



Gakon Horticultural projects

Herontwerp isolerend dek

Gakon Horticultural projects

Herontwerp isolerend dek

Bescherming van een schuur tegen weersinvloeden

Student:	D.D.P. Rotteveel
Studentnummer:	15076148
Docent-begeleider:	W.W. van Tiel
Assessor:	E.L. Sikma
Bedrijfsbegeleider:	Ing. I. van der Est
Hogeschool:	The Hague university of applied sciences
Opleiding:	Duaal - Werktuigbouwkunde
Periode:	26 augustus 2019 t/m 19 december 2019

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerrapport (scriptie) ter afsluiting van de opleiding Werktuigbouwkunde-duaal aan de Haagse Hogeschool te Delft. Mijn naam is Daniel Rotteveel en ik heb de afgelopen jaren keihard gewerkt om zover te komen. Ik ben trots op het resultaat.

Dit rapport is bedoeld als communicatiemiddel voor het aantonen van de competenties Analyseren, Ontwerpen en Professionaliseren, en geldt als bewijslast voor de Haagse Hogeschool. Voor Gakon Horticultural projects geldt dit rapport als naslagwerk over hoe door het herontwerp van het isolerende dek de lekkages kunnen worden verholpen.

De afgelopen 22 weken heeft Gakon Horticultural projects mij de gelegenheid gegeven om tot dit rapport en de producten te komen, waarvoor mijn dank. Ik vond het een leerzame ervaring en ben onder de indruk geraakt van de kennis en techniek die zijn verstopt in de kassenbouw.

Verder wil ik nadrukkelijk mijn bedrijfsbegeleider Ivan van der Est en mijn docent-begeleider W.W. van Tiel hartelijk bedanken. Mede door jullie geduld en energie heb ik dit rapport kunnen realiseren.

Daarnaast wil ik ook mijn moeder bedanken voor de (financiële) steun, mobiliteitsconstructies en het vertrouwen. Dank daarvoor!

Ten slotte wil ik mijn liefvallige vriendin Annelotte Harteveld bedanken. Ik heb het je de afgelopen jaren niet makkelijk gemaakt. Ik wil je bedanken voor je (eindeloze) geduld, je onvoorwaardelijke liefde en het vertrouwen in mij. Zonder jou was dit nooit gelukt, bedankt!

If you cannot describe what you are doing, then you do not know what you are doing

W.E. Deming

Wateringen, december 2019

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	6
Verklarende woordenlijst.....	7
Symbolenlijst	8
1. Inleiding.....	9
1.1 Aanleiding tot onderzoek	9
1.2 De opdracht en de onderzoeksvraag	9
1.3 Afbakening.....	10
1.3.1 De fysieke grenzen van het isolerende dek in de kasconstructie.....	10
1.3.2 Randvoorwaarden analyses	11
1.3.3 Producten.....	13
1.4 Leeswijzer	13
2. Productanalyse – isolerend dek.....	13
2.1 Het ontwerp: isolerend dek	14
2.1.1 De verbindingpunten.....	14
2.1.2 De onderdelen/materialen.....	18
2.1.3 Tussenconclusie – Het ontwerp: isolerend dek	19
2.2 Analyse – afvoersysteem.....	23
2.2.1 Berekening afvoerdebiet.....	23
2.2.2 Tussenconclusie – Afvoersysteem	25
2.3 Conclusie – productanalyse.....	26
3. Pakket van eisen en wensen.....	27
4. Ontwikkeling conceptontwerp.....	28
4.1 Deeloplossingen	28
4.2 Beoordeling van de oplossingen	34
4.3 Conclusie – ontwikkeling conceptontwerp	36
5. Detaillering (her)ontwerp isolerend dek	37
5.1 Productanalyse – glasdek	37
5.1.1 Ontwerp glasdek.....	38
5.1.2 Deelfunctie – isolerend vermogen.....	42

5.1.3	Tussenconclusie – productanalyse glasdek	43
5.2	Vormgeving (her)ontwerp isolerend dek	45
5.2.1	Materiaalkeuze – isolerend vermogen	45
5.2.2	Inventarisatie te ontwerpen onderdelen	49
5.2.3	Het (her)ontwerp: Isolierend dek	51
5.2.4	Tussenconclusie – Vormgeving (her)ontwerp isolerend dek	55
5.3	Kostenraming – (her)ontwerp isolerend dek	56
5.4	Conclusie – detaillering (her)ontwerp isolerend dek	59
6.	Conclusie & aanbeveling	59
6.1	Onderzoeksvraag	59
6.2	Hoe nu verder?	60
6.3	Conclusie	60
7.	Afsluiting opleiding werktuigbouwkunde-duaal	61
7.1	Aantoning competenties	61
7.2	Bedrijfsbeoordeling	62
	Literatuurlijst	64
	Bijlages	65
	Bijlage I. Montagetekening isolerend dek	66
	Bijlage II. Technische documentatie Zwaluw Clear Fix	67
	Bijlage III. Technische documentatie Tec7	69
	Bijlage IV. Berekening stijgingsniveau hemelwater in de gootdeksel	72
	Bijlage V. Overzichtstekening glasdek	73
	Bijlage VI. Beoordeling glasdek ten aanzien van het pakket van eisen	74
	Bijlage VII. Beoordeling isolerend vermogen	78
	Bijlage VIII. Technische documentatie isolatiepanelen	81
	Bijlage IX. Assemblagetekening isolatiepaneel	93
	Bijlage X. Productietekening T-profiel	95
	Bijlage XI. Assemblagetekening isolerend dek	97
	Bijlage XII. Productietekening condensprofiel nok (top)	98
	Bijlage XIII. Productietekening condensprofiel nok (bottom)	99

Samenvatting

Gakon Horticultural projects is een organisatie die internationaal opereert, en gespecialiseerd is op het gebied van de kassenbouw. Naast tuinbouwkassen kan Gakon ook schuren bouwen, die vaak aansluiten op de kassen zelf. In zo'n schuur worden de gewassen verwerkt en werkt het merendeel van het personeel. Om een aangenaam klimaat binnen de schuur te creëren wordt het glas vervangen door isolerende panelen.

Sinds een aantal jaren ontvangt Gakon klachten van klanten dat er na een harde regenbui lekkage optreedt bij het dek (dak) van de schuur. Ondanks dat Gakon gespecialiseerd is op dit gebied, krijgt de organisatie dit probleem niet goed opgelost.

Gakon heeft dan ook het lekkende isolerende dek als probleem gesteld: als afstudeeropdracht moet een oplossing worden bedacht voor het verhelpen van de lekkage. Hierbij verwacht Gakon (als product) een herontwerp van het isolerende dek als 3D-model in Autodesk Inventor. Het doel van de opdracht is om de lekkage van het dek bij de schuur op te lossen. Hiervoor stond de volgende onderzoeksvraag centraal:

“Wat kan een definitieve oplossing bieden voor het voorkomen van de lekkages bij het isolerende dek?”

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zijn een aantal analyses uitgevoerd. In hoofdstuk 2 is de productanalyse beschreven. Hierbij is geanalyseerd waar de lekkage zich voordeed met als belangrijkste resultaat de conclusie dat de verbindingpunten van het isolerende dek mogelijk de oorzaak zijn van de lekkages.

Het oplossen van de lekkage is volgens de ontwerpmethodiek Van den Kroonenberg onderzocht, waarbij verschillende oplossingen bedacht zijn. Met behulp van de ontwerpmethodiek van Kesselring is een conceptontwerp gekozen. Het definitieve conceptontwerp is het gebruiken van een glasdek (het dak van een kas) en daaraan isolerend vermogen toevoegen.

In hoofdstuk 5 is het glasdek geanalyseerd en onderzocht hoe het isolerend vermogen het best kan worden toegevoegd. Ter afronding van hoofdstuk 5 zijn het 3D-model en de productietekeningen vervaardigd.

Ten slotte wordt in hoofdstuk 6 de onderzoeksvraag beantwoord. Het antwoord op de onderzoeksvraag is in hoofdstuk 4 ontwikkeld en luidt als volgt: De beste oplossing voor het verhelpen van de lekkage bij het isolerende dek is het toepassen van een glasdek waaraan isolerend vermogen wordt toegevoegd.

Verklarende woordenlijst

Begrip	Definitie/verklaring
Fabricagevoorwaarden	Een eis waaraan een product moet voldoen, gericht op maakbaarheid.
Functionele voorwaarden	Een eis waaraan een product moet voldoen, gericht op functionaliteit.
Gewassen	Planten die geteeld worden voor de landbouw of tuinbouw.
Isolerend dek	Het dak van een schuur, bij een kasconstructie.
Kas	Een glazen gebouw waar platen worden geteeld.
Kassenbouw	Het bouwen van een glazen gebouw waar platen worden geteeld.
Koopdelen	Onderdelen in een constructie die worden ingekocht bij een derde partij.
Korte golfstraling	UV-straling.
Lange golfstraling	Warmtestraling van de zon.
Maakdelen	Onderdelen in een constructie die worden geproduceerd volgens een zelfgemaakt ontwerp.
Omgevingstemperatuur	De temperatuur van de omgeving.
Oppervlaktetemperatuur	De temperatuur van een oppervlak van een voorwerp.
Regenintensiteit	Een aanduiding hoe hard het regent.
Schuur	Een plek waar gewassen worden verwerkt.
Thermische uitzetting	Een verandering in dimensies als gevolg van een verandering in temperatuur.
Toepassingstemperatuur	De temperatuur waarbij een middel moet worden toegepast.
Tuinbouw	Een vorm van platen teelt, waarbij door bedrijfsmatige, intensieve bewerkingen hoge opbrengsten worden gerealiseerd.
UV-straling	Ultraviolette straling, met een korte golflengte.
Variabele voorwaarde	Een eis waaraan een product moet voldoen binnen een bepaalde bandbreedte.
Vaste voorwaarden	Een eis waaraan een product moet voldoen.
WBDBO	Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag.
Wens voorwaarde	Het is wenselijk als een product hieraan voldoet, maar is niet van doorslaggevend belang.

Symbolenlijst

Symbool	Betekenis	Eenheid
q_i	Regenintensiteit	$\frac{L}{m^2 \text{ uur}}$
-	Thermische uitzetting	$m/^\circ C$
T	Temperatuur	$^\circ C$
ΔT	Temperatuursverandering	$^\circ C$
$H_{\text{hemelwater}}$	Hoogte hemelwater knikdegoot	m
A_{dek}	Oppervlakte van het af te voeren hemelwater	m^2
$\Phi V_{\text{hemelwater}}$	Hemelwaterdebiet	m^3/s
v_{goot}	De (stromings)snelheid van het regenwater op de gootdeksel	m/s
g	Valversnelling	m/s^2
h_{afschot}	Het hoogteverschil tussen begin en eind van de gootdeksel als gevolg van het afschot	m
Rc	Warmteweerstand	$m^2 K/W$

1. Inleiding

Gakon Horticultural Projects (hierna Gakon), opgericht in 1950, is een van de internationale koplopers op het gebied van de kassenbouw. Gakon beschikt door jarenlange ervaring over de expertise en capaciteit om compleet uitgeruste kassen te realiseren, waarbij de organisatie alle facetten van een project verzorgt (ontwikkeling, productie en bouw) en ook de geïntegreerde systemen levert die bij een kas horen. Gakon onderscheidt zich van andere kassenbouwers doordat ze zelf de productie van staal en aluminium producten verzorgt. De kassen die Gakon oplevert, variëren in grootte van 2.500 tot 563.000 m². In totaal levert de organisatie jaarlijks gemiddeld 100 hectare aan kas op, verdeeld over ongeveer 40 orders.

1.1 Aanleiding tot onderzoek

Ondanks de jarenlange ervaring die Gakon heeft in het bouwen en leveren van kassen, loopt de organisatie tegen een probleem aan dat zij niet goed opgelost krijgt. Dit probleem doet zich voor in de ‘schuur’: de plek waar de in de kas verbouwde gewassen nader worden verwerkt.

In de schuur werkt het merendeel van de werknemers, waardoor de werkgever de zorg draagt om een zodanig klimaat te creëren dat de werknemers de werkzaamheden goed kunnen uitvoeren. Om dit optimale klimaat tot stand te brengen, worden in plaats van glas, isolerende panelen gebruikt in het dek die de weersinvloeden van buiten naar binnen tegenhouden. Gakon heeft echter de afgelopen jaren klachten ontvangen van klanten. Zij geven aan dat er lekkages optreden in het dek. Deze lekkages doen zich volgens de klanten voor wanneer het regent; dan vallen er druppels van het dak naar beneden. Gakon heeft in het verleden al diverse pogingen gedaan om dit te verhelpen, maar tot op heden zonder blijvend resultaat.

1.2 De opdracht en de onderzoeksvraag

In samenwerking met Gakon wordt een oplossing gezocht voor het probleem van de lekkage die zich voordoet in het isolerende dek. Meer specifiek staat hierbij de volgende onderzoeksvraag centraal:

“Wat kan een definitieve oplossing bieden voor het voorkomen van de lekkages bij het isolerende dek?”

De oplossing van de bovenstaande onderzoeksvraag wordt gepresenteerd in de vorm van een herontwerp van het bestaande isolerende dek, waarbij mag worden afgeweken van het bestaande ontwerp.

1.3 Afbakening

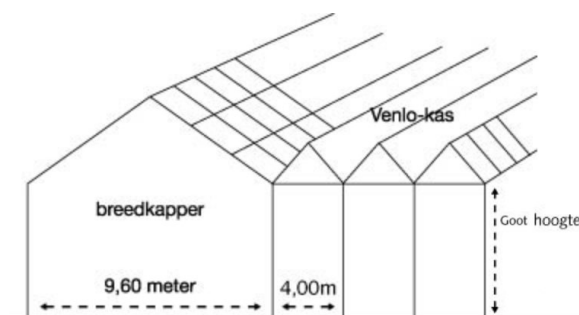
Met de Manager engineering van Gakon is besproken wat binnen en wat buiten de kaders ligt van de onderzoeksvraag, dit om te voorkomen dat het eindresultaat niet voldoet aan de verwachting die Gakon heeft.

Zoals eerder is toegelicht, is het isolerende dek onderdeel van een schuur die doorgaans enkel wordt toegepast in combinatie met een bepaald type kas. Daarom wordt eerst het type kas gedefinieerd dat relevant is voor dit onderzoek. Vervolgens worden de fysieke grenzen bepaald van het isolerende dek in de kasconstructie (paragraaf 1.3.1). Vervolgens worden de analyses en producten van dit onderzoek afgebakend (paragraaf 1.3.2). Ten slotte wordt benoemd wat Gakon verwacht na het uitvoeren van de opdracht (paragraaf 1.3.3).

1.3.1 De fysieke grenzen van het isolerende dek in de kasconstructie

Er bestaan verschillende typen kassen: een breedkapperkas, een gebogen kas, een tunnelfoliekas en een venlokas. De keuze voor het type kas wordt voornamelijk bepaald door economische motieven.

In de tuinbouw is het meest voorkomende type de venlokas, aangezien bij deze variant de prijs/kwaliteitsverhouding het meest in evenwicht is. De venlokas typeert zich door de relatief hoge bouw en het kleine dek. Zo is de breedte van het dek gemiddeld 4 meter. Ter vergelijking: de breedte van het dek van een breedkapperkas is gemiddeld 9,6 meter, terwijl de goothoogte van beide varianten gelijk is (zie Figuur 1.3-1).

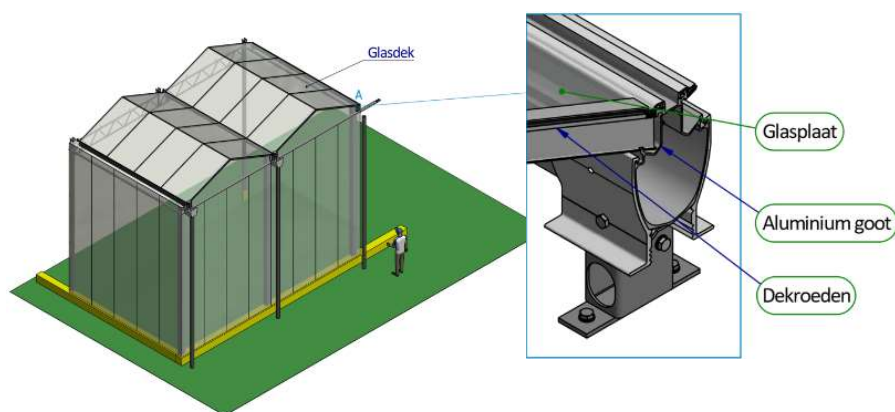


Figuur 1.3-1 Verschil tussen venlokas en breedkapperkas

Doordat de venlokas in de tuinbouw het meest voorkomende type is en bij Gakon 90% van het aantal te bouwen kassen uitmaakt, heeft Gakon aangegeven dat het isolerende dek enkel zal worden toegepast voor de Venlokas. Daarom is de Venlokas als uitgangspunt genomen voor de afstudeeropdracht. Omdat het isolerende dek onderdeel is van de kasconstructie, moet het herontwerp zo gemaakt worden dat het isolerende dek gemonteerd kan worden in de kasconstructie.

De montagepunten hiervoor zijn de aluminium goot en het glasdek (zie Figuur 1.3-2). Het montagepunt van het glasdek is gevestigd bij de dekroeden.

De verbinding met de gevel valt buiten de kaders van dit afstudeerproject. Ook het aanpassen van het ontwerp van de aluminium goot valt buiten de kaders van dit afstudeerproject. Dit komt doordat de aluminium goot meerdere functies heeft, zoals het afvoeren van regenwater, het afvoeren van condenswater. Daarnaast is het een constructief onderdeel van de kasconstructie. De fysieke grenzen van het isolerende dek in de kasconstructie worden dus gesteld bij de montagepunten: de aluminium goot en de dekroeden van het glasdek.



Figuur 1.3-2 Grens isolerend dek van de kasconstructie

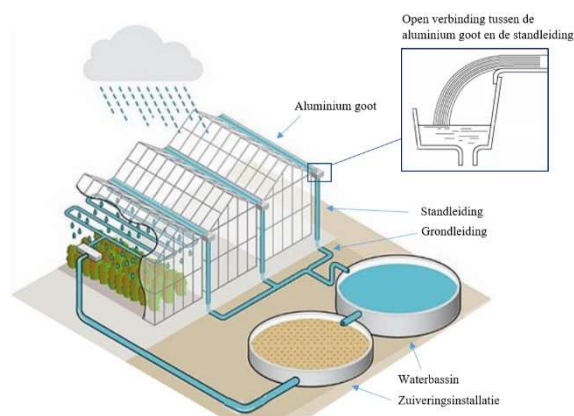
1.3.2 Randvoorwaarden analyses

Voordat oplossingen bedacht kunnen worden, moet eerst bij het bestaande product worden geanalyseerd waar de lekkagepunten zich bevinden.

Het isolerende dek is een samengesteld product, het bestaat uit kooldelen en maakdelen. Om te kunnen constateren waar de lekkagepunten zich bevinden, worden de verbindingpunten die voorkomen in het isolerende dek beschouwd als het beginpunt van het onderzoek.

Een ander onderdeel dat mogelijk lekkage kan veroorzaken, is het afvoersysteem. Voor een beter begrip van de situatie wordt ook dit afvoersysteem eerst omschreven. De grootte (lees oppervlakte) van een kas kan oplopen tot tientallen hectaren. Wanneer het regent, valt de regen op deze oppervlakte. Al dit water moet worden afgevoerd. Aangezien hemelwater, mits gezuiverd, “gratis” water is voor het bewateren van de gewassen, wordt al het hemelwater afgevoerd naar een groot waterbassin. Om de kas geschikt te maken voor de afvoer van hemelwater, wordt de kas onder andere in afschot gebouwd. Door de vorm van het dek stroomt al het water naar de aluminium goot. Doordat de kas in afschot staat, stroomt het hemelwater via de aluminium goot naar de standleiding. Elke aluminium goot heeft zijn eigen standleiding.

Vervolgens stroomt het water via de standleiding naar de grondleiding en via de grondleiding door naar het waterbassin. Het afvoersysteem is zo ontworpen dat het hemelwater altijd via de aluminium goot van het isolerende dek af kan stromen. Dit komt door de open verbinding tussen de aluminium goot en de standleiding. Hierdoor kan het isolerende dek nooit overstromen als gevolg van een verstopte standleiding. Om die reden wordt de afbakening rondom het afvoersysteem gesteld bij de aluminium goot en de hoeveelheid af te voeren hemelwater. Zie ter verduidelijking Figuur 1.3-3.



Figuur 1.3-3 Afvoersysteem voor hemelwater

De hoeveelheid hemelwater die moet worden afgevoerd, wordt ook wel de regenintensiteit genoemd. Volgens de norm ISSO 88 wordt in de tuinbouw gerekend met $35 \text{ L/m}^2/\text{uur}$ (ISSO 88 Kwaliteitseisen voor de tuinbouwkassen, p. 62). Hierbij worden de kaders gesteld voor de hoeveelheid water die de aluminium goot moet kunnen afvoeren van één isolerend dek. Het isolerende dek heeft een lengte van 5 m en een breedte van 4 m. Qua weersomstandigheden wordt enkel rekening gehouden met het Nederlandse klimaat; aardbevingen of andere extreme weersomstandigheden vallen buiten de kaders van dit project.

De laatste randvoorwaarde van de afstudeeropdracht is condensvorming. Het oplossen van de condensvorming valt buiten dit project. In het huidige ontwerp van het isolerende dek is de hellingshoek van het dek door de ervaring van Gakon afgesteld op 22 graden. Daardoor stroomt een druppel water (als gevolg van condensvorming) altijd naar beneden, de aluminium goot in. Als de hoek flauwer wordt gemaakt, zal de druppel blijven hangen en uiteindelijk naar beneden vallen. Als de hoek steiler wordt gemaakt, zal de druppel te snel gaan stromen, waardoor de druppel ook naar beneden valt. In overleg met de manager engineering is afgesproken dat de hoek van 22 graden wordt aangehouden.

1.3.3 Producten

Gakon verwacht dat het uitvoeren van het onderzoek de volgende resultaten oplevert: (1) oplossingen voor de lekkage, in de vorm van een uitgewerkt 3D-model in Autodesk Inventor; (2) productietekeningen voor het kunnen vervaardigen van de oplossingen en (3) een rapport waarin het proces staat omschreven. Het fysiek maken van de oplossingen valt buiten dit (afstudeer)project.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 Productanalyse wordt het huidige isolerende dek onderzocht, en wordt vastgesteld waar de lekkagepunten zich bevinden. In hoofdstuk 3 Pakket van eisen en wensen worden de eisen en wensen vanuit Gakon in het onderzoek verwerkt volgens de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg. In hoofdstuk 4 Ontwikkeling conceptontwerp wordt de ontwerpmethodiek verder uitgewerkt. Hiervoor zullen per deelfunctie een aantal oplossingen worden bedacht. Daarnaast wordt in hoofdstuk 4 volgens de Kesselringmethode een definitieve keuze gemaakt voor de methode die het meest geschikt is om de lekkage te verhelpen. In hoofdstuk 5 worden de oplossingen uitgewerkt in een 3D-model en productietekeningen. In hoofdstuk 6 wordt de onderzoeksvraag beantwoord en wordt een advies gegeven aan Gakon over welke vervolgstappen de organisatie het best kan zetten. Ten slotte worden in hoofdstuk 7 de laatste competenties aangetoond voor het afronden van de opleiding werktuigbouwkunde-duaal, aan de hand van dit rapport.

2. Productanalyse – isolerend dek

Het isolerende dek dat Gakon toepast bij haar Venlokas is een samengesteld product. Daardoor kan verondersteld worden dat de onderdelen met elkaar verbonden zijn. Aangezien water niet door materialen heen kan stromen, is het aannemelijk dat de lekkage optreedt bij de verbindingpunten tussen de onderdelen. In dit kader moet opgemerkt worden dat de kans op lekkage groter wordt wanneer het hemelwater onvoldoende van de aluminium goot kan stromen en de verbindingpunten hierdoor onder water komen te staan.

Om vast te kunnen stellen wat de oorzaak is of oorzaken zijn van de lekkage, staan de volgende deelvragen centraal in dit onderzoek:

- Hoe worden de waterafdichtingen tussen onderdelen gerealiseerd?

- Beschikt de aluminium goot over voldoende capaciteit om de vereiste regenintensiteit af te voeren zonder dat verbindingpunten onder water komen te staan?
- Voor welke verbindingpunten moet een oplossing worden bedacht om de lekkage te verhelpen?

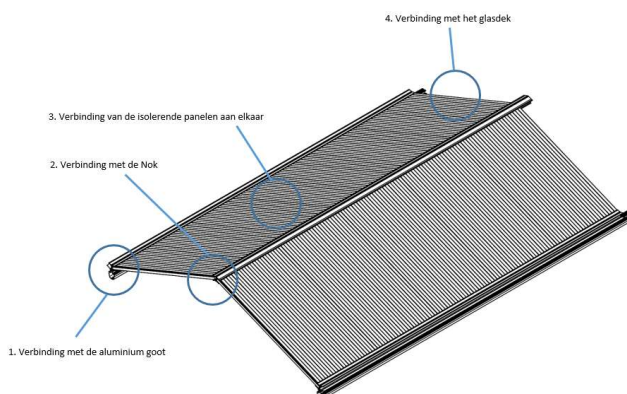
De productanalyse start met een onderzoek naar de verbindingpunten (paragraaf 2.1). Vervolgens wordt het afvoersysteem onderzocht en wordt berekend of de aluminium goot over voldoende afvoercapaciteit beschikt (paragraaf 2.2). Ten slotte wordt beschreven voor welke verbindingpunten een oplossing bedacht moet worden om de lekkage te verhelpen (paragraaf 2.3).

2.1 Het ontwerp: isolerend dek

Voor het oplossen van de lekkages wordt eerst gezocht waar de lekkagepunten zich bevinden in het isolerende dek. Hiervoor is het ontwerp van het isolerende dek bekeken; hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat er geen water door de onderdelen/materialen zal stromen (zie Bijlage I voor de assemblagetekening van het huidige isolerende dek). De eerste deelvraag is hieruit afgeleid en wordt in subparagraaf 2.1.1 onderzocht. Vervolgens worden de gebruikte onderdelen/ materialen geanalyseerd; onderzocht wordt of deze wel geschikt zijn om de verbindingpunten waterdicht af te sluiten (subparagraaf 2.1.2). Ten slotte worden in subparagraaf 2.1.3 de bevindingen van de analyse omschreven en wordt geconcludeerd waar de lekkagepunten zich mogelijk bevinden in het ontwerp.

2.1.1 De verbindingpunten

Om tot een antwoord te komen op de eerste deelvraag “*Hoe worden de waterafdichtingen tussen de onderdelen gerealiseerd?*” worden de verbindingpunten per stuk toegelicht (zie Figuur 2.1-1). Bij de toelichting wordt voornamelijk gefocust op hoe elke verbinding wordt afgedicht tegen het water.



Figuur 2.1-1 Verbindingen van het isolerende dek

1. Verbinding met de aluminium goot

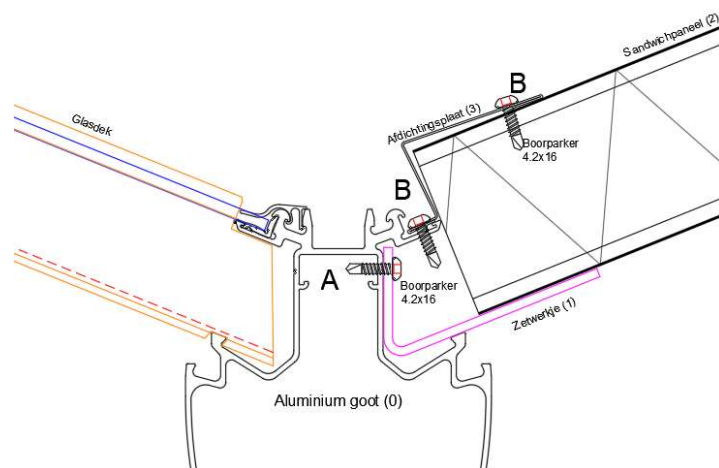
De verbinding tussen het isolerende dek en de aluminium goot kan op twee manieren tot stand komen. Ten eerste via een enkele verbinding, waarbij het isolerende dek links of rechts aan de aluminium goot wordt gemonteerd, en aan de andere kant het glasdek. Ten tweede kan een verbinding tot stand komen via een dubbele verbinding. Hierbij wordt het isolerende dek zowel links als rechts op de aluminium goot gemonteerd. Aan de hand van Figuur 2.1-2 en Figuur 2.1-3 worden de (enkele en dubbele) verbindingen van het isolerende dek met de aluminium goot omschreven.

De onderdelen zijn gelabeld met een letter of cijfer, verwijzend naar het betreffende onderdeel in de figuur.

Enkele verbinding

Bij de enkele verbinding met de aluminium goot (zie Figuur 2.1-2) is er geen standaardoplossing. De engineer heeft de vrije hand om zelf een oplossing te bedenken. Uit overleg met de engineers van Gakon blijkt dat vaak een (aluminium) zetwerkje (1) wordt bedacht, dat wordt vastgemaakt aan de aluminium goot (0) met een BoorParker 4.2x16 (A).

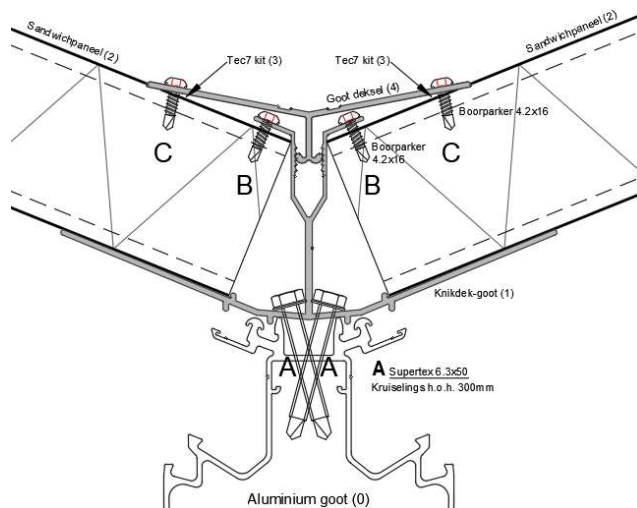
Een isolerend paneel genaamd sandwichpaneel (2) wordt op het zetwerkje gelegd, waarna een van aluminium gemaakte afdichtingsplaat (3) het sandwichpaneel afsluit zodat het bestand is tegen weersinvloeden. De afdichtingsplaat wordt vastgezet met een BoorParker 4.2x16 (B) aan het sandwichpaneel. Hoe bij deze situatie de verbinding waterdicht wordt gemaakt, is niet gedocumenteerd binnen Gakon. Hierbij is het vermoeden dat tussen de afdichtingsplaat (3) en het sandwichpaneel (2) ter hoogte van de BoorParker 4.2x16 (B) een afdichtingskit Tec7Kit wordt gebruikt om de verbinding waterdicht te maken.



Figuur 2.1-2 Een enkele verbinding met de aluminium goot

Dubbele verbinding

Bij een dubbele verbinding wordt een aluminium profiel genaamd knikdekgoot (1) op de aluminium goot (0) gemonteerd en vastgezet met een zelfborende en tappende schroef, de Supertex 6.3x50 (A). Daarna wordt in de knikdekgoot aan beide kanten een sandwichpaneel (2) gemonteerd, dat wordt vastgezet met een andere zelfborende en tappende schroef: een BoorParker 4.2x16 (B). Voor de afdichting wordt een afdichtingskit gebruikt: Tec7Kit (3). Dit afdichtingsmiddel wordt op de sandwichpanelen aangebracht, waarna een aluminium profiel genaamd gootdeksel (4) in de knikdekgoot wordt gedrukt en wordt vastgezet met een BoorParker 4.2x16 (C) aan de sandwichpanelen. De waterafdichting wordt dus gerealiseerd door het gebruik van Tec7Kit.

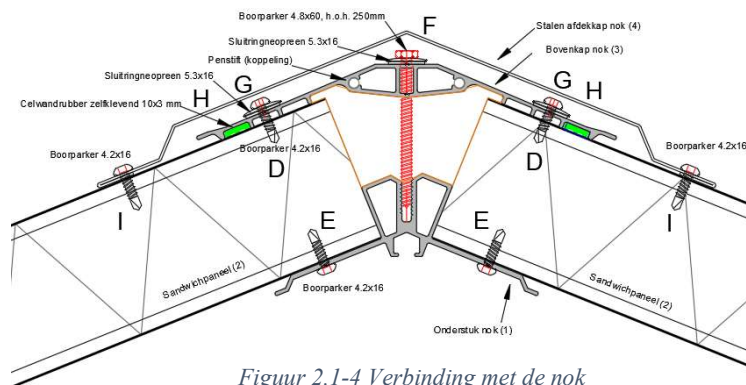


Figuur 2.1-3 Een dubbele verbinding met de aluminium goot

3. Verbinding met de nok

In de nok worden de sandwichpanelen met elkaar verbonden (zie Figuur 2.1-4 op pagina 17) en wordt het isolerende dek afgesloten. Hierbij worden twee sandwichpanelen (2) verbonden met een aluminium profiel, een onderstuknok (1). De onderstuknok wordt vastgezet met een BoorParker 4.2x16 (E) aan de sandwichpanelen. Hierna wordt de open ruimte gevuld met purschuim, waarna aan de bovenzijde van de sandwichpanelen een ander aluminium profiel wordt geplaatst, de bovenkapnok (3). De bovenkapnok wordt met gebruik van waterafdichtende ringen (G) vastgezet met de BoorParker 4.2x16 (D). Ook worden afdichtingsrubbers (H) gebruikt om de verbinding tussen de sandwichpanelen en bovenkapnok waterdicht te maken. Als de bovenkapnok is gemonteerd, wordt deze verbonden met de onderstuknok door middel van een BoorParker 4,8x60 in combinatie met een waterafdichtende ring (F).

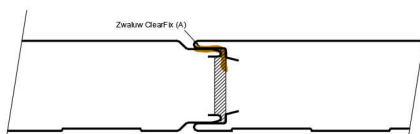
Ten slotte wordt de nok afgeschermd met een gecoate stalen afdekkapnok (4), die met een BoorParker 4.2x16 (I) wordt vastgemaakt aan de sandwichpanelen.



Figuur 2.1-4 Verbinding met de nok

3. Verbinding van de isolerende panelen met elkaar

De sandwichpanelen (zie Figuur 2.1-5) worden met elkaar verbonden door de panelen in elkaar te schuiven. Om de verbinding vervolgens waterdicht te maken, wordt een montagelijm gebruikt, genaamd Zwaluw ClearFix (A). De onderling verbonden sandwichpanelen worden zoals in de verbindingpunten 1 en 2 te zien is, verbonden met de aanliggende onderdelen.



Figuur 2.1-5 Verbinding van de sandwichpanelen met elkaar

4. Verbinding met het glasdek

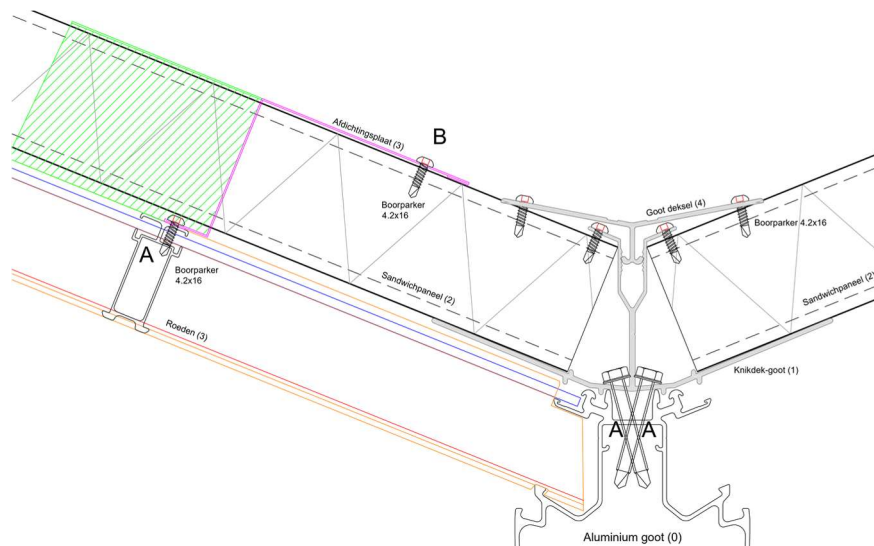
In Figuur 2.1-6 (op pagina 18) wordt de verbinding met het glasdek toegelicht. Hierbij moet opgemerkt worden dat de verbinding van het isolerende dek met het glasdek niet in het aanzicht van Figuur 2.1-6 ligt, maar een kwartslag gedraaid is. De groene arcering weergeeft hoe de afdichtingsplaat (3) in werkelijkheid is gemonteerd.

Uit overleg met een engineer van Gakon is gebleken dat er binnen Gakon geen standaardmanier bestaat om een verbinding te creëren tussen het isolerende dek en het glasdek. Hierbij heeft de engineer de vrije hand om zelf een oplossing te bedenken. Om het aanwezige hoogteverschil tussen het isolerende dek en het glasdek¹ te overbruggen wordt meestal een afdichtingsplaat (3) bedacht in de vorm van een Z. Deze afdichtingsplaat wordt op de dekroeden (4) gelegd en wordt vastgezet met een BoorParker 4.2x16 (A).

¹ Dit hoogteverschil ontstaat doordat het isolerende dek op de aluminium goot ligt en het glasdek in de aluminium goot wordt gemonteerd.

Hierna wordt de afdichtingsplaat tegen de kopse kant van het sandwichpaneel gedrukt (zie de groene arcering) en op het sandwichpaneel vastgezet met een BoorParker 4.2x16 (B).

Hoe de waterafdichting wordt gerealiseerd, is niet gedocumenteerd binnen Gakon. Hierbij is het vermoeden dat tussen de afdichtingsplaat (3) en het sandwichpaneel (2) de afdichtingskit Tec7Kit wordt toegepast.



Figuur 2.1-6 Verbinding met het glasdek

2.1.2 De onderdelen/materialen

De onderdelen en materialen die het isolerende dek moeten afsluiten tegen water, worden continu belast door de invloeden van het weer. Vanuit die uitgangspositie is geanalyseerd bij de metalensoorten wat de thermische uitzetting is. Bij de afdichtingsmiddelen is onderzocht wat de toepassingsfunctie ervan is volgens documentatie van de leverancier.

Sandwichpanelen - SAB-profielen

Een sandwichpaneel is een constructief onderdeel dat is opgebouwd uit een isolatiekern van PIR-hardschuim dat wordt opgesloten tussen twee stalen platen. Door de vorm van een sandwichpaneel kan dit worden gebruikt als bouwsteen om een wand van bijvoorbeeld een bedrijfsruimte te voorzien van een “muur” en als isolatiemateriaal.

Hierdoor heeft een sandwichpaneel twee functies in het isolerende dek. Het functioneert als isolator en als basiselement van de constructie van het isolerende dek. De staalsoort die wordt gebruikt bij het sandwichpaneel is S320GD, deze heeft een thermische uitzetting van $13 \cdot 10^{-6} \text{ m/}^{\circ}\text{C}$. Dat wil zeggen dat het materiaal 13 micrometer uitzet bij één graad temperatuurverandering.

Aluminiumprofielen

De aluminiumprofielen zijn vormgegeven door middel van het productieproces extruderen. De aluminiumlegering die hiervoor geschikt wordt geacht, is 6063-T66, deze heeft een thermische uitzetting van $24,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/}^\circ\text{C}$.

BoorParker 4.2x16

Dit kooponderdeel is een roestvaststalen zelfborende en zelftappende schroef. Het voordeel van deze schroef is dat maar één handeling nodig is die drie handelingen combineert: het gat boren, schroefdraad tappen en twee onderdelen aan elkaar bevestigen. De BoorParker heeft een thermische uitzetting van $18 \cdot 10^{-6} \text{ m/}^\circ\text{C}$.

Montagelijm: Zwaluw ClearFix

Zwaluw ClearFix is een constructie- en montagelijm die voornamelijk bedoeld is voor interieurgebruik. Dit uit zich ook in de beperkingen die de leverancier oplegt aan dit middel. Zo is onder andere een beperking dat de montagelijm niet geschikt is bij een continue waterbelasting. Daarnaast zullen bij langdurige blootstelling aan UV-straling de eigenschappen van het middel achteruitgaan. Daarnaast is de toepassingstemperatuur gesteld op minimaal $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ en maximaal $+40 \text{ }^\circ\text{C}$. Dit betekent dat de omgevingstemperatuur en de oppervlaktetemperatuur van het te verlijmen vlak tussen de $5 \text{ }^\circ\text{C}$ en $40 \text{ }^\circ\text{C}$ moeten zijn. Indien dit niet het geval is, is het mogelijk dat de montagelijm niet goed hecht aan het vlak. Gakon gebruikt de montagelijm ook tijdens de winter, waarbij het voorkomt dat de omgevingstemperatuur en de oppervlaktetemperatuur onder de $5 \text{ }^\circ\text{C}$ liggen. Zie Bijlage II voor technische documentatie.

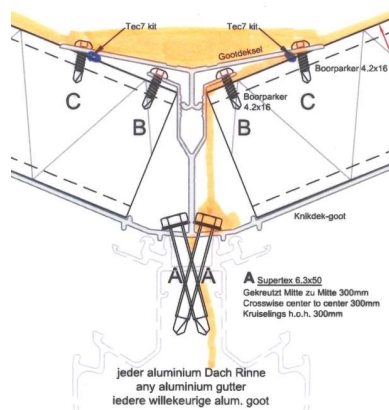
Montagekit/lijm: Tec7kit

De Tec7Kit is een middel dat volgens de leverancier voor alle werkzaamheden in de bouwwereld kan worden toegepast (zie Bijlage III). Daarbij is het middel bestand tegen UV-straling en kan het onderwater staan. Daarnaast heeft dit middel net als bij Zwaluw ClearFix een toepassingstemperatuur van minimaal $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ en maximaal $+40 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.1.3 Tussenconclusie – Het ontwerp: isolerend dek

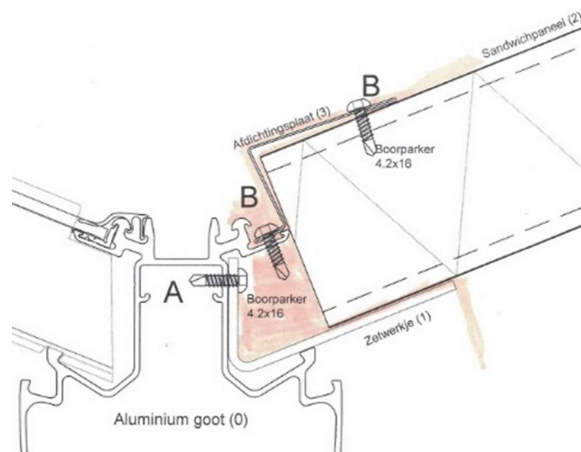
Bij de dubbele verbinding met de aluminium goot is het risico op lekkage aanwezig. Dit risico treedt op als de Tec7Kit niet goed is aangebracht. Alhoewel er een risico op lekkage is, moet worden onderzocht of de klant daadwerkelijk hinder ervaart van lekkage op deze plek. Immers, wanneer het hemelwater door de gootdeksel stroomt, valt het via de knikdegoot langs de Supertex 6.3x50 in de condensgoot van de aluminium goot en kan het hierdoor wegstromen.

In overleg met de manager engineering van Gakon is het gegeven van de wegstroommogelijkheid aanvaard als acceptabel risico. Daarom wordt de dubbele verbinding met de aluminium goot niet gezien als een mogelijk lekkagepunt (zie Figuur 2.1-7).



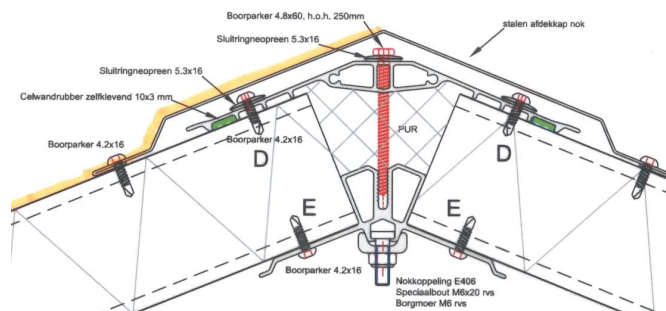
Figuur 2.1-7 Als lekkage optreedt bij de dubbele verbinding met de aluminium goot

Bij de enkele verbinding met de aluminium goot stroomt het hemelwater niet weg zoals bij de dubbele verbinding. Bij de enkele verbinding wordt het sandwichpaneel dichtgemaakt met een afdichtingsplaat die wordt verbonden met de aluminium goot. Wanneer het regent, zal het gedeelte achter het sandwichpaneel vollopen met hemelwater. De BoorParkers 4.2x16 (B) die worden toegepast, worden “koud” op de afdichtingsplaat gemonteerd. Dit wil zeggen dat er geen afdichtingsring wordt gebruikt voor het creëren van een waterdichte afdichting. Daarnaast is niet gedocumenteerd of er een afdichtingsmiddel wordt aangebracht. Doordat een dergelijk (gedocumenteerd) afdichtingsmiddel ontbreekt, kan worden verondersteld dat water langs het sandwichpaneel stroomt, het zetwerkje vervolgens volstroomt en het hemelwater naar beneden kan vallen. Indien deze situatie zich voordoet, ervaart de klant dit als lekkage. Daarom wordt de enkele verbinding met de aluminium goot gezien als een mogelijk lekkagepunt. Zie ter verduidelijking Figuur 2.1-8 op pagina 21. Er moet dan ook voor de enkele verbinding met de aluminium goot een oplossing worden bedacht voor het verhelpen van de lekkage.



Figuur 2.1-8 Lekkage bij de enkele verbinding met de aluminium goot

De verbinding met de nok wordt niet gezien als een mogelijk lekkagepunt aangezien hemelwater als gevolg van de zwaartekracht langs de stalen afdekkapnok naar beneden stroomt. Mocht het water hier toch onderdoor komen, dan zal de rubberafdichting het water tegenhouden zodat het niet naar binnen stroomt. Hiermee kan worden verondersteld dat de verbindingmethode van de nok kan worden hergebruikt. Zie ter verduidelijking Figuur 2.1-9.



Figuur 2.1-9 Strooming van hemelwater in de nok

De onderlinge verbindingen van de sandwichpanelen worden wel gezien als een mogelijk lekkagepunt. Dit komt doordat de montagelijm (Zwaluw Clearfix) die wordt gebruikt voor het afdichten van de sandwichpanelen, niet geschikt wordt geacht gegeven de bevinding in subparagraaf 2.1.2. Volgens de technische documentatie van de montagelijm heeft het middel een gebruikstemperatuur tussen de 5 °C en 40 °C. Geconcludeerd wordt dan ook dat de onderlinge verbindingen van de sandwichpanelen mogelijke lekkagepunten zijn door het gebruik van de montagelijm Zwaluw Clearfix.

Verder wordt ook de verbinding met het glasdek gezien als een mogelijk lekkagepunt. Dit komt doordat voor het creëren van deze verbinding geen standaardoplossing is ontwikkeld en ook niet is gedocumenteerd hoe de verbinding moet worden afgedicht. De conclusie is dat ook voor deze verbinding een oplossing voor mogelijke lekkage moet worden bedacht.

In het algemeen kan worden gesteld dat het gebruik van het onderdeel BoorParker 4.2x16 een risico vormt op lekkage. De schroef wordt bij het isolerende dek gebruikt zonder afdichtingsring en wordt koud op het materiaal geschroefd.

Hierdoor bestaat het risico dat het hemelwater langs deze verbinding naar binnen stroomt.

Thermische uitzetting

Thermische uitzetting is een verandering van de dimensies van een materiaal als gevolg van een verandering van de temperatuur (Materiaalkunde, p. 37). Als verschillende materialen met elkaar worden verbonden, kan thermische uitzetting nadelige effecten hebben. Wordt gekeken naar het gebruik van de verschillende materialen bij het isolerende dek, dan kan dit een bijdrage leveren aan de verergering van de lekkage.

Als voorbeeld wordt gekeken naar Figuur 2.1-7 op pagina 20. Bij deze situatie wordt de waterafdichting gerealiseerd door Tec7Kit, waarbij aan de ene kant een aluminiumlegering 6063-T66 en aan de andere kant een stalen S320GD met elkaar worden verbonden. Als van deze twee materialen de thermische uitzettingscoëfficiënt wordt vermenigvuldigd met de temperatuurswisseling volgens NEN3859 (NEN 3859: 2012, p. 36 Tabel 10), laat dit zien dat de aluminiumlegering ruim 50% meer zal uitzetten dan het staal van het sandwichpaneel. Zie tabel 2.3-1.

Tabel 2.1-1 vergelijking thermische uitzetting van de aluminium nokgoot en het sandwichpaneel

Materiaal	Thermische uitzettingscoëfficiënt	Eenheid	Opmerking
Aluminiumlegering 6063-T66	$24,1 \cdot 10^{-6}$	m/°C	
Staal S320GD	$13 \cdot 10^{-6}$	m/°C	
Temperatuursverandering ΔT	30	°C	NEN3859 - pagina 36 tabel 10
ΔL - 6063-T66	$723 \cdot 10^{-6}$	m	Lengteverandering materiaal
ΔL - S320GD	$390 \cdot 10^{-6}$	m	Lengteverandering materiaal
ΔL	53,94	%	

Als dan de Tec7Kit niet volledig is gehecht, bijvoorbeeld doordat op het moment van aanbrengen de temperatuur lager was dan 5°C, zou het verschil in thermische uitzetting ervoor kunnen zorgen dat de Tec7Kit losraakt van het oppervlak van één van de materialen. Mocht deze situatie zich voordoen, dan kan dit een bijdrage leveren aan verergering van de lekkage. Vanwege de orde van grootte van de uitzetting (0,373 mm) wordt de verergering van de lekkage als gevolg van de thermische uitzetting op nihil geschat.

Desondanks zou het een positieve bijdrage leveren aan het verhelpen van de lekkages indien bij het toepassen van een afdichtingsmiddel hiermee rekening wordt gehouden.

Ten slotte kan deelvraag 1 *“Hoe worden de waterafdichtingen tussen de onderdelen gerealiseerd?”* worden beantwoord. De waterafdichtingen worden gerealiseerd door montagelijm Zwaluw ClearFix en de montagelijm/kit Tec7Kit.

Er bestaat een kans op lekkage als deze middelen niet volgens de voorgeschreven temperatuur wordt verwerkt.

2.2 Analyse – afvoersysteem

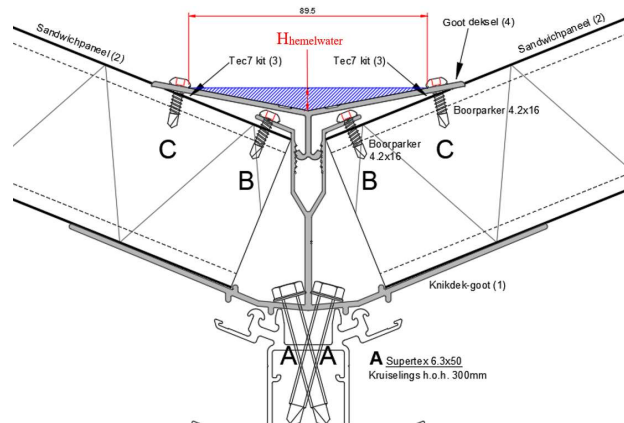
In de vorige analyse is geconstateerd waar mogelijk lekkagepunten zitten in het isolerende dek. Lekkage kan pas optreden wanneer water aanwezig is. Vanuit dat oogpunt wordt het afvoersysteem geanalyseerd waarvoor het afvoerdebiet wordt berekend (in subparagraaf 2.2.1). Vervolgens wordt in subparagraaf 2.2.2 geconcludeerd of het (hemel)water voldoende wordt afgevoerd en daardoor geen lekkage kan ontstaan.

2.2.1 Berekening afvoerdebiet

Zoals in paragraaf 1.3 is toegelicht, stroomt het hemelwater via één zijkant van het isolerende dek het dek af. Het hemelwater krijgt zijn (stroming)snelheid doordat de schuur op afschot is gebouwd. Om precies te zijn, zakt de schuur 2 mm per meter. Als voorbeeld: wanneer de schuur 50 m lang is, is het hoogteverschil tussen het begin en het eind van het dek 100 mm.

Doordat het hemelwater alleen via één zijkant van het isolerende dek (altijd vrij) af kan stromen, ontstaat de situatie dat bij het hoogste punt van het isolerende dek de aluminium goot volloopt met water, als gevolg van het afschot. Om te analyseren waar mogelijke lekkagepunten zijn, is het van belang om te weten hoe hoog het water in de aluminium goot stijgt en welke verbindingpunten hierdoor eventueel onder water komen te staan. Van hieruit is deelvraag 2 opgesteld: *“Beschikt de aluminium goot over voldoende capaciteit om de vereiste regenintensiteit af te voeren zonder dat verbindingpunten onder water komen te staan?”*

In paragraaf 2.1 is onderzocht hoe de waterafdichting van de verbindingpunten wordt gerealiseerd. Daarbij is ook inzichtelijk geworden dat het isolerende dek op de aluminium goot wordt gemonteerd en dat het hemelwater eigenlijk via de gootdeksel stroomt. In deze paragraaf wordt onderzocht hoe hoog het water in de gootdeksel stijgt bij een dubbele verbinding. Zie ter verduidelijking Figuur 2.2-1 op pagina 24



Figuur 2.2-1 Stijging hemelwater

Voor het bepalen van $H_{\text{hemelwater}}$ wordt de oppervlakte berekend van het blauw gearceerde vlak in Figuur 2.2-1. Om tot de afmetingen van dat oppervlak te komen, wordt eerst de hoeveelheid af te voeren hemelwaterdebiet bepaald, waarna de (stroming)snelheid wordt berekend. Door het hemelwaterdebiet te delen door de (stroming)snelheid, blijft het optredende oppervlakte over. Door de breedte van de gootdeksel (zijnde de afstand tussen de verbindingen van de twee BoorParker 4.2x16 (C)) te bepalen, kan $H_{\text{hemelwater}}$ worden berekend.

Voor het berekenen van het optredende oppervlak is de eerste stap het berekenen van het hemelwaterdebiet. Hiervoor wordt het oppervlak van het isolerende dek vermenigvuldigd met de regenintensiteit. Dat gebeurt met de volgende formule:

$$\Phi V_{\text{hemelwater}} = A_{\text{dek}} \cdot q_i$$

Waarin:

- $\Phi V_{\text{hemelwater}} = \text{hemelwaterdebiet} - \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
- $A_{\text{dek}} = \text{Oppervlakte van het af te voeren hemelwater} - \text{m}^2$
- $q_i = \text{Regenintensiteit} - \frac{\text{l/m}^2}{\text{uur}}$

De tweede stap is het berekenen van de (stromings)snelheid op de gootdeksel. Hierbij wordt rekening gehouden met een wrijvingloze onsamendrukbare stroming en wordt de wet van Torricelli toegepast (Toegepaste energieleer, p. 210). Dit betreft de volgende formule:

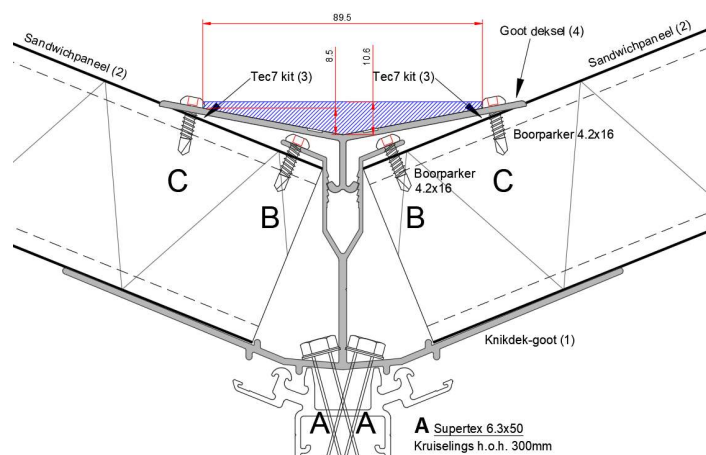
$$v_{\text{goot}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{\text{afsch}}}$$

Waarin:

- $v_{\text{goot}} = \text{de (stroming) snelheid van het regenwater op de gootdeksel} - \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- $g = \text{valversnelling} - \frac{m}{s^2}$
- $h_{\text{afschot}} = \text{het hoogteverschil tussen begin en eind van de gootdeksel als gevolg van het afschot} - m$

Hoe de berekening is uitgevoerd, is te zien in Bijlage IV. De resultaten van de berekening laten zien dat het waterniveau zal stijgen naar 10,59 mm in de gootdeksel wanneer de breedte gelijk blijft. De hoogte van het eerste verbindingspunt is 8,5 mm. Dit betekent dat de verbindingpunten onder water komen te staan na een regenbui (zie Figuur 2.2-2 op pagina 25).



Figuur 2.2-2 Stijging van hemelwater na een regenbui

2.2.2 Tussenconclusie – Afvoersysteem

De berekening uit subparagraaf 2.2.1 laat zien dat hemelwater over een verbinding bij de gootdeksel stroomt (zie Figuur 2.2-2). Hierbij moet worden opgemerkt dat de resultaten van de berekening zijn gebaseerd op één isolerend dek (zie paragraaf 1.3 afbakening), zonder rekening te houden met eventuele weerstanden als gevolg van vuil en drek dat in de goot ligt. In de praktijk loopt het aantal aaneengesloten isolerende dekken in de tientallen, waarbij de afvoercapaciteit van de gootdeksel niet verandert en dus het water nog hoger zal oplopen.

Hiermee kan deelvraag 2 “*Beschikt de aluminium goot over voldoende capaciteit om de vereiste regenintensiteit af te voeren zonder dat verbindingpunten onder water komen te staan?*”, worden beantwoord. Het kortste antwoordt hierop is: Nee. De berekening in subparagraaf 2.2.1 heeft laten zien dat bij één isolerend dek de eerste verbindingpunten al onderwater komen te staan. Als verder wordt doorgerekend (niet bijgevoegd), kan worden aangetoond dat de gootdeksel bij drie aaneengesloten isolerende dekken overstroomt en het hemelwater direct in contact staat met de sandwichpanelen.

Voor het verhelpen van de lekkages moet dan ook een oplossing worden bedacht waarmee het afvoersysteem de vereiste regenintensiteit kan afvoeren zodat de verbindingpunten niet meer onder water komen te staan, of zodanig bewerkt worden dat ze geschikt zijn om onder water te staan.

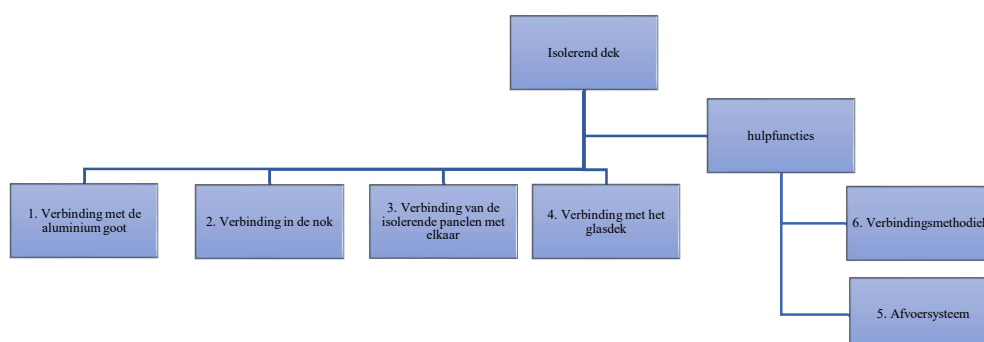
2.3 Conclusie – productanalyse

De twee analyses hebben inzicht geboden in de plekken waar de lekkages zich mogelijk voordoen. In deze paragraaf worden de bevindingen omschreven en wordt vastgesteld voor welke verbindingpunten oplossingen bedacht moeten worden om verdere lekkage te voorkomen.

Daartoe worden ten eerste de bevindingen over het afvoersysteem beschreven, waarna per verbindingpunt wordt geëvalueerd of er sprake is van lekkage.

Aan de hand van de productanalyse is duidelijk geworden waar mogelijk lekkagepunten zitten, waarmee deelvraag 3: “*Voor welke verbindingpunten dient een oplossing te worden bedacht, voor het verhelpen van lekkage?*” kan worden beantwoord. Op basis van bovenstaande informatie kan namelijk geconcludeerd worden dat op de nok na, voor elk verbindingpunt een oplossing voor het verhelpen van de lekkage moet worden bedacht. In hoofdstuk 4 zullen oplossingen worden besproken die ervoor zorgen dat er geen lekkage meer kan optreden bij de verbinding met de aluminium goot, de verbinding met de nok, de verbinding van isolerende panelen, de verbinding van het isolerende dek met het glasdek, alsmede door de afdichtmiddelen en verbindingsmethodes. Zie Functieboom 2.3-1. Maar voordat oplossingen bedacht kunnen worden voor het verhelpen van lekkage, worden eerst de eisen en wensen omschreven die Gakon stelt aan het isolerende dek.

Functieboom 2.3-1 Isolerend dek



3. Pakket van eisen en wensen

In het vorige hoofdstuk zijn de mogelijke lekkagepunten gedefinieerd waarvoor gericht een oplossing kan wordt bedacht. Naast het oplossen van de lekkage die zich voordoet in het isolerende dek, heeft Gakon nog andere eisen en wensen waarmee rekening moet worden gehouden. In dit hoofdstuk worden deze eisen en wensen omschreven naar functionele of fabricagevoorwaarden, waarbij elke voorwaarde als vast, variabel of als wens wordt ingedeeld. Dit omschrijven gebeurt volgens de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg.

Functionele voorwaarden hebben betrekking op de functionaliteit van het isolerende dek. Fabricagevoorwaarden hebben betrekking op de maakbaarheid van het isolerende dek. Wanneer een voorwaarde is ingedeeld als vaste voorwaarde (hetzij als functionele voorwaarde, hetzij als fabricagevoorwaarde), moet de oplossing altijd aan deze voorwaarde voldoen. Doordat altijd aan de vaste voorwaarden moet zijn voldaan, zijn de variabele voorwaarden, die naast de vaste voorwaarden worden gesteld, het meest belangrijk voor dit project. De oplossingen worden beoordeeld op de mate waarin ze voldoen aan de variabele voorwaarden. Vanuit deze beoordeling wordt een definitieve keuze gemaakt. De wensvoorwaarden zijn ondergeschikt aan de vaste en variabele voorwaarden. Gakon wil graag dat rekening wordt gehouden met de wensvoorwaarden bij het bedenken van een oplossing, maar deze zijn niet van doorslaggevend belang. In Tabel 3-1 zijn alle voorwaarden weergegeven.

Tabel 3-1 Pakket van eisen

Nr.	Functioneel	Fabricage	Voorwaarden	Vast	Variabel	Wens
1	x		De constructie van het isolerende dek heeft een brandwerendheid van 500 MJ/m ² voor ten minste 30 minuten waarbij geen bezwijking of instortingsgevaar ontstaat en zij heeft een weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) van ten minste 60 minuten.	x		
2	x		Het isolerende dek moet een minimale warmteweerstand (Rc) van 1,8 m ² K/W.		x	
3	x		Het isolerende dek mag een maximaal belastbaarsvermogen van 862,45 N/m ² .		x	
4		x	Het isolerende dek moet met basisgereedschappen te monteren zijn, zoals accu tol, (hand)zaag of boormachine.	x		
5	x		Het isolerende dek heeft een maximaal afvoerdebiet van 35 L/m ² /uur.		x	
6		x	De kosten van het isolerende dek mogen maximaal 50 €/m ² zijn.		x	
7		x	De montage van het isolerende dek moet minimaal 18 m ² /uur zijn.		x	
8		x	Bij het selecteren van materialen is het wenselijk dat voor de constructieve delen aluminiumlegering 6063-T66 wordt gebruikt.			x
9		x	Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van +0/+10 mm.		x	
10		x	Het isolerende dek mag een maximaal gewicht van 13 kg/m ² hebben.		x	
11		x	Het isolerende dek heeft voor alle verbindingen met de kasconstructie een standaardoplossing.	x		
12		x	Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines waarover Gakon beschikt.		x	

4. Ontwikkeling conceptontwerp

Uit de productanalyse is gebleken voor welke verbindingpunten oplossingen bedacht moeten worden voor het verhelpen van de lekkage van het isolerende dek. Om tot een definitieve oplossing te komen, worden eerst in paragraaf 4.1 voor elke deelfunctie meerdere oplossingen bedacht, waaruit drie (verbeterde) isolerende dekken worden afgeleid als conceptontwerpen. In paragraaf 4.2 zullen deze drie conceptontwerpen worden beoordeeld aan de hand van de variabele voorwaarden en wordt een definitief conceptontwerp gekozen. Bij dit selectietraject wordt de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg gehanteerd en wordt een keuze gemaakt in een conceptontwerp met behulp van de ontwerpmethodiek van Kesselring. Ten slotte wordt in paragraaf 4.3 geconcludeerd wat er nog moet gebeuren om het conceptontwerp tot een werkbaar ontwerp te maken.

4.1 Deeloplossingen

In de productanalyse zijn de lekkagepunten als deelfuncties gedefinieerd. Volgens de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg moeten voor elke deelfunctie verschillende oplossingen bedacht worden waarmee de lekkagepunten te verhelpen zijn. In Tabel 4.1-1 op pagina 33 zijn de bedachte oplossingen weergegeven, waarbij de oplossingen per deelfunctie met elkaar verbonden zijn.

De oplossingen die met elkaar zijn verbonden, vormen samen een (concept)oplossing voor het verhelpen van de lekkages van het isolerende dek. Allereerst wordt per deelfunctie toegelicht hoe de lekkage op verschillende manieren kan worden verholpen.

1. Verbinding met de aluminium goot

Als eerste moet worden opgemerkt dat de huidige (dubbele) verbinding met de aluminium goot niet kan worden hergebruikt. Ondanks dat deze verbinding niet als lekkagepunt wordt beschouwd, is het ontwerp van de verbinding in strijd met voorwaarde 9 uit het pakket van eisen (zie Tabel 3-1). Deze voorwaarde vereist dat bij het herontwerp van het isolerende dek, deze verbinding niet meer dan 10 mm uitsteekt ten opzichte van het glasdek. De dubbele verbinding voldoet niet aan deze eis en zal om die reden niet worden aangedragen als oplossing.

Oplossing 1: De verbinding met de aluminium goot wordt gerealiseerd door een aluminium profiel genaamd GootC3. De GootC3 is eigenlijk de verbinding tussen de kasconstructie en de huidige sandwichpanelen. Dat betekent dat bij dit onderdeel twee verbindingpunten waterdicht gemaakt moeten worden.

Als eerste wordt de verbinding met de kasconstructie toegelicht, daarna komt de verbinding met het sandwichpaneel aan de orde.

De GootC3 wordt aan de aluminium goot van de kasconstructie gemonteerd. Hierbij komt aan de bovenzijde in de aluminium goot een rubberprofieltje. De GootC3 wordt tegen dit rubberprofieltje aangedrukt en onder enige spanning gefixeerd (met net voldoende spanning zodat het rubberprofieltje het (hemel)water tegenhoudt).

De andere verbinding is in combinatie met het huidige sandwichpaneel. Hierbij is het idee dat het sandwichpaneel wordt opgesloten in een U-vormige opstelling van de GootC3. De afdichting wordt gerealiseerd doordat tussen het sandwichpaneel en de U-vormige opstelling een rubberprofiel wordt geplaatst. Door de lip (van de U-vormige opstelling) tegen het sandwichpaneel te schroeven met daartussen het rubberprofiel, wordt de waterafdichting gerealiseerd.

Oplossing 2: Hierbij is het idee om een aluminium profiel te maken, genaamd GootC2. De waterafdichting aan de zijde van de aluminium goot wordt gerealiseerd door het onder spanning inklemmen van een rubberprofiel tussen de aluminium goot en de GootC2. De waterafdichting van de andere kant wordt gerealiseerd in combinatie met een ander soort isolatiepaneel, namelijk een dakpaneel dat op de GootC2 wordt geplaatst. Voor de waterafdichting wordt een montagekit aangebracht tussen het dakpaneel en de GootC2.

Oplossing 3: Hierbij is het idee om de verbinding van het glasdek met de aluminium goot te gebruiken. Daar wordt een dekroeden tussen de aluminium goot geklemd. Vervolgens komt tussen de dekroeden een glasplaat, die daarbij op de aluminium goot komt te liggen. Rondom het glas (tussen de dekroeden en op de aluminium goot) worden afdichtingsrubbers geplaatst. De waterafdichting wordt gerealiseerd doordat het gewicht van het glas de afdichtingsrubbers zodanig indrukt dat (hemel)water niet naar binnen kan stromen.

2. Verbinding in de nok

Oplossing 1: Hierbij wordt de nokverbinding van het glasdek toegepast. In het glasdek ligt de nok los tussen de dekroeden in. Het nokprofiel is enkel bedoeld om de bovenzijde waterdicht af te sluiten en om thermische uitzetting van het glas te ondervangen. In de nok worden de dekroeden met elkaar verbonden met een NRN-profiel. Dit profiel fixeert de dekroeden.

Oplossing 2: Een van de bevindingen van de productanalyse was dat de verbinding in de nok geen mogelijk lekkagepunt was.

Daarom wordt deze verbinding hergebruikt. Hoe bij deze verbinding de waterafdichting wordt gerealiseerd, is omschreven op pagina **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd..**

Oplossing 3: De derde oplossing voor de nokverbinding komt van een leverancier en wordt toegepast in combinatie met een dakpaneel. De verbinding wordt gerealiseerd door een speciaal profieltje, dat aan de onderzijde dezelfde vorm heeft als een dakpaneel. Dit profieltje wordt met afdichtingstape waterdicht vastgemaakt aan het dakpaneel. Over het profieltje heen wordt een nokplaat gemonteerd, waarna die wordt vastgezet. Doordat de nokplaat enige overlengte heeft, stroomt het water altijd via de nokplaat op het dakpaneel. Zelfs bij wind die het (hemel)water doet opwaaien, kan het water niet zo hoog komen.

3. Verbinding van de isolerende panelen met elkaar

Oplossing 1: Bij deze oplossing wordt het sandwichpaneel vervangen door een dakpaneel. Het dakpaneel heeft aan de bovenzijde (daar waar de regen valt) een golfvormige plaat. Door de verbinding sluiten de dakpanelen naadloos op elkaar aan. De golfplaat loopt door en valt als een soort flap over het daaropvolgende paneel heen. Daartussen wordt afdichtingstape geplaatst voor een waterdichte afdichting, waarna de panelen worden vastgezet.

Oplossing 2: Als tweede oplossing worden dezelfde sandwichpanelen gebruikt als bij het huidige isolerende dek.

Om de verbinding waterdicht te maken wordt de montagelijm (Zwaluw clearFix) vervangen voor een montagekit die speciaal geschikt is voor dit soort toepassingen, een Roof plast kit.

Oplossing 3: De derde oplossing is de combinatie van het isolerende dek met het glasdek. Hierbij is het idee om isolerend materiaal aan de binnenzijde van het glasdek te bevestigen met een aluminium profieltje dat wordt vastgeklikt aan de dekroeden. Aangezien de verbindingen van het glasdek (de verbinding met de aluminium goot en de verbinding in de nok) waterdichte verbindingen zijn, hoeft de verbinding van de isolerende materialen niet waterdicht te zijn. Wel leidt deze oplossing tot verergering van condensvorming. Mocht voor deze (deel)oplossing gekozen worden, dan moet dit nader worden bekeken bij de detaillering van het ontwerp.

4. Verbinding met het glasdek

Oplossing 1: De eerste oplossing voor de verbinding met het glasdek is het gebruik van dakpanelen.

De verbinding van het dakpaneel met het glasdek wordt gerealiseerd door een afdichtingsplaat op het dakpaneel en op de dekroeden te monteren, waarbij waterafdichting wordt gecreëerd met behulp van waterafdichtende tape tussen de afdichtingsplaat, het dakpaneel en de dekroeden.

Oplossing 2: Bij oplossing 2 wordt een glasdek toegepast. Hierdoor vervalt bij deze oplossing de verbinding met het glasdek, aangezien het glasdek zelf wordt toegepast. Hoe de waterafdichting van het glasdek wordt gerealiseerd, is al omschreven bij de verbinding met de aluminium goot (als oplossing 3).

Oplossing 3: Bij de derde oplossing wordt het huidige sandwichpaneel gebruikt. Voor de verbinding met het glasdek is een strip bedacht die op het sandwichpaneel en tussen de dekroeden gemonteerd wordt, met daartussen een afdichtingsrubber.

5. Verbindingsmethode

Oplossing 1: Het toepassen van waterafdichtende popnagels.

Oplossing 2: Het toepassen van zelfborende en zelftappende schroeven met waterafdichtende ringen.

6. Afvoersysteem

Oplossing 1: De goot dusdanig vergroten dat verbindingen niet meer onder water komen te staan.

Oplossing 2: De verbindingen die mogelijk onder water komen te staan waterdicht afsluiten.

Oplossing 3: Om de 5 m een extra afvoer plaatsen, zodat het hemelwater niet zo ver kan oplopen dat verbindingen onder water komen te staan.

Dit zijn alle oplossingen per deelfunctie voor het verhelpen van de lekkage van het isolerende dek. In Tabel 4.1-1 op pagina 33 zijn de ideeën weergegeven met een schets, figuur of omschrijving. De verschillende oplossingen zijn met elkaar verbonden waardoor drie concepten ontstaan. Deze drie concepten worden kort omschreven.

Concept 1:

Een herontwerp van het bestaande isolerende dek, waarbij de nokverbinding en de sandwichpanelen worden hergebruikt. De verbinding met de aluminium goot en met het glasdek en het toepasbaar afdichtingsmiddel moeten verder worden uitgewerkt.

Concept 2:

Een nieuw ontwerp waarbij de oplossingen van een derde wordt toegepast, zijnde een dakpaneel en de nokverbinding. De verbinding met de aluminium goot en met het glasdek moet verder worden uitgewerkt.

Concept 3:

Het toepassen van het glasdek (het dak van de kas waar de gewassen worden gekweekt), waarbij het toevoegen van het isolerend vermogen moet worden uitgewerkt.

Tabel 4.1-1 Morfologische overzicht

DeelFuncties	Oplossingen		
1. Verbinding met de aluminium goot	Aluminium goot (D) Oplossing 1 - GootC3	Aluminium goot (B) Oplossing 2 - GootC2	Aluminium goot (B) Oplossing 3 - Dekroeden
2. Verbinding in de nok	Oplossing 1 - Nok glasdek	Oplossing 2 - Nok huidige isolerend dek	Oplossing 3 - In combinatie met dakpaneel
3. Verbinding van de isolerende panelen met elkaar	Oplossing 1 - Dakpaneel	Oplossing 2 - Sandwichpaneel	Oplossing 3 - isolerend paneel
4. Verbinding met het glasdek	Oplossing 1 - Sandwichpaneel met het glasdek	Oplossing 2 - Glasdek	Oplossing 3 - Dakpaneel met glasdek
5. Verbindingsmethode	Waterafdichtende popnagels	Zelfborende en tappende schroef in combinatie met water afdichtende ring	
6. Afvoersysteem	Goot vergroten	Verbindingen waterdicht maken	Extra afvoer plaatsten

4.2 Beoordeling van de oplossingen

Voor de deelfuncties zijn verschillende oplossingen bedacht. Dit heeft geleid tot drie conceptontwerpen voor het (verbeterde) isolerende dek. De concepten worden beoordeeld aan de hand van de gestelde variabele voorwaarden. Bij dit selectieproces wordt de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg gevolgd. Hierbij zijn de variabele voorwaarden verdeeld in twee groepen: functionele voorwaarden en fabricagevoorwaarden. Functioneel staat voor functionaliteit, fabricage staat voor maakbaarheid.

De beoordeling bestaat uit drie stappen. Stap 1 is het bepalen van de weegfactor. De weegfactor geeft weer hoe belangrijk elke voorwaarde is ten opzichte van andere voorwaarden (hoeveel ‘gewicht’ deze in de schaal legt). Stap 2 is het beoordelen van de concepten aan de hand van de variabele voorwaarden. Als laatste stap, stap 3, worden de uitkomsten van de beoordeling van stap 2 als percentage verwerkt in de grafiek via de Kesselringmethode. In stap 3 wordt vervolgens een keuze gemaakt voor het conceptontwerp van het isolerende dek dat het best kan worden toegepast als oplossing van de lekkage.

Stap 1 – Weegfactor

De voorwaarden worden per groep paarsgewijs met elkaar vergeleken. De voorwaarde die belangrijker wordt geacht dan de andere krijgt een 1, de andere een 0. De resultaten voor het bepalen van de weegfactor zijn te zien in Tabel 4.2-1.

Tabel 4.2-1 bepaling weegfactor

Nr.	Voorwaarden – functioneel	2	3	5	Totaal		
2	Het isolerende dek moet een minimale warmteweerstand (R_c) hebben van $1,8 \text{ m}^2\text{K/W}$	1	0	0	1		
3	Het isolerende dek mag een maximaal belastingsvermogen hebben van $862,45 \text{ N/m}^2$	1	1	0	2		
5	Het afvoerdebiet moet maximaal $35 \text{ L/m}^2\text{/uur}$ hemelwater kunnen afvoeren	1	1	1	3		
Nr.	Voorwaarden - fabricage	6	7	9	10	12	Totaal
6	De kosten van het isolerende dek mogen maximaal 50 €/m^2 zijn.	1	1	1	1	0	4
7	De montagesnelheid bij het isolerende dek moet minimaal $18 \text{ m}^2\text{/uur}$ zijn.	0	1	1	1	0	3
9	Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van $+0/+10 \text{ mm}$	0	0	1	0	0	1
10	Het isolerende dek mag een maximaal gewicht van 13 kg/m^2 hebben	0	0	1	1	0	2
12	Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines waarover Gakon beschikt	1	1	1	1	1	5

Stap 2 – De beoordeling

De volgende stap (stap 2) is beoordelen in hoeverre de concepten voldoen aan de in stap 1 vergeleken voorwaarden. Hierbij krijgt een concept voor die voorwaarden een score 1 wanneer het op de grens ligt van voldoening. Indien een concept perfect voldoet aan de voorwaarden, wordt een score 4 gegeven.

De score die wordt gegeven wordt vermenigvuldigd met de weegfactor die geldt bij die voorwaarde. Alle scores van een concept worden bij elkaar opgeteld en vormen samen een percentage. Dit percentage wordt verwerkt in een grafiek volgens de Kesselringmethode. In Tabel 4.2-2 is de beoordeling weergegeven.

Tabel 4.2-2 Beoordeling concept-ontwerpen

Nr.	Voorwaarden - functioneel	Weegfactor	C1	C2	C3	Ideaal
2	Het isolerende dek moet een minimale warmteweerstand (R_c) hebben van 1,8 m^2K/W	1	3	4	4	4
3	Het isolerende dek mag een maximaal belastingsvermogen hebben van 862,45 N/m^2	2	2	2	3	8
5	Het afvoerdebiet moet minimaal 35 L/ m^2 /uur hemelwater kunnen afvoeren	3	4	4	3	12
	Totale gewogen score		19	20	19	24
	Totale gewogen score in procenten		79%	83%	79%	100%
Nr.	Voorwaarden - fabricage	Weegfactor	C1	C2	C3	Ideaal
6	De kosten van het isolerende dek mogen maximaal 50 €/m ² zijn.	4	3	2	3	16
7	De montagesnelheid van het isolerende dek moet minimaal 18 m ² / uur zijn.	3	1	3	4	12
9	Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van +0/+10 mm.	1	3	1	4	4
10	Het isolerende dek mag een maximaal gewicht van 13 kg/m ² hebben.	2	3	2	2	8
12	Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines waarover Gakon beschikt.	5	2	3	4	20
	Totaal gewogen score		34	37	52	60
	Totaal gewogen score in procenten		57%	62%	87%	100%

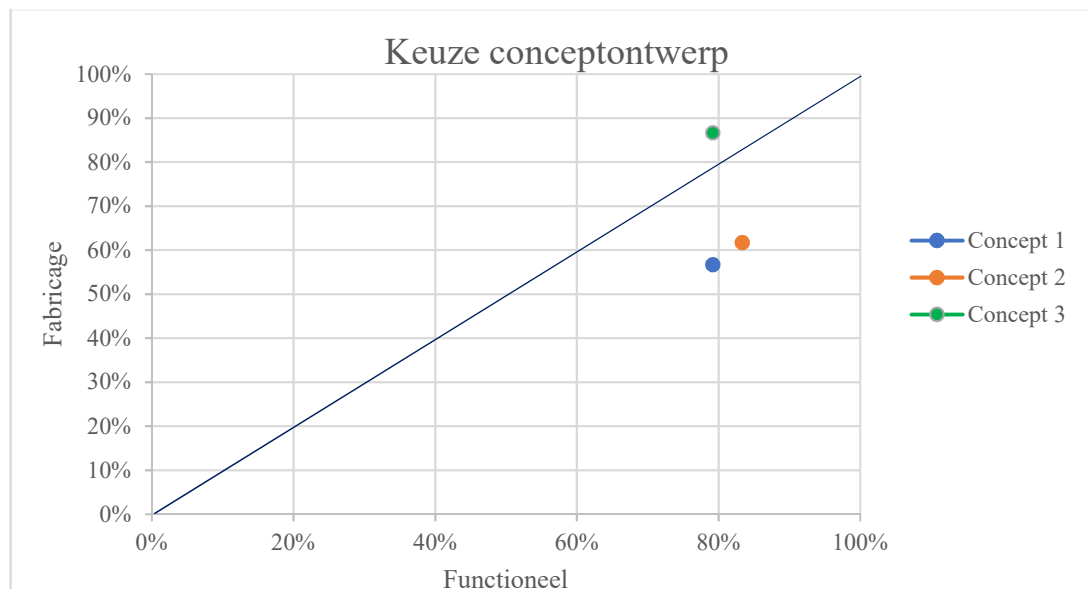
Stap 3 – Keuze conceptontwerp

De Kesselringmethode biedt een grafische weergave van de beoordeelde conceptontwerpen. Daarbij biedt de theorie handvatten voor het maken van een juiste keuze van het conceptontwerp. De diagonale lijn geeft het optimum weer tussen functionaliteit en fabricage, waarbij het (concept)ontwerp dat het dichtst bij dit optimum ligt, de juiste keuze is als oplossing. Als concepten lager scoren dan 40% of de functionaliteit en fabricage van concepten samen een lagere waarde hebben dan 55%, voldoet het concept niet. Mocht dat concept toch verder worden uitgewerkt, dan leidt dit later tot beperkingen in functionaliteit of in de maakbaarheid (fabricage) van het product. In Grafiek 4.2-1 op pagina 36 zijn de percentages uit Tabel 4.2-2 verwerkt.

Hierbij zijn de percentages van de functionele voorwaarden verwerkt op de x-as en die van de fabricagevoorwaarden op de y-as.

De concepten zijn door middel van stipjes verwerkt in de grafiek.

Grafiek 4.2-1 Keuze conceptontwerp



Uit Grafiek 4.2-1 is af te leiden dat het beste conceptontwerp (herontwerp) van het isolerende dek voor het verhelpen van de lekkages concept 3 is. Ondanks dat concept 3 minder goed functioneert dan concept 2, is concept 3 een betere keuze omdat de balans tussen maakbaarheid (fabricage) en functionaliteit bij concept 3 beter is dan bij de overige concepten. Ook is bij het bepalen van de weegfactoren af te leiden dat de maakbaarheid belangrijker wordt gevonden dan functionaliteit. Voor het oplossen van de lekkage van het isolerende dek zal dan ook concept 3 wordt toegepast. Concept 3 is het glasdek met als modificatie het toevoegen van isolerend vermogen.

4.3 Conclusie – ontwikkeling conceptontwerp

In dit hoofdstuk stond geen deelvraag centraal, maar is volgens de methodiek van Van den Kroonenberg gezocht naar verschillende oplossingen voor de lekkagepunten van het isolerende dek. De conceptontwerpen zijn beoordeeld ten aanzien van de variabele voorwaarden. De resultaten van deze beoordeling zijn verwerkt in een grafiek volgens de Kesselringmethode. Op basis daarvan is een keuze gemaakt voor het oplossen van de lekkage van het isolerende dek. Gekozen is voor concept 3 – het glasdek met isolerend vermogen.

Omdat concept 3 een bestaande oplossing is, waarbij isolerend vermogen moet worden toegevoegd, wordt in het volgende hoofdstuk eerst voor het glasdek nader onderzocht hoe het isolerend vermogen het best kan worden toegevoegd, waarna het conceptontwerp wordt uitgewerkt tot een definitief ontwerp.

5. Detaillering (her)ontwerp isolerend dek

De oplossing voor het verhelpen van de lekkage is in het vorige hoofdstuk bedacht. Aangezien dit een bestaand ontwerp betreft waarbij het isolerend vermogen als een ontbrekende functionaliteit kan worden gezien, wordt in dit hoofdstuk hieraan invulling gegeven. Dat zal leiden tot de producten die bij de afronding van het (afstudeer)project worden geleverd.

Hiervoor wordt in paragraaf 5.1 eerst het glasdek (zonder isolerend vermogen) geanalyseerd, waarbij de focus zal liggen op de voorwaarden die gelden voor het glasdek en de voorwaarden die gelden voor het isolerend vermogen. Tevens wordt de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg herhaald en wordt bedacht hoe het isolerend vermogen toegevoegd wordt aan het glasdek. Vervolgens wordt in paragraaf 5.2 een geschikt materiaal geselecteerd, dat wordt beoordeeld aan de hand van de voorwaarden. Ook wordt het definitieve herontwerp van het isolerende dek gerealiseerd. In paragraaf 5.3 wordt gekeken wat de definitieve kosten zijn voor het isolerende dek. Ten slotte wordt in paragraaf 5.4 geëvalueerd of de gewenste resultaten zijn behaald.

5.1 Productanalyse – glasdek

In het vorige hoofdstuk is het glasdek in combinatie met isolerend vermogen als beste oplossing beoordeeld voor het verhelpen van de lekkages van het (huidige) isolerende dek. Als echter het glasdek wordt toegepast, verandert de constructie ten opzichte van het huidige isolerende dek. Waar momenteel, door het gebruik van sandwichpanelen, het isolerend vermogen en het constructieve gedeelte één zijn, zijn dit bij het glasdek gescheiden functies. Daarom wordt voor de detaillering van het isolerende dek eerst het glasdek (op onderdeelniveau) nader onderzocht. Hierbij wordt onderzocht uit welke onderdelen het glasdek is opgebouwd, welke voorwaarden gelden voor het glasdek en welke voorwaarden gelden voor het isolerend vermogen. Het verwachte resultaat van dit onderzoek is een aangepast pakket van eisen dat specifiek geldt voor het isolerend vermogen.

De analyse van het glasdek is opgedeeld in drie subparagrafen. In subparagraaf 5.1.1 wordt het ontwerp van het glasdek geanalyseerd, waarbij wordt beoordeeld welke voorwaarden voor het glasdek gelden. Vervolgens wordt met behulp van de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg beoordeeld hoe het isolerend vermogen kan worden toegevoegd aan het glasdek (subparagraaf 5.1.2). Ten slotte wordt een tussenconclusie getrokken waaruit blijkt welke voorwaarden gelden voor het isolerend vermogen (subparagraaf 5.1.3).

5.1.1 Ontwerp glasdek

Tijdens het onderzoek van het glasdek blijkt dat er geen montagetekening en 3D-model beschikbaar zijn van het glasdek als geheel, er zijn alleen productietekeningen beschikbaar van de onderdelen en een omschrijving van hoe het glasdek gemonteerd moet worden. Omdat het glasdek ook als isolerend dek wordt toegepast en omdat een van de producten van de (afstudeer)opdracht een 3D-model is van het isolerende dek, is het glasdek uitwerkt als 3D-model in Autodesk Inventor. In Bijlage V staat een overzichtstekening van het glasdek. Deze overzichtstekening maakt inzichtelijk hoe het glasdek constructief in elkaar zit. Met behulp daarvan kan worden bepaald welke voorwaarden gelden voor het glasdek en welke voorwaarden gelden voor het isolerend vermogen. Bij het glasdek wordt per voorwaarde omschreven of hieraan voldaan wordt of niet. Daarnaast is ervoor gekozen om met name de voorwaarden met betrekking tot het gewicht en de kosten te omschrijven, en de overige voorwaarden toe te lichten in Bijlage VI.

Gewicht van het glasdek

In hoofdstuk 3 is als één van de voorwaarden beschreven een maximaal gewicht voor het volledige isolerende dek. Dit maximale gewicht is afgeleid van het gewicht van het huidige isolerende dek. Om te bepalen wat het maximale gewicht mag zijn van alleen het isolerend vermogen, is in eerste instantie het gewicht van het glasdek bepaald. Het gewicht is bepaald aan de hand van de onderdelen van het glasdek, die zijn weergegeven op de overzichtstekening in Bijlage V. In Tabel 5.1-1 op pagina 39 staan alle onderdelen van één glasdek, met daarbij het gewicht per stuk en het gewicht in totaal. Het gewicht van een onderdeel wordt berekend door Autodesk Inventor wanneer een materiaal is toegewezen aan dat onderdeel. Door het totale gewicht te delen door het oppervlak van één glasdek (20 m^2) is het gewicht per vierkante meter bepaald. Dit bedraagt $12,14 \text{ kg/m}^2$.

Tabel 5.1-1 Overzicht gewicht van één glasdek

Aantal	Partnummer	Omschrijving	Materiaal	Gewicht per stuk in kg	Totaal gewicht in kg
1	E292	Nok	Aluminiumlegering 6063-T66	2,555	2,555
8	Glasplaat	Glasplaat	Floatgevel glas	23,163	185,304
10	E392	Dekroeden	Aluminiumlegering 6063-T66	1,090	10,900
20	NRN-profiel	Verbinding dekroeden	Steel S235	0,252	5,040
20	E211	Dekroeden rubber	EPDM 85SH (TPP87)	0,062	1,240
2	E397	Nokrubber links/rechts	EPDM 85 SH Easy set PT05 (TPP87)	0,225	0,450
2	E391	Aluminium goot	Aluminiumlegering 6063-T66	17,873	35,746
4	E386	Aluminium goot rubber	EPDM 85SH (TPP87)	0,140	0,560
4	E387	Gootlijst	HPVC	0,250	1,000
Totaal					242,795
Totaal gewicht in kg/m ²		12,14			

Als het gewicht van het glasdek wordt afgetrokken van het maximale gewicht (volgens voorwaarde 10) zou dit betekenen dat het gewicht van het isolerend vermogen maximaal 0,86 kg/m² zou mogen zijn (zie hiervoor voorwaarde 10 in hoofdstuk 3).

Omdat echter extra gewicht wordt toegevoegd aan het glasdek, moet eerst worden onderzocht of het glasdek dit gewicht kan dragen. Om te bepalen hoeveel gewicht het glasdek kan dragen, is de norm NEN 3859 geraadpleegd. Volgens deze norm moet het glasdek geschikt zijn om permanent aanwezige installatiebelasting te kunnen dragen.

Installatiebelasting is een vorm van belasting die permanent met het glasdek (kasconstructie) verbonden is. Volgens de genoemde norm valt onder andere isolatie onder installatiebelasting. De minimale belasting die het glasdek moet kunnen dragen is 70 n/m² (NEN 3859: 2012, p. 32), dit komt neer op ongeveer 7 kg/m².

Omdat deze belasting volgens de NEN-norm wordt vereist, wordt deze belasting overgenomen als zijnde het maximale gewicht van het isolerend vermogen dat aan het glasdek mag worden toegevoegd. Dit betekent dat voorwaarde 10 (uit hoofdstuk 3) zodanig wordt aangescherpt dat deze enkel geldt voor het isolerend vermogen. Deze luidt nu: “Het isolerend vermogen heeft een maximaal gewicht van 7 kg/m²”.

Kostenraming van het glasdek

Volgens voorwaarde 6 van het pakket van eisen beschreven in hoofdstuk 3 zijn de maximale kosten van het volledige isolerende dek gesteld op 50 euro per vierkante meter, daaronder vallen ook het isolerend vermogen en het glasdek.

Aangezien het glasdek een bestaand product is, kunnen hiervan de kosten worden bepaald en worden omgerekend naar een vierkantemeterprijs. Als de kosten van het glasdek worden afgetrokken van de kosten volgens voorwaarde 6 (50 euro per vierkante meter), blijft over wat het isolerend vermogen mag kosten.

Om te kunnen bepalen hoeveel het glasdek kost per vierkante meter zijn een aantal kostenposten gedefinieerd: materiaalkosten, productiekosten, montagekosten, overhead en een risicofactor.

Hierbij zijn de materiaalkosten bepaald aan de hand van de onderdelen uit Tabel 5.1-1 op pagina 39, gedeeld door het oppervlak van één glasdek (20 m²). Dat levert de materiaalkosten op per vierkante meter.

Productiekosten worden gemaakt voor het bewerken van de dekroeden. Zie Tabel 5.1-2 voor de manier waarop de vierkantemeterprijs is bepaald voor de productiekosten.

Tabel 5.1-2 Productiekosten dekroeden

Kostenpost	Bedrag	Eenheid	Opmerking
Productie dekroeden	250	DR/u	Uitgangspositie: 2000 dekroeden (DR) per 8 uur = 250 DR/u
Aantal Glasdekken	25	GD/u	Per glasdek (GD) zijn 10 DR nodig. 1 glasdek is 20m ²
Oppervlakte	500	m ² /u	
Arbeid	75	€/u	1 FTE nodig voor het bedienen van de machine (a 25 €/u). De machinekosten worden ingeschat op 50 €/u
Productiekosten dekroeden	0,15	€/m²	Productiekosten van de isolerende deken

De montagekosten worden gemaakt om het glasdek, op locatie, te monteren. Zie Tabel 5.1-3 voor de manier waarop de vierkantemeterprijs is bepaald voor de montagekosten.

Tabel 5.1-3 Montagekosten glasdek

Kostenpost	Bedrag	Eenheid	Opmerking
Montagesnelheid glasdek	183,33	m ² /u	Uitgangspositie: 2200 m ² glasdek per 12 uur = 183,33 m ² /uur
Arbeidskosten	75	€/u	3 FTE a 25 €/u
Montagekosten glasdek	0,41	€/m²	

Onder overheadkosten vallen de kosten voor huisvesting en voor het personeel dat op kantoor werkzaam is. Als risicofactor wordt een meerprijs meegerekend van 1% van de totale kosten. Als vervolgens de vierkantemeterprijzen van alle kostenposten bij elkaar worden opgeteld, levert dat de totale kosten op van het glasdek. Zie Tabel 5.1-4 voor de bepaling van de vierkantemeterprijs van het glasdek.

Tabel 5.1-4 Overzicht kostenraming Glasdek

Kostenpost	Prijs - €/m ²	Opmerking
Materiaalkosten	9,45	
Montagekosten	0,41	
Productiekosten	0,15	
Overhead	1,00	De overheadkosten betreffen onder andere: huisvesting en al het personeel van kantoor.
Risicofactor	0,11	Risico factor van 1%
Totaal	11,12	

De totale kosten van het glasdek bedragen (ongeveer) 11 euro per vierkante meter. Als dit bedrag wordt afgetrokken van de maximale kosten van 50 €/m², blijft nog 39 €/m² over die maximaal mag worden besteed aan het isolerend vermogen. Door het bepalen van de kosten van het glasdek kunnen twee voorwaarden worden aangescherpt die gelden voor het isolerend vermogen. Als eerste kan voorwaarde 6 worden aangepast naar:

“De kosten van het isolerend vermogen mogen maximaal 39 €/m² zijn.”

De tweede voorwaarde die kan worden aangescherpt is voorwaarde 7: *“De montagesnelheid van het isolerende dek moet minimaal 18 m²/uur zijn”*.

Vanuit Tabel 5.1-3 op pagina 40 is bij de bepaling van de montagekosten, in overleg met de projectmanager gesteld dat het glasdek (zonder isolerend vermogen) gemonteerd wordt met een montagesnelheid van 183,33 m²/uur.

Dit betekent dat de montage van het isolerende dek met een factor tien mag worden vertraagd. Toevallig blijven hierdoor de waarden van voorwaarde 7 gelijk. Dit geldt echter enkel voor het isolerend vermogen. Voorwaarde 7 wordt dus toch aangescherpt en luidt als volgt: *“De montagesnelheid van het isolerend vermogen moet minimaal 18 m²/uur zijn.”*

Overige voorwaarden

De overige voorwaarden die zijn vergeleken met het glasdek zijn opgenomen in Bijlage VI. Het resultaat van de analyse heeft geleid tot een aangepast pakket van eisen waaraan het isolerend vermogen moet voldoen. Het aangepaste pakket van eisen is weergegeven in Tabel 5.1-5.

Tabel 5.1-5 Aangepast pakket van eisen

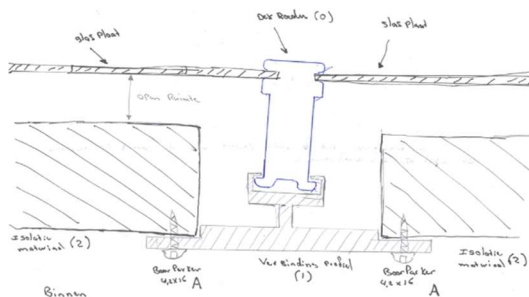
nr.	Functioneel	Fabricage	Voorwaarden	Vast	Variabel	Wens
1	x		Het isolerend vermogen moet voldoen aan brandklasse Bs2	x		
2	x		Het isolerend vermogen moet een minimale warmteweerstand (Rc) hebben van 1,8 m ² K/W		x	
3	x		Het isolerende dek heeft een maximaal belastbaar vermogen van 862,45 N/m ²		x	
4		x	Het isolerend vermogen moet met basisgereedschappen te monteren zijn, zoals accu tol, (hand)zaag of boormachine.	x		
5	x		Het isolerende dek mag een maximaal afvoerdebiet hebben van 35 L/m ² /uur		x	
6		x	De kosten van het isolerend vermogen mogen maximaal 39 €/m ² zijn.		x	
7		x	De montagesnelheid van het isolerend vermogen moet minimaal 18 m ² /uur zijn.		x	
8		x	Bij het selecteren van materialen is het wenselijk dat voor de constructieve delen aluminiumlegering 6063-T66 wordt gebruikt.			x
9		x	Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van +0/+10 mm.		x	
10		x	Het isolerend vermogen mag een maximaal gewicht hebben van 7 kg/m ² .		x	
11		x	Het isolerende dek moet voor alle verbindingen met de kasconstructie een standaardoplossing hebben.	x		
12		x	Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines waarover Gakon beschikt.		x	

5.1.2 Deelfunctie – isolerend vermogen

Uit de vorige subparagraaf is gebleken dat het isolerend vermogen een gescheiden (deel)functie is waarvoor aangescherpte voorwaarden gelden. In deze subparagraaf worden verschillende oplossingen aangedragen om het isolerend vermogen aan het glasdek toe te voegen.

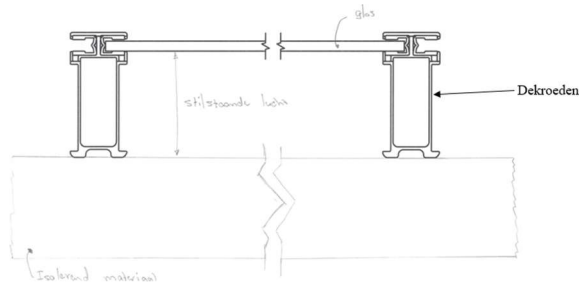
De verschillende oplossingen worden beoordeeld volgens de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg. Het gaat om de volgende oplossingen:

Oplossing 1: een aluminium profiel aan de onderzijde (binnenkant) van de de kroeden klikken. Op het aluminium profiel (tussen de de kroeden) net onder het glas wordt een isolatiepaneel geplaatst en vastgezet met een schroefverbinding aan het aluminium profiel. Zie ter illustratie Figuur 5.1-1.



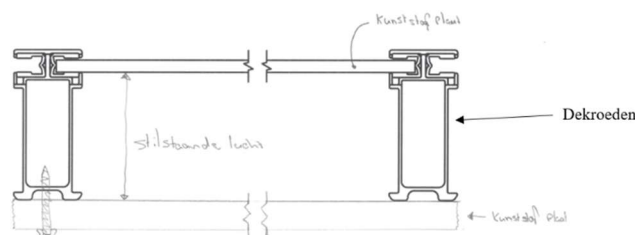
Figuur 5.1-1 Situatieschets oplossing 1

Oplossing 2: isolatiepanelen tegen de de kroeden aan schroeven. Zie ter illustratie Figuur 5.1-2.



Figuur 5.1-2 Situatieschets oplossing 2

Oplossing 3: het glas vervangen door een kunststofplaat en tegen de onderzijde van de de kroeden ook een kunststofplaat monteren. Het isolerend vermogen wordt gerealiseerd door de stilstaande lucht tussen de twee kunststofplaten. Zie ter illustratie Figuur 5.1-3.



Figuur 5.1-3 Situatieschets oplossing 3

De beoordeling van de drie oplossingen is te vinden in Bijlage VII. Het resultaat van de beoordeling is dat oplossing 2: “isolatiepanelen tegen de dekroeden monteren” het best aansluit bij de (aangepaste) voorwaarden.

5.1.3 Tussenconclusie – productanalyse glasdek

De analyse van het glasdek heeft duidelijk gemaakt aan welke voorwaarden het glasdek voldoet en welke voorwaarden gelden voor het isolerend vermogen (zie subparagraaf 5.1.1). Daarbij is de positie bepaald waar het isolerend vermogen het best kan worden toegevoegd, volgens de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg (zie subparagraaf 5.1.2).

Tevens wordt nog een tweetal voorwaarden vervuld door het glasdek. Doordat het isolerend vermogen aan de binnenkant van het glasdek wordt toegevoegd, zal dit geen effect hebben op het afvoerdebiet (voorwaarde 4) en ook zal het isolerend vermogen niet boven het glasdek uitsteken (voorwaarde 8). Hierdoor voldoet het isolerende dek aan voorwaarde 4 en voorwaarde 8 uit Tabel 5.1-5 op pagina 41, door het toepassen van het glasdek.

Daarnaast moeten nog twee onderwerpen worden bekeken naar aanleiding van het kiezen van oplossing 2. De keuze om op deze manier te isoleren heeft invloed op de condensvorming en op de effecten van de zon.

Om te beginnen met de condensvorming: als gevolg van het gebruik van het glasdek in combinatie met deeloplossing 2 (betreft het isolerend vermogen) zal condensvorming ontstaan. Aangezien het oplossen van condensvorming buiten de kaders valt van dit (afstudeer)project, wordt hiernaar geen onderzoek gedaan. Hierdoor is moeilijk te voorspellen hoe de condens ontstaat en in welke hoedanigheid condens optreedt. Aangenomen wordt dat condens zal optreden, met name tussen het glasdek en het isolerende materiaal. Tevens wordt verondersteld dat de condens in de vorm van druppels op het isolatiemateriaal terecht zal komen.

Een gevolg hiervan is dat het isolatiemateriaal aan extra voorwaarden moet voldoen, zoals ongevoeligheid voor vocht. Vocht mag niet worden opgenomen door het isolatiemateriaal (het moet vochtwerend zijn). Daarnaast mag het isolatiemateriaal niet gevoelig zijn voor schimmelvorming (het moet schimmelwerend zijn).

Ten tweede moet rekening worden gehouden met de effecten van zonnestraling. Door het isolatiemateriaal achter het glas te plaatsen met niet tot nauwelijks ventilatie tussen het glas en het isolatiemateriaal, ontstaat een broeikas effect.

Zonnestraling bestaat onder andere uit langegolfstraling (warmtestraling) en kortegolfstraling. De langegolfstraling wordt tegengehouden en de kortegolfstraling straalt door het glas heen. Deze kortegolfstraling is van zichzelf geen warmtestraling, daarentegen kunnen materialen deze straling wel absorberen en omzetten in warmtestraling. Doordat het glas deze warmtestraling niet doorlaat, blijft de warmte hangen tussen het glas en het isolatiemateriaal. Dit effect wordt het broeikaseffect genoemd (ISSO 603.08 - Vat op de Zon, p. 4).. Het gevolg hiervan is dat de temperatuur significant kan oplopen. Hier moet het isolatiemateriaal wel tegen kunnen. In hoeverre de temperatuur zal stijgen, is in verband met het tijdsbestek van dit (afstudeer)project niet onderzocht.

Om een inschatting te maken met hoeveel graden de temperatuur zal oplopen, is de norm NEN 3859 geraadpleegd. In NEN 3859 wordt gesproken over thermische belasting als gevolg van temperatuurwisselingen binnen een tijdseenheid van 24 uur. Hierbij moet de constructie bestand zijn tegen een temperatuurverschil (ΔT) van +/- 30 °C gemeten vanaf 20 °C. Dit betekent dat de temperatuur kan zakken tot -10 °C en de temperatuur kan stijgen tot +50 °C (NEN 3859, p. 38 Tabel 10).

Inachtnemend wat de NEN 3859 voorschrijft, wordt verondersteld dat de temperatuur als gevolg van het broeikaseffect zal oplopen tot 70 °C zonder ventilatie. Voor deze temperatuurverschillen dient het isolerend vermogen wel geschikt te zijn. Om die reden wordt een extra voorwaarde toegevoegd: *“Het isolerend vermogen moet bestand zijn tegen temperaturen van -40 tot en met +70 °C”*. Zie Tabel 5.1-6.

Tabel 5.1-6 Aangepast pakket van eisen

nr.	Functioneel	Fabricage	Voorwaarden	Vast	Variabel	Wens
1	x		Het isolerend vermogen moet voldoen aan brandklasse Bs2	x		
2	x		Het isolerend vermogen moet een minimale warmteweerstand (R_c) hebben van 1,8 m ² K/W		x	
3	x		Het isolerende dek heeft een maximaal belastbaar vermogen van 862,45 N/m ²		x	
4		x	Het isolerend vermogen moet met basisgereedschappen te monteren zijn, zoals accu tol, (hand)zaag of boormachine.	x		
5	x		Het isolerende dek mag een maximaal afvoerdebiet van 35 L/m ² /uur hebben		x	
6		x	De kosten van het isolerend vermogen mogen maximaal 39 €/m ² zijn.		x	
7		x	De montagesnelheid van het isolerend vermogen moet minimaal 18 m ² /uur zijn.		x	
8		x	Bij het selecteren van materialen is het wenselijk dat voor de constructieve delen aluminiumlegering 6063-T66 wordt gebruikt.			x

9		x	Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van +0/+10 mm.		x	
10		x	Het isolerend vermogen mag een maximaal gewicht van 7 kg/m ² hebben.		x	
11		x	Het isolerende dek heeft voor alle verbindingen met de kasconstructie een standaardoplossing.	x		
12		x	Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines waarover Gakon beschikt.		x	
13	x		Het isolatiemateriaal moet vocht- en schimmelbestendig zijn.	x		
14	x		Het isolatiemateriaal moet bestand zijn tegen temperaturen van -40 t/m +70 °C.	x		

5.2 Vormgeving (her)ontwerp isolerend dek

Paragraaf 5.1 heeft inzicht geboden in de voorwaarden waaraan het isolerend vermogen moet voldoen. In deze paragraaf wordt het isolerende dek ontworpen. Voor de vormgeving van het isolerende dek wordt eerst het isolerende materiaal gekozen in subparagraaf 5.2.1. Vervolgens wordt in subparagraaf 5.2.2 geïnventariseerd welke onderdelen nodig zijn om het isolerende materiaal te kunnen monteren aan het glasdek. In subparagraaf 5.2.3 wordt het definitieve (her)ontwerp van het isolerende dek uitgewerkt. Ten slotte wordt in subparagraaf 5.2.4 beoordeeld of het definitieve (her)ontwerp voldoet aan de voorwaarden uit Tabel 5.1-6 op pagina 44.

5.2.1 Materiaalkeuze – isolerend vermogen

De resultaten van de analyses uit de vorige paragrafen hebben geleid tot voorwaarden die enkel van toepassing zijn op het isolerend vermogen. In deze subparagraaf worden de resultaten gebruikt om een keuze te maken in het selecteren van het isolatiemateriaal dat geschikt is voor het isolerend dek. De reden dat het isolatiemateriaal als eerste wordt onderzocht is omdat de verwachting is dat het isolatiemateriaal de uitgangspositie wordt voor het (her)ontwerp van het isolerende dek.

Om tot het gewenste materiaal te komen moeten drie stappen gezet worden. In stap 1 wordt onderzocht wat voor isolatiematerialen beschikbaar zijn. Hierbij wordt van de materialen globaal beoordeeld of deze voldoen aan de voorwaarden van het aangepaste pakket van eisen.

De isolatiematerialen die overblijven worden meegenomen naar stap 2. In stap 2 worden de overgebleven materialen onderzocht op leverbetrouwbaarheid.

In de laatste stap, stap 3, worden de overgebleven materialen beoordeeld ten opzichte van het aangepaste pakket van eisen. Ook wordt gezien in welke vorm ze geleverd kunnen worden. In deze stap wordt het isolatiemateriaal gekozen dat het best toepasbaar is als isolerend vermogen voor het isolerende dek.

Stap 1 - Onderzoek isolerende materialen

Het onderzoek naar verschillende isolerende materialen heeft geleid tot talloze isolatiemogelijkheden. De verschillende isolatiematerialen kunnen worden onderverdeeld in vier groepen.

De eerste groep isolatiematerialen bestaat uit zogenoemde spuitisolatiesoorten, deze worden aangebracht door middel van spuittechnieken. Hierbij wordt het isolatiemateriaal als een vloeistof op de te isoleren ondergrond gespoten. Door een chemische reactie zet de vloeistof uit, waardoor luchtbelletjes worden opgesloten en het isolerend vermogen wordt gecreëerd. Het aanbrengen van het materiaal van deze groep vergt specialistische apparatuur en kennis. Omdat deze manier van isoleren speciale apparatuur vereist, is isoleren door middel van spuittechnieken niet geschikt voor het isolerende dek. Volgens voorwaarde 4 (uit Tabel 5.1-6 op pagina 44) moet het isolerende dek gemonteerd kunnen worden met basisgereedschappen. Gakon beschikt niet over de apparatuur en de kennis voor het aanbrengen van spuitisolatie.

Onder de tweede groep vallen isolatieplaten op basis van kunststof (hardschuim). Vanwege de stijfheid van het hardschuim en de waterbestendigheid leent deze groep isolatiematerialen zich uitstekend voor toepassingen zoals het isolerend dek. Deze groep wordt dan ook nader onderzocht in stap 2.

De derde groep omvat isolatiepanelen van wol/schuim. Dit soort isolatie wordt veel gebruikt bij het isoleren van huizen. Het is een goedkoop en makkelijk bewerkbaar materiaal. Een nadeel van dit materiaal is dat het water absorbeert. Ook is het materiaal door de slechte stijfheid niet goed te monteren. De derde groep valt dan ook af als isolatiemateriaal voor het isolerende dek omdat deze groep isolatiematerialen niet voldoet aan de voorwaarden 13 uit Tabel 5.1-6 op pagina 44.

De laatste groep, groep 4, omvat een steenachtig isolatiemateriaal. Dit soort isolatie is toepasbaar binnenshuis en heeft twee functies: het heeft isolerend vermogen en kan tegelijk als bouwsteen dienen voor bijvoorbeeld een binnenwand. Door de relatief hoge dichtheid van de materialen uit deze isolatiegroep kunnen deze echter niet worden toegepast als isolatiemateriaal voor het isolerende dek. Dit komt door voorwaarde 10 uit Tabel 5.1-6 op pagina 44.

In Tabel 5.2-1 zijn de groepen en de materialen weergegeven. Hierbij is direct van elke materiaalsoort gemeld of deze toepasbaar is voor het isolerende dek of niet.

Tabel 5.2-1 Verschillende isolatiematerialen

Sputisolatiemateriaal	Hardschuim isolatiepanelen	Wol/schuim isolatiepanelen	Stenen isolatiemateriaal
Gespoten Pur	Pur/Pir hardschuim panelen	Minerale wol	Cellenbeton
Icynene	XPS/EPS hardschuim panelen	Houtwol	
Minerale wol	Resol hardschuim	Hout wolcement	
Cellulose Inblazen	Vacuümisolatie	Cellenglas	
Hout wol inblazen		Polyester wol	
		Melamine	
		Elastomeerschuur	
		Polylatex	

Schuingedrukt is niet toepasbaar voor het isolerende dek

Dikgedrukt is wel toepasbaar voor het isolerende dek

Stap 2 – Beschikbaarheid

Uit tabel 5.2-1 is af te leiden dat materialen op basis van kunststoffen geschikt worden geacht als isolatiemateriaal van het isolerende dek. De dikgedrukte isolatiematerialen zijn dan ook nader onderzocht, waarbij is gekeken naar de beschikbaarheid.

Fabrikant Kingspan kwam hierbij telkens naar boven als (betrouwbare) fabrikant voor het leveren van isolerende panelen op basis van kunststoffen.

Kingspan is een fabrikant die wereldwijd alles levert voor het bouwen van gebouwen in de breedste zin van het woord. Tevens levert Kingspan van elke isolerende materiaalsoort op basis van kunststof (PIR, EPS, Resol, Vacuümisolatie) verschillende uitvoeringen. Omdat de technische documentatie bij Kingspan van elke materiaalsoort gelijke parameters heeft, kan hiermee een goede vergelijking (tussen de materiaalsoorten) worden gemaakt. Er is dan ook voor gekozen om de producten die fabrikant Kingspan levert te selecteren om te beoordelen aan de hand van de voorwaarden uit Tabel 5.1-6 op pagina 44.

Opmerking/bevinding

Alvorens de beoordeling van de verschillende isolatiematerialen kan plaatsvinden, moet worden opgemerkt dat de isolatiematerialen XPS/EPS Hardschuim panelen en Vacuümisolatie niet toegepast kunnen worden.

XPS/EPS (in de volksmond: Piepschuim) kan niet worden gebruikt vanwege de lichte ontvlambaarheid (euroklasse E/F (brandklasse)).

Vacuümisolatie kan niet worden toegepast omdat hiermee de maakbaarheid in het geding komt. Oplossing 2 uit subparagraaf 5.1.2 op pagina 42 biedt namelijk als oplossing om het isolatiemateriaal tegen de dekroeden aan te schroeven.

Het vastschroeven van een vacuümisolatiepeneel maakt het onderdeel “lek” waardoor de functie (isoleren door het vacuüm) vervalt. Een frame ontwerpen om op die manier het paneel te kunnen monteren wordt niet realiseren geacht en derhalve vervalt ook deze manier van isoleren.

Stap 3 – beoordeling

Voor de selectie van het isolatiemateriaal wordt naast het soort materiaal mede beoordeeld in welke hoedanigheid het materiaal geleverd wordt, zodat de maakbaarheid (fabricage) niet in het geding komt.

De selectie is uitgevoerd ten aanzien van de (aangepaste) variabele voorwaarden uit Tabel 5.1-6 op pagina 44. Hierbij is bij elke producttype een score van 1 tot met 4 gegeven bij elke voorwaarde. Het product dat de meeste punten heeft gekregen, is het isolerend materiaal waarvoor wordt gekozen. Zie Tabel 5.2-2 voor de beoordeling.

Tabel 5.2-2 Beoordeling isolatiemateriaal

Product	Dikte – mm	Afmeting – mm	Beoordeling	Prijs – €/m ²	Beoordeling	Temperatuur – °C	Beoordeling
Kooltherm K5	20	1200 x 400	1	€ 17,30	3	-180/+120	4
Kooltherm K12	40	1200x 3600	3	€ 17,80	3	-180/+120	4
Kooltherm K17	20	1200 x 2600	2	€ 19,50	2	-180/+120	4
Selthaan Megaplus SE	30	1200 x 6500	4	€ 28,30	2	-30/+90	3
Selthaan Megaplus HD	30	1200 x 6500	4	€ 35,05	1	-30/+90	3
Selthaan Megaplus B	30	1200 x 6500	4	€ 32,50	1	-30/+90	3

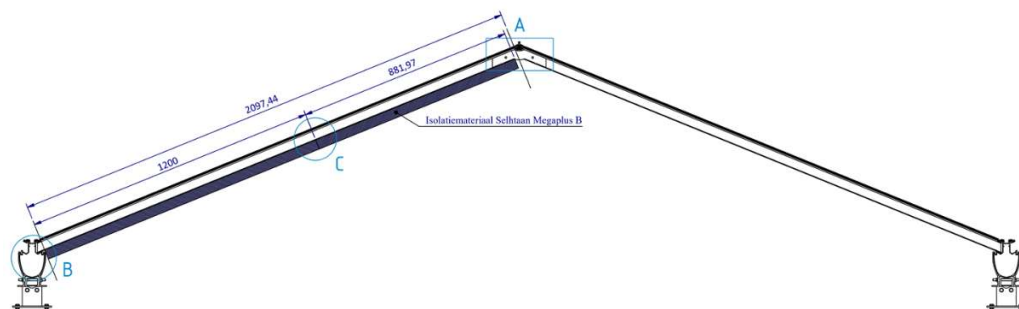
Product	Gewicht kg/m ³	Beoordeling	Warmte weerstand m ² K/W	Beoordeling	Euro brandklasse	Beoordeling	Totaal
Kooltherm K5	35	1	0,95	1	C-s2	2	12
Kooltherm K12	35	1	1,90	4	C-s1	1	16
Kooltherm K17	35	1	0,95	1	B-s1	3	13
Selthaan Megaplus SE	30	3	1,25	2	C-s2	2	16
Selthaan Megaplus HD	30	3	1,25	2	C-s2	2	15
Selthaan Megaplus B	30	3	1,30	2	B-s2	4	17

Uit tabel 5.2-2 is af te leiden dat Selthaan Megaplus B het isolatiemateriaal is dat het best gebruikt kan worden voor het isolerende dek. Hierbij is de doorslaggevende factor de brandwerendheid van het materiaal.

Als ook de technische documentatie (in Bijlage VIII) wordt bekeken, omschrijft fabrikant Kingspan dat de Selthaan Megaplus B een isolatiemateriaal is dat ontwikkeld is voor de agrarische sector. Het nadeel van dit soort isolatiematerialen is de bewerkbaarheid, specifiek gezegd kan dit materiaal niet worden verzaagd met een gewone (machinale)zaag. Wanneer het namelijk wordt verzaagd met een te fijn zaagblad, zal de wrijving dusdanig toenemen dat het materiaal gaat “verbranden” en uiteindelijk het zaagblad zal tegenhouden. Hierbij kunnen gevaarlijke situaties ontstaan. Mocht het materiaal wel bewerkt moeten worden, dan is hiervoor een speciaal zaagblad nodig. Aangezien dit in strijd is met voorwaarde 4 uit Tabel 5.1-6 op pagina 44, moet de Selthaan Megaplus B in zijn aanleveringsvorm worden toegepast.

5.2.2 Inventarisatie te ontwerpen onderdelen

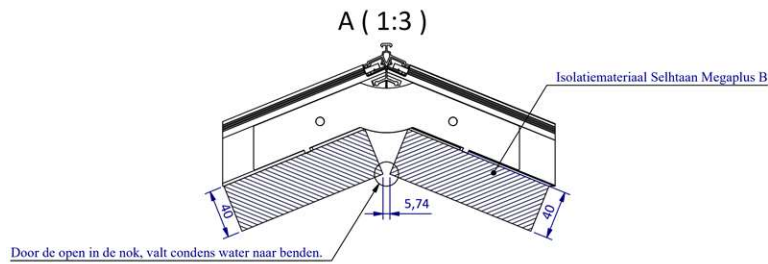
De positie en het isolatiemateriaal van het isolerende dek zijn in de vorige subparagrafen bepaald. Om tot een definitief ontwerp te komen, wordt eerst geïnterpreteerd welke onderdelen (eventueel) extra nodig zijn. Voor de inventarisatie is vanuit de overzichtstekening (zie Bijlage V) het isolatiemateriaal erbij geschetst, zie Figuur 5.2-1. Hieruit wordt duidelijk dat verschillende onderdelen nodig zijn om het isolerende dek volledig aan te laten sluiten op de (afstudeer)opdracht, namelijk: een lekvrij isolerend dek van de schuur. Uit de schets is af te leiden dat voor drie gebieden een onderdeel moet worden ontworpen.



Figuur 5.2-1 Vooraanzicht glasdek

Onderdeel in de nok

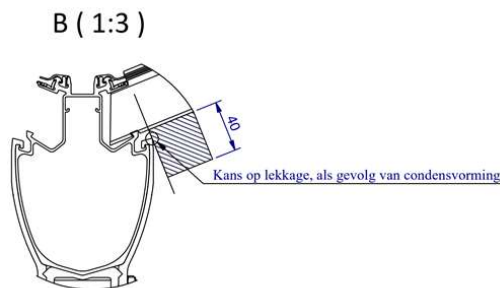
Zoals is weergegeven in Figuur 5.2-2 op pagina 50, ontstaat door het NRN-profiel een opening in de nok. Hierdoor kan (condens)water de schuur in stromen. Tevens vormt deze opening een lek in de isolerende schil.



Figuur 5.2-2 onderdeel voor in de nok

Onderdeel bij de condensgoot

Zoals is weergegeven in Figuur 5.2-3, wordt het isolatiemateriaal tegen de aluminium goot aangezet. Door de gevolgen van condens ontstaat bij deze verbinding het risico dat druppels condens langs het isolatiemateriaal stromen.



Figuur 5.2-3 Onderdeel voor bij de condensgoot

Onderlinge verbinding isolatiepanelen

De afstand tussen de aluminium goot en de nok is ongeveer 2100 mm. Omdat deze afstand groter is dan 1200 mm (de breedte van een isolatiepaneel), moet een tweede isolatiepaneel worden gebruikt om de overige afstand te voorzien van isolatiemateriaal. Doordat echter twee isolerende panelen nodig zijn en de verbinding waterdicht moet zijn (als gevolg van de condensvorming) moet voor deze verbinding een oplossing worden bedacht. Dit geldt ook voor de lengterichting van de isolatiepanelen. Zie Figuur 5.2-4.



Figuur 5.2-4 Onderdelen verbinding isolatiepanelen

5.2.3 Het (her)ontwerp: Isolerend dek

De vorige subparagraaf heeft inzicht geboden in de gebieden die aandacht vergen voor het monteren van de isolatiepanelen tegen het glasdek. In deze subparagraaf worden de onderdelen en tegelijkertijd het montageprincipe van het isolerende dek omschreven. De onderdelen zijn zo ontworpen dat beide situaties (het oplossen van een kritisch gebied en het monteren van een onderdeel) worden opgelost.

Het (her)ontwerp van het isolerende dek bestaat uit twee samengestelde onderdelen en twee losse onderdelen. Allereerst worden de samengestelde onderdelen toegelicht waarna de twee losse onderdelen aan bod komen.

Isolatiepanelen

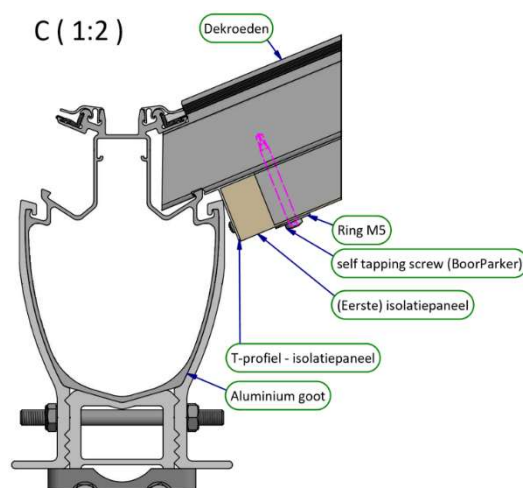
De twee samengestelde onderdelen zijn in feite twee dezelfde onderdelen, namelijk twee isolatiepanelen, waarbij het enige onderlinge verschil de maatvoering is.

Het samengestelde onderdeel, het “Isolatiepaneel”, bestaat uit een Selthaan Megaplus B isolatiepaneel en twee geëxtrudeerde kunststof T-profielen. De isolatiepanelen moeten worden gefabriceerd bij Gakon en functioneren (na fabricage) als bouwstenen voor het isolerende dek.

De Selthaan Megaplus B is de basis. Deze heeft een lengte van 5000 mm en een breedte van 1200 mm bij het ene isolatiepaneel; bij het tweede isolatiepaneel is de breedte 860 mm. Aan één lange zijde en één korte zijde wordt het T-profiel verlijmd aan de bovenzijde van het Selthaan Megaplus B. Vervolgens wordt, om de lijm te ontlasten van mogelijk optredende spanningen, het T-profiel vastgeschroefd aan het Selthaan Megaplus B isolatiepaneel. De lijm wordt enkel gebruikt voor het creëren van een waterdichte afdichting. Zie Bijlage IX voor de assemblagetekening van het isolatiepaneel en zie Bijlage X voor de productietekening van het T-profiel.

Montage isolatiepaneel tegen glasdek

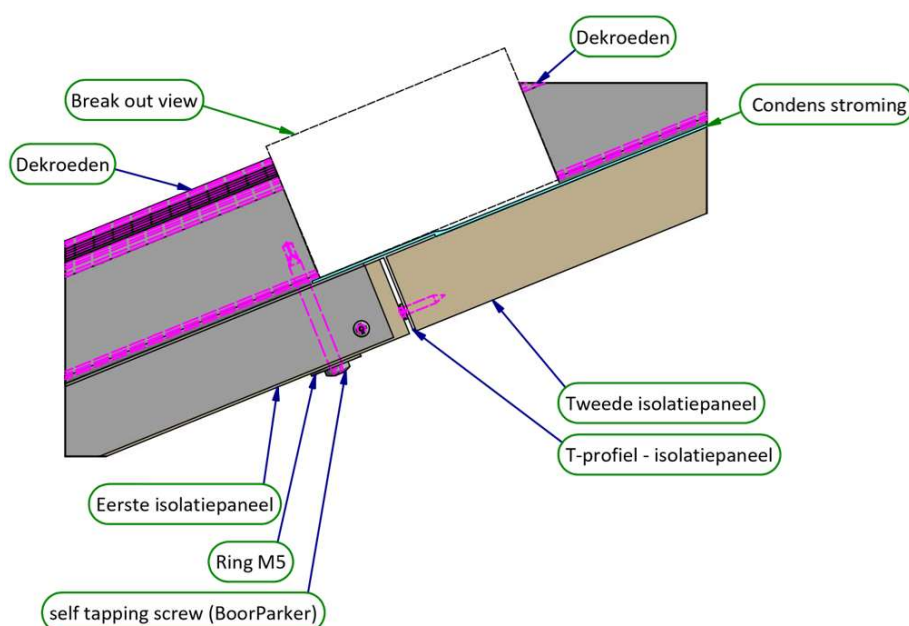
Het toevoegen van het isolerend vermogen wordt gerealiseerd door de isolatiepanelen (de bouwstenen) tegen de dekroeden aan te schroeven middels zelfborende en tappende schroeven. De montage begint bij het breedste (eerste) isolatiepaneel. Hierbij is het van belang dat het T-profiel aan de lange zijde tegen de aluminium goot wordt gehouden als maat en zodat het condens via het T-profiel naar de aluminium goot kan worden geleid. Hiermee is het kritische gebied bij de aluminium goot opgelost en is toegelicht hoe het eerste isolatiepaneel wordt gemonteerd tegen het glasdek. Zie Figuur 5.2-5 op pagina 52 voor de positionering van het T-profiel tegen de aluminium goot.



Figuur 5.2-5 Positionering isolatiepaneel bij de Aluminium goot

Vervolgens kan het tweede isolatiepaneel (het korte isolatiepaneel) worden gemonteerd tegen het glasdek. Hiervoor komt het tweede isolatiepaneel tegen de dekroeden aan, met het T-profiel gericht naar het eerste isolatiepaneel. Dit keer moet het “2^{de}” T-profiel tegen het eerste isolatiepaneel worden aangedrukt en tussen het isolatiepaneel en dekroeden in komen, als maatvoering en tegelijkertijd als verbinder van de twee isolatiepanelen. Daarna kan middels zelfborende en zelftappende schroeven het tweede isolatiepaneel bevestigd worden aan het glasdek.

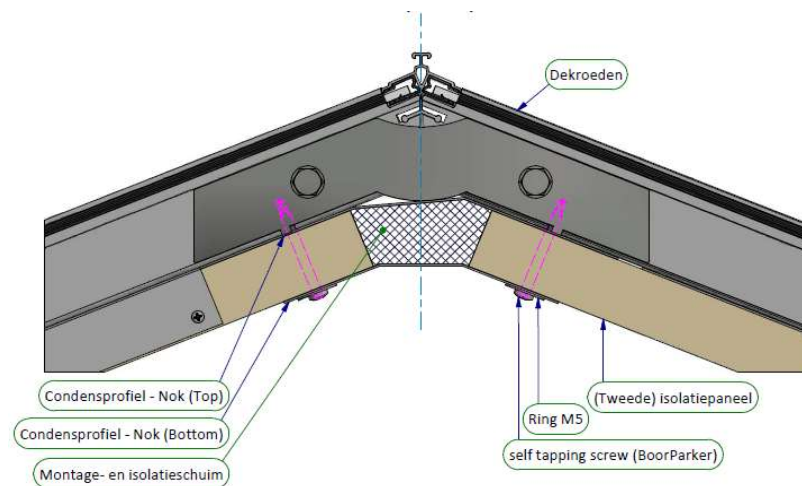
Doordat het T-profiel van het tweede isolatiepaneel over het eerste isolatiepaneel heen wordt gemonteerd, wordt hiermee het (condens)water over het (tweede) T-profiel en het eerste isolatiepaneel heen geleid naar de condensgoot. Zie ter verduidelijking Figuur 5.2-6 voor een situatieschets van het montageprincipe.



Figuur 5.2-6 Montageprincipe isolatiepanelen aan elkaar

Aan de bovenzijde bij de nok moet echter eerst de afwerking van de nok worden toegevoegd voordat bij deze positie het (tweede) isolatiepaneel kan worden gefixeerd. De afwerking van de nok geschiedt middels een tweetal geëxtrudeerde kunststofprofielen. Aan de bovenzijde tussen het isolatiepaneel en de dekroeden wordt een profieltje asymmetrisch van het center van de nok gepositioneerd waardoor het condens naar een kant wordt geleid.

Als vervolgens aan beide zijden een isolatiepaneel is geplaatst, moet de onderzijde worden dichtgemaakt met het tweede kunststofprofiel, waarna door beide kunststofprofielen en het isolatiepaneel een zelfborende en zelftappende schroef wordt geschroefd om alles te fixeren aan de dekroeden. Ten slotte kan in het onderste profiel een gaatje worden geboord en kan de ruimte tussen de twee profielen worden opgevuld met purschuim. De reden dat de ruimte wordt gevuld met purschuim is, dat de nok daardoor ook voldoende isolerend vermogen heeft. Zie Figuur 5.2-7 voor een beter begrip van de montage in de nok.



Figuur 5.2-7 Montageprincipe Nok

Hiermee zijn alle kritische gebieden opgelost en is omschreven hoe het isolerend vermogen moet worden toegevoegd aan het glasdek.

Zie Bijlage XI voor de assemblagetekening van het isolerende dek, Bijlage XII voor de productietekening van het condensprofiel in de nok (top) en Bijlage XIII voor de productietekening van het condensprofiel in de nok (bottom).

Materiaal- en productkeuzes

Voor het monteren van het isolerend vermogen zijn verschillende keuzes gemaakt op het gebied van materiaalsoort en productiemethode. Zie Tabel 5.2-3 op pagina 54 voor een overzicht van de gebruikte onderdelen en materialen. Hierna wordt de uitkomst van de keuzes omschreven.

Tabel 5.2-3 Overzicht gebruikte onderdelen en materialen

Part nummer	Omschrijving	Materiaal	Productiemethode
K-113	Isolatiepaneel (Selthaan Megaplus B)	PIR-hardschuim	Koopdeel
K-112	Isolatiepaneel (Selthaan Megaplus B)	PIR-hardschuim	Koopdeel
M-111	T-profiel - isolatiepaneel	ASA	Geëxtrudeerd kunststof
M-112	T-profiel - isolatiepaneel	ASA	Geëxtrudeerd kunststof
M-121	T-profiel - isolatiepaneel	ASA	Geëxtrudeerd kunststof
M-101	Condensprofiel - Nok (Top)	ASA	Geëxtrudeerd kunststof
M-102	Condensprofiel - Nok (Bottom)	ASA	Geëxtrudeerd kunststof
K-103	Montage- en isolatieschuim (purschuim)	purschuim	Koopdeel
K-111	Montagelijm	Rubber	Koopdeel
K-114	RVS spaanplaatschroeven Ø3 x 16 mm	RVS	Koopdeel
K-102	Ring M5x15 mm	RVS	Koopdeel
K-101	self tapping screw (BoorParker) Ø4,8 x 50 mm	RVS	Koopdeel

De keuze van de Selthaan Megaplus B, is toegelicht in subparagraaf 5.2.1.

Kunststof profielen

De keuze om de kunststof profielen (partnummers: M-111, M-112, M-121, M-101 en M-102) te extruderen, heeft te maken met de vormvrijheid. Daarnaast is dit tevens economisch te verantwoorden doordat de aantallen in de tuinbouw naar 10.000 stuks gaan op jaarbasis. Het kunststof dat wordt gebruikt (ASA) is aangedragen door een leverancier genaamd CF-kunststofprofielen (bij dit bedrijf worden de kunststofprofielen ook geëxtrudeerd). ASA (Acrylonitril -Styreen-Acylester) is een kunststofsoort die zich uitstekend leent voor toepassing in het isolerende dek. Het is een kunststofsoort die veel wordt gebruikt in de tuinbouw. Het materiaal/productieproces is relatief goedkoop, bestand tegen de hoge temperaturen, brandveilig en bestand tegen de invloeden van de zon.

Bevestigingsonderdelen

De schroeven en de ring die worden gebruikt zijn allemaal van roestvaststaal. De keuze voor roestvaststaal heeft te maken met de veronderstelling van condensvorming. Aangezien niet met zekerheid kan worden gesteld hoe condens zal optreden, zijn in ieder geval ook deze onderdelen hiertegen bestand.

Montagelijm

De montagelijm die wordt toegepast heet: “high Tack” van Den Braven. Dit is een relatief goedkope lijmsort, voornamelijk bedoeld om twee materialen waterdicht te verlijmen. Deze lijm is overigens bestand tegen temperatuurswisselingen, alleen zit er wel een limiet op de gebruikstemperatuur.

Om die reden moet het isolatiepaneel bij Gakon worden gefabriceerd. Door het bij Gakon te verlijmen, op de juiste temperatuur, hecht de lijm goed met het T-profiel en de Selthaan Megaplus B waardoor een waterdichte afdichting wordt gerealiseerd.

Purschuim

Het purschuim komt eveneens van leverancier Den Braven en betreft de “Zwaluw Purfoam-2C B2”. Deze variant is een relatief duur purschuim, maar deze soort is wel brandklasse B2-gecertificeerd. Tevens heeft het purschuim een limiet in de gebruikerstemperatuur, alleen vereist de toepassing in het (her)ontwerp van het isolerende dek niet dat het purschuim moet hechten aan een vlak. Het purschuim wordt aangebracht in een opgesloten ruimte en door de expansie-eigenschap zal de ruimte voldoende worden opgevuld zodat de ruimte volledig wordt geïsoleerd.

5.2.4 Tussenconclusie – Vormgeving (her)ontwerp isolerend dek

De vormgeving van het isolerende dek heeft geleid tot de producten van dit afstudeerproject. Hiervoor is eerst onderzocht welke basismaterialen beschikbaar waren voor het isolerend vermogen (5.2.1). Vervolgens is onderzocht voor welke gebieden onderdelen nodig waren om het isolerend vermogen toe te voegen aan het glasdek (5.2.2). Daarna is een (her)ontwerp gemaakt van het isolerende dek en daarmee is de lekkage verholpen (5.2.3). In deze subparagraaf (5.2.4) wordt kort teruggeblikt of het (her)ontwerp voldoet aan alle voorwaarden uit Tabel 5.1-6 op pagina 44. Hiervoor is in het pakket van eisen opgenomen, waarbij bij elke voorwaarde is toegelicht of eraan wordt voldaan, zie Tabel 5.2-4.

Tabel 5.2-4 Aantoning Pakket van eisen (her)ontwerp isolerend dek

nr.	Voorwaarden
1	Het isolerend vermogen moet voldoen aan brandklasse Bs2. <i>De keuze van het isolatiemateriaal vervult voorwaarde 1. Verwijzing: 5.2.1 Stap 3 beoordeling</i>
2	Het isolerend vermogen moet een minimale warmteweerstand (R_c) hebben van $1,8 \text{ m}^2\text{K/W}$. <i>Het isolatiemateriaal voldoet niet volledig aan de minimale warmteweerstand, maar in combinatie met stilstaande lucht kan deze voorwaarde wel vervuld worden. Verwijzing: 5.2.1 Stap 3 beoordeling</i>
3	Het isolerende dek mag een maximaal belastbaar vermogen hebben van $862,45 \text{ N/m}^2$ <i>Aan het maximaal vermogen wordt door het glasdek voldaan. Verwijzing: 5.1.1</i>
4	Het isolerend vermogen moet met basisgereedschappen te monteren zijn, zoals accu tol, (hand)zaag of boormachine. <i>Selthaan Megaplus B is niet een ideaal materiaal om te bewerken. Hierbij moet goed worden opgelet of de zaag een grof genoeg zaagblad heeft. Hierdoor moet het isolatiemateriaal in zijn aanleveringsvorm worden verwerkt. Het montageproces vereist geen speciale gereedschappen. Het enige wat nodig is voor de montage is een accutol. Bij het fabriceren van de isolatiepanelen is een (hand)zaag nodig om de T-profielen op maat te zagen, een lijmpistool en een accutol. Hierdoor wordt voldaan aan voorwaarde 3. Verwijzing: 5.2.3 Het ontwerp: isolerend dek.</i>
5	Het isolerende dek mag een maximaal afvoerdebiet hebben van $35 \text{ L/m}^2\text{uur}$ <i>Aan het afvoerdebiet wordt voldaan door het glasdek. Zie hiervoor subparagraaf 5.1.3 Tussenconclusie - productanalyse glasdek.</i>
6	De kosten van het isolerend vermogen mogen maximaal 39 €/m^2 zijn. <i>Voorwaarde 6 moet nog nader worden onderzocht.</i>

7	De montagesnelheid van het isolerend vermogen moet minimaal 18 m ² /uur zijn. <i>Voorwaarde 7 moet nog nader worden onderzocht.</i>
8	Bij het selecteren van materialen is het wenselijk dat voor de constructieve delen aluminiumlegering 6063-T66 wordt gebruikt. <i>Alle constructieve delen zijn van de aluminiumlegering die gewenst is, daarmee wordt ook deze wensvoorwaarde voldaan.</i>
9	Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van +0/+10 mm. <i>De hoogte van het isolerende dek is gelijk met het glasdek, zoals is toegelicht in subparagraaf 5.1.3 Tussenconclusie - productanalyse glasdek.</i>
10	Het isolerend vermogen heeft een maximaal gewicht van 7 kg/m ² . <i>Bijlage XI geeft de montagetekening weer van het isolerende dek waarbij ook het totaalgewicht wordt weergegeven. Het gewicht van het glasdek bedraagt 246 kg (zie bijlage 2). Het gewicht van het totale isolerende dek bedraagt 268 kg (zie bijlage 8). Als het gewicht van het glasdek wordt afgetrokken van het gewicht van het isolerende dek, blijft 22 kg over, dit weegt het isolerend vermogen en alle onderdelen bij elkaar. Als 22 kg wordt gedeeld door het oppervlak van één isolerend dek (20 m²), blijft 1,1 kg/m² over, waardoor wordt voldaan aan bovengenoemde voorwaarde. Verwijzing: 5.2.3 Het ontwerp: isolerend dek</i>
11	Het isolerende dek moet voor alle verbindingen met de kasconstructie een standaardoplossing bieden. <i>Het ontwerp van het isolerende dek is volledig en voor alle onderdelen en te monteren onderdelen zijn tekeningen en dus ook standaardoplossingen bedacht. Hierdoor wordt voldaan aan voorwaarde 10. Verwijzing: 5.2.3 Het ontwerp: isolerend dek</i>
12	Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines waarover Gakon beschikt. <i>Alle extra onderdelen worden gemaakt van kunststof, hiermee wordt automatisch bovenstaande voorwaarde vervuld. Verwijzing: 5.2.3 Het ontwerp: isolerend dek</i>
13	Het isolatiemateriaal moet vocht- en schimmelbestendig zijn. <i>Het isolatiemateriaal is vocht- en schimmelbestendig. De keuze van het materiaal vervult deze voorwaarde. Verwijzing: Bijlage VIII technische documentatie</i>
14	Het isolatiemateriaal moet bestand zijn tegen temperaturen van -40 t/m +70 °C. <i>Het isolatiemateriaal is bestand tegen de temperaturen. Derhalve is hiermee voorwaarde 13 vervuld. Verwijzing: Tabel 5.2-2 op pagina 48</i>

Ten slotte moet nog worden aangetoond dat wordt voldaan aan voorwaarde 5 “De kosten van het isolerend vermogen mogen maximaal 39 €/m² kosten” en voorwaarde 6 “De montagesnelheid van het isolerend vermogen moet minimaal 18 m²/uur zijn”. Dit wordt in de volgende paragraaf behandeld.

5.3 Kostenraming – (her)ontwerp isolerend dek

In de vorige paragraaf is het herontwerp van het isolerende dek definitief gemaakt. Hiermee zijn tevens alle onderdelen in kaart gebracht. In deze paragraaf zal een kostenraming worden opgesteld van het (her)ontwerp van het isolerende dek, waarmee wordt aangetoond of aan voorwaarde 5 uit Tabel 5.1-6 op pagina 44 wordt voldaan.

Voor de kostenraming zijn een aantal kostenposten gedefinieerd: materiaalkosten, fabricagekosten, montagekosten en de kosten van het glasdek. Alle kostenposten worden per stuk toegelicht, waarna de totale kosten worden berekend.

Materiaalkosten

In subparagraaf 5.2.3 zijn de conceptoplossingen volledig uitgewerkt tot het definitieve (her)ontwerp van het isolerende dek.

Hierbij zijn tevens alle onderdelen verwerkt die nodig zijn om het isolerend vermogen te kunnen vervaardigen. De onderdelen die nodig zijn, zijn de materiaalkosten van het isolerend vermogen. Om te bepalen hoeveel de materiaalkosten zijn per vierkante meter is eerst bepaald wat de kosten zijn per isolerend dek. Vervolgens wordt het totaalbedrag gedeeld door de oppervlakte van een isolerend dek (20 m²), waarmee de vierkantemeterprijs is bepaald. Zie Tabel 5.3-1.

Tabel 5.3-1 Materiaalkosten

Aantal	Part nummer	Omschrijving	Materiaal	Lengte - m	Breedte - m	prijs	Eenheid	Totaal prijs
2	K-113	Isolatiepaneel	PIR-hardschuim	5	1,2	€ 32,50	€/m ²	€ 390,00
2	K-112	Isolatiepaneel	PIR-hardschuim	5	0,86	€ 32,50	€/m ²	€ 279,50
4	M-111	T-profiel - isolatiepaneel	ASA	5	-	€ 0,78	€/m	€ 15,66
2	M-112	T-profiel - isolatiepaneel	ASA	0,762	-	€ 0,78	€/m	€ 1,19
2	M-121	T-profiel - isolatiepaneel	ASA	1,174	-	€ 0,78	€/m	€ 1,84
1	M-101	Condens profiel - Nok (Top)	ASA	5	-	€ 2,73	€/m	€ 13,65
1	M-102	Condens profiel - Nok (Bottom)	ASA	5	-	€ 1,81	€/m	€ 9,05
1	K-103	Montage- en isolatieschuim	purschuim	-	-	€ 14,40	€/s	€ 14,40
2	K-111	Montagelijm	Rubber	-	-	€ 4,39	€/s	€ 8,78
84	K-114	RVS spaanplaatschroeven Ø3 x 16 mm	RVS			€ 0,015	€/S	€ 1,26
48	K-102	Ring M5x15 mm	RVS			€ 0,010	€/S	€ 0,50
48	K-101	self tapping screw (BoorParker)	RVS			€ 0,046	€/S	€ 2,18
								€738,01
							€/m ²	€ 36,90

Fabricagekosten

De fabricagekosten voor het isolerende dek zijn de kosten voor het vervaardigen van de isolatiepanelen (zoals omschreven in subparagraaf 5.2.3 op pagina 51). Hierbij is de verwachte productietijd per isolatiepaneel gesteld op 5 minuten. Om te kunnen bepalen wat de kosten zijn per vierkante meter, moet eerst worden bepaald hoeveel isolatiepanelen per uur gefabriceerd kunnen worden. Vervolgens kan worden bepaald hoeveel vierkante meter isolerend dek aan isolatiepanelen gefabriceerd wordt in een uur tijd. Als dan de hoeveelheid vierkante meters door het uurloon van 1 FTE wordt gedeeld, blijven de kosten per vierkante meter over. Zie Tabel 5.3-2 voor de bepaling van de fabricagekosten.

Tabel 5.3-2 Fabricagekosten

Kostenpost	Kosten	Eenheid	Opmerking
Isolatiepaneel	5	Min/IP	Verwachte productietijd per isolatiepaneel (IP)
	12	IP/u	
Totaal oppervlak	60	m ² /u	Per isolerend dek (20m ²) zijn 4 panelen nodig. Per uur worden 3 isolerende dekken geproduceerd.
Arbeid	25	€/u	1 FTE a 25 €/u
Totaal	0,42	€/m²	Fabricagekosten van het isolerend vermogen

Montagekosten

De montagekosten worden bepaald door de tijd die nodig is om middels arbeid het isolerend vermogen toe te voegen aan het glasdek. Hoe het isolerend vermogen wordt toegevoegd aan het glasdek staat omschreven in subparagraaf 5.2.3 op pagina 51.

De verwachting is dat in 15 minuten één isolerend dek gemonteerd kan worden. Dit betekent dat 4 isolerende dekken per uur gemonteerd kunnen worden. Bij het monteren van een dek zijn altijd 3 FTE aanwezig. Als het uurloon van 3 FTE wordt bepaald en dit wordt gedeeld door het oppervlak van 4 isolerende dekken, zijn daarmee de montagekosten per vierkante meter bepaald. Zie Tabel 5.3-3.

Tabel 5.3-3 Montagekosten

Kostenpost	kosten	Eenheid	Opmerkingen
Montagesnelheid	15	Min/ ID	Verwachte montagesnelheid: 15 min per isolerend dek (ID)
	4,0	ID/u	
Totaal oppervlak	80	m ² /u	Eén isolerend dek (20 m ²) maal 4 ID/uur = 80 m ² /uur
Arbeid	75	€/u	3 FTE a 25 €/uur
Totaal	0,94	€/m²	

Totale kosten isolerend dek

Ten slotte kunnen de drie kostenposten worden opgeteld. Hieruit volgen dan de totale kosten van het isolerend vermogen. Als daar vervolgens de kosten van het glasdek bij worden opgeteld, zijn dat de kosten voor het volledige isolerende dek. Zie hiervoor Tabel 5.3-4.

Tabel 5.3-4 Overzicht totale kosten (her)ontwerp isolerend dek

Kosten post	Kosten	Eenheid	Opmerking
Materiaalkosten	36,90	€/m ²	oppervlakte: 20 m ²
Fabricagekosten	0,42	€/m ²	
Montagekosten	0,94	€/m ²	
Overhead	n.v.t.		Verwerkt in Glasdek
Risicofactor	0,38	€/m ²	Risico factor van 1%
Totale kosten isolerend vermogen	38,64	€/m²	
Kosten glasdek	11,12	€/m ²	
Totale kosten isolerend dek	49,76	€/m²	

Zoals is weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** komen de kosten voor het isolerend vermogen uit op net iets minder dan 39 €/m² en de totale kosten voor het isolerende dek op net iets minder dan 50 €/m². Tevens is nait Tabel 5.3-3 op pagina 58 af te leiden dat de verwachte montagesnelheid ongeveer 80 m²/uur zal worden. Hiermee voldoet het herontwerp van het isolerende dek ook aan de laatste voorwaarden van het pakket van eisen.

5.4 Conclusie – detaillering (her)ontwerp isolerend dek

Aan het begin van het hoofdstuk was onduidelijk wat er nog moest gebeuren om het nieuwe isolerende dek tot een definitief ontwerp te maken. Hiervoor is geanalyseerd hoe het glasdek in elkaar zit en welke onderdelen gebruikt worden. Vanuit dat punt is het glasdek (zonder isolerend dek) vergeleken met het pakket van eisen, waardoor een aangepast pakket van eisen kon worden afgeleid. Daarna is de (deel)functie isolerend vermogen vervuld volgens de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg. Hieruit kwam een oplossing voort die waarschijnlijk wel gepaard gaat met condensvorming en waarbij een broeikas effect zal optreden. Omdat de condens extra voorwaarden stelt aan het isolatiemateriaal, is ervoor gekozen om een schatting te maken van hoe de condens zich zal voordoen. De belangrijkste extra voorwaarde is vochtbestendigheid en bestand zijn tegen de temperatuurstijging als gevolg van het broeikas effect (5.1).

In paragraaf 5.2 is op basis van het aangepast/verbeterd model een keuze gemaakt voor het isolerend materiaal dat het best kan worden toegepast. Daarna zijn het 3D-model van het isolerende dek en de daarbij horende productietekeningen uitgewerkt.

Ten slotte is van het (her)ontwerp van het isolerende dek een kostraming gemaakt, waarmee is aangetoond dat het (her)ontwerp ook voldoet aan de laatste voorwaarden. Hierdoor voldoet het (her)ontwerp aan alle voorwaarden die zijn gesteld.

Daarmee zijn bijna alle producten opgeleverd voor de afronding van dit (afstudeer)project. Voor de volledige afronding wordt in het volgende hoofdstuk antwoord gegeven op de onderzoeksvraag en zal een advies worden gegeven over wat Gakon met dit project kan doen en welke stappen zij kan zetten.

6. Conclusie & aanbeveling

Ter afsluiting van dit (afstudeer)project wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag in paragraaf 6.1. Tevens (als laatste product) wordt een aanbeveling afgegeven aan Gakon over wat zij kan doen met dit onderzoek voor het verhelpen van de lekkage van het isolerende dek in paragraaf 6.2. Daarna wordt het (afstudeer)project afgesloten en wordt een laatste conclusie omschreven in paragraaf 6.3.

6.1 Onderzoeksvraag

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag *“Wat kan een definitieve oplossing bieden voor het voorkomen van lekkages bij het isolerende dek?”* is eerst onderzocht waardoor de lekkage (mogelijk) ontstaat. Hieruit is gebleken dat de verbindingpunten van het isolerende dek de lekkagepunten zijn.

Daarvoor zijn vervolgens een aantal oplossingen bedacht. Als beste oplossing hiervan is het glasdek gekozