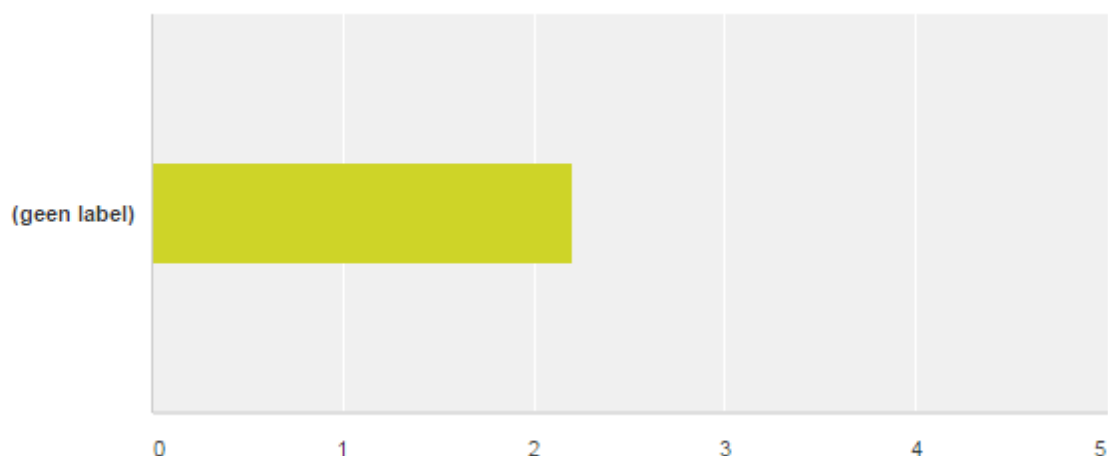
Beantwoord: 10 Overgeslagen: 0



	Zeer moeizaam en ingewikkeld	Moeizaam en ingewikkeld	Normaal	Snel en eenvoudig	Zeer snel en eenvoudig	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	0,00% 0	50,00% 5	50,00% 5	0,00% 0	10	3,50

Indien u met de huidige kennis van het product en het SuperLight bouwsysteem benaderd zou worden om dit product te plaatsen bij een SuperLight bouwwerk, zou u deze klus aannemen?

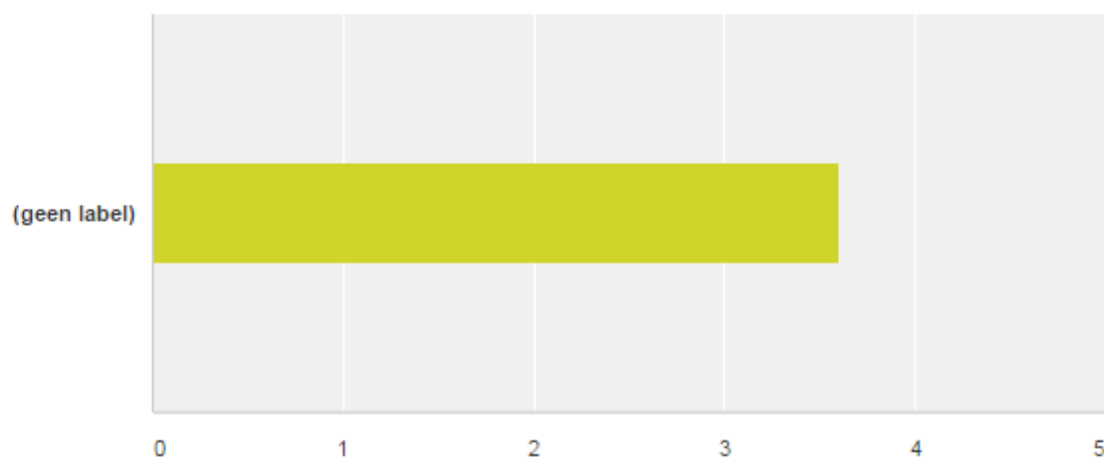
Beantwoord: 10 Overgeslagen: 0



	Absoluut niet	Liever niet	Jawel	Zeker weten	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	30,00% 3	20,00% 2	50,00% 5	0,00% 0	10	2,20

Hoe ervaart u de algehele flexibiliteit van het product?

Beantwoord: 10 Overgeslagen: 0

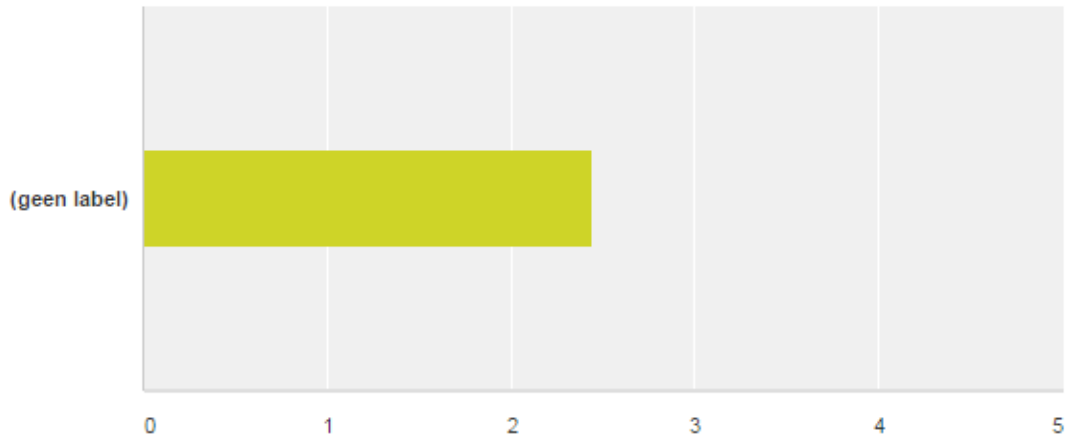


	Zeer stijf	Stijf	Normaal	Flexibel	Zeer flexibel	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	10,00% 1	20,00% 2	70,00% 7	0,00% 0	10	3,60

Plaatsing gevelsysteem

Hoeveel ervaring heeft u met soortgelijke systemen?

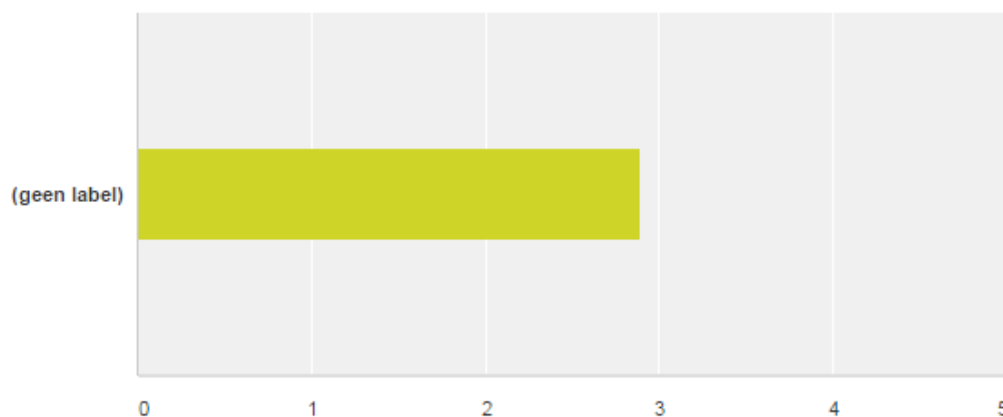
Beantwoord: 9 Overgeslagen: 0



	Geen	Weinig	Gemiddeld	Veel	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	11,11% 1	33,33% 3	55,56% 5	0,00% 0	9	2,44

Hoe zou u het ervaren om het product te positioneren zodat het zich voor de positie bevindt waar deze bevestigd zal worden (rekening houdend met variërende hoogtes tussen de 0,3 en 5,9 meter)?

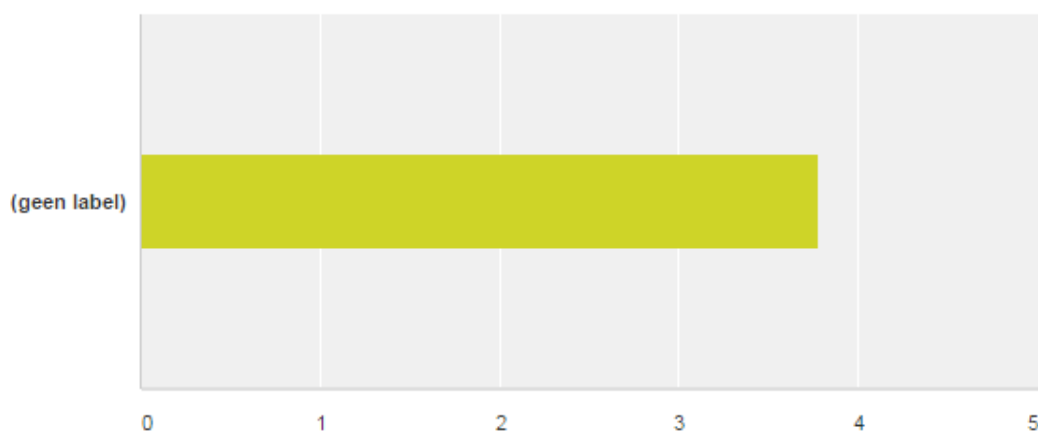
Beantwoord: 9 Overgeslagen: 0



	Ze er moei lijk	Moei lijk	Normaal	Eenvoudig	Ze er eenvoudig	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	22,22% 2	66,67% 6	11,11% 1	0,00% 0	9	2,89

Hoe zou u het ervaren om het product aan te brengen aan de koppelprofielen?

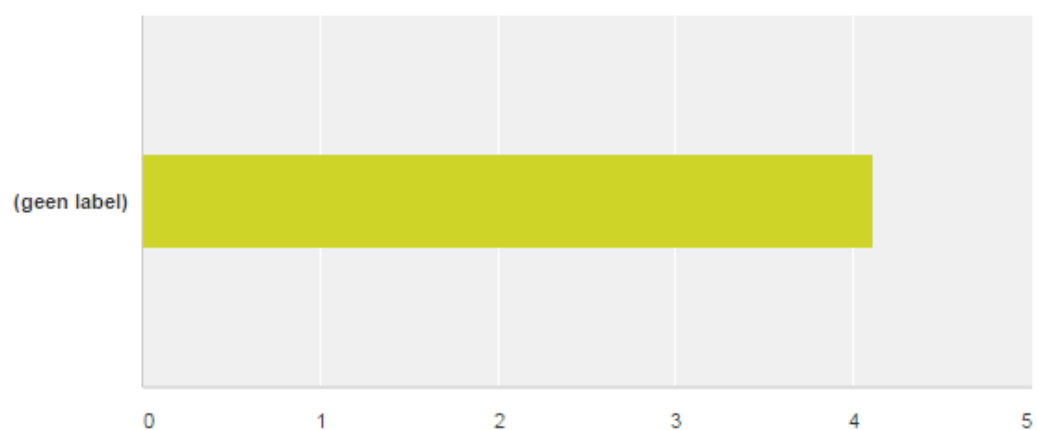
Beantwoord: 9 Overgeslagen: 0



	Zeer Moeilijk	Moeilijk	Normaal	Eenvoudig	Zeer eenvoudig	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	0,00% 0	44,44% 4	33,33% 3	22,22% 2	9	3,78

Hoe zou u het ervaren om het product te zekeren/bevestigen aan de koppelprofielen (dit is nadat het product is aangebracht op de gevel)?

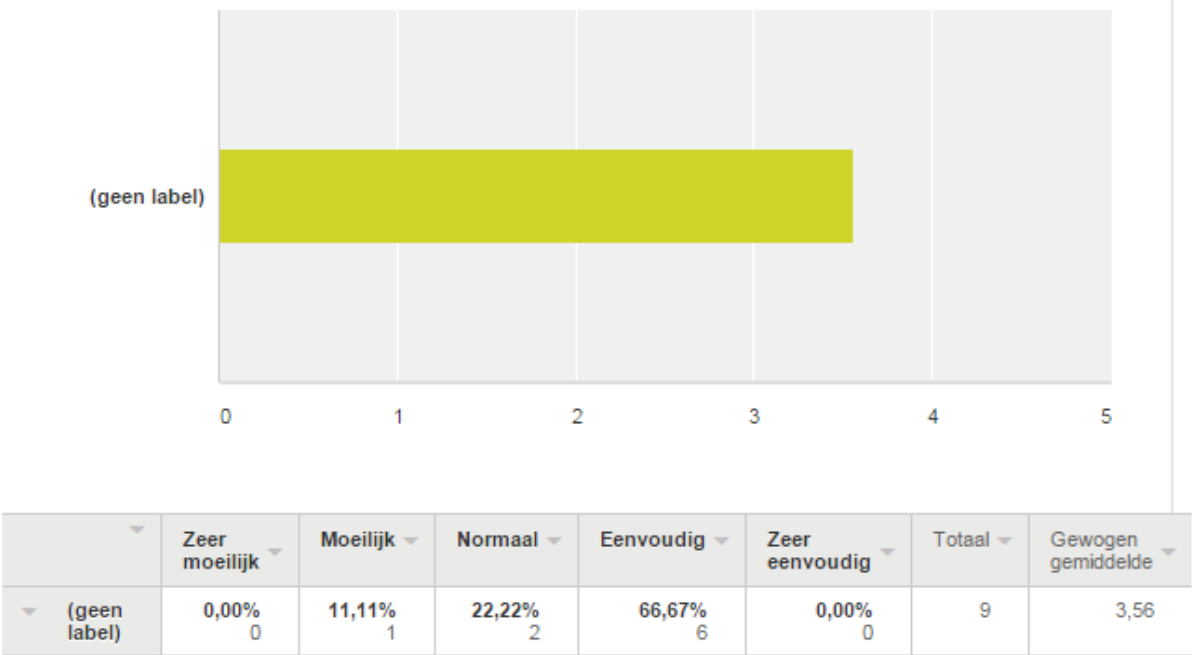
Beantwoord: 9 Overgeslagen: 0



	Zeer moeilijk	Moeilijk	Normaal	Eenvoudig	Zeer eenvoudig	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	0,00% 0	33,33% 3	22,22% 2	44,44% 4	9	4,11

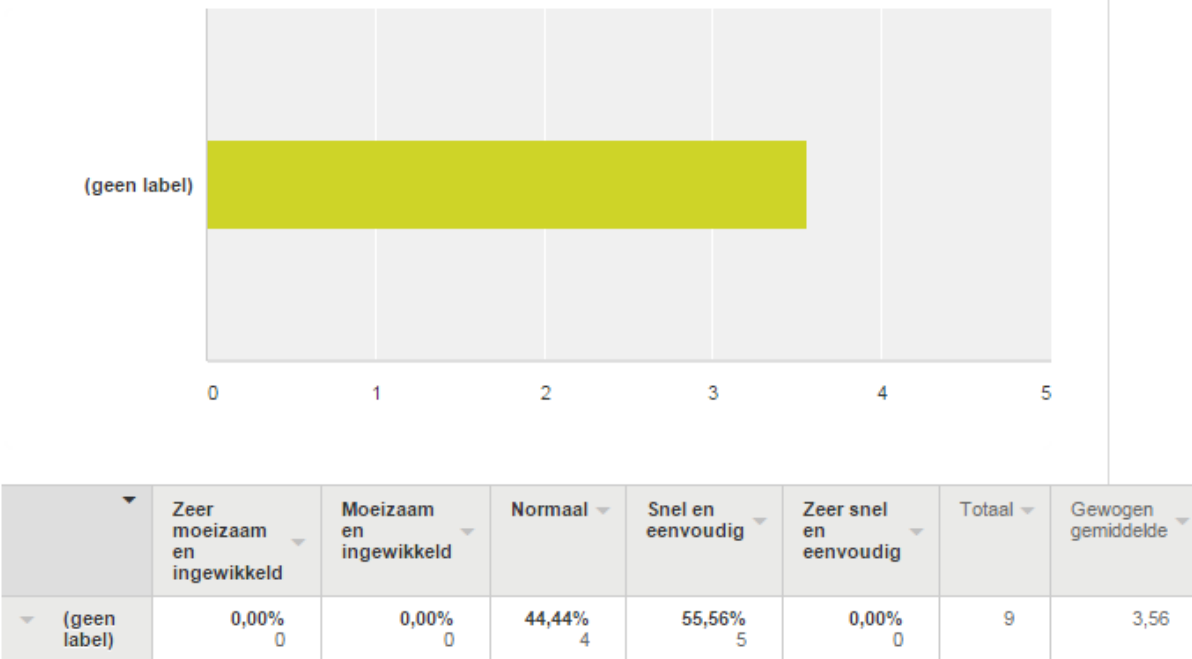
Hoe zou u het ervaren om het product als geheel te vervangen/demonteren?

Beantwoord: 9 Overgeslagen: 0



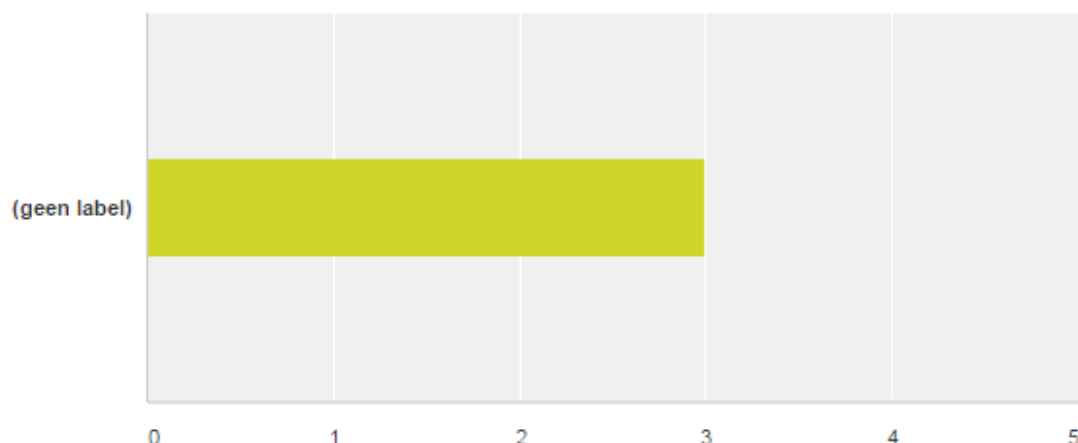
Hoe zou u de totale werking (inclusief uitleg) van het product ervaren?

Beantwoord: 9 Overgeslagen: 0



Indien u met de huidige kennis van het product en het SuperLight bouwsysteem benaderd zou worden om dit product te plaatsen bij een SuperLight bouwwerk, zou u deze klus aannemen?

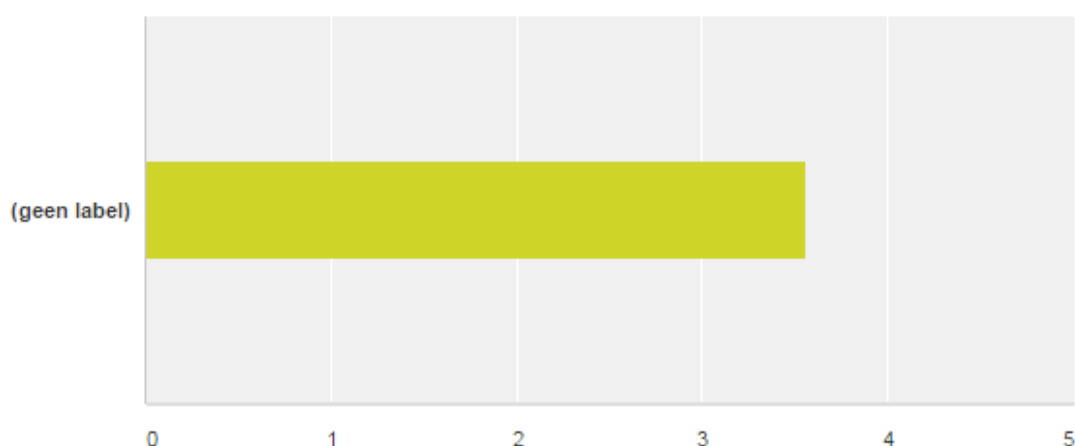
Beantwoord: 9 Overgeslagen: 0



	Absoluut niet	Liever niet	Jawel	Zeker weten	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	11,11% 1	77,78% 7	11,11% 1	9	3,00

Hoe ervaart u de algehele flexibiliteit van het product?

Beantwoord: 9 Overgeslagen: 0



	Zeer stijf	Stijf	Normaal	Flexibel	Zeer flexibel	Totaal	Gewogen gemiddelde
(geen label)	0,00% 0	11,11% 1	22,22% 2	66,67% 6	0,00% 0	9	3,56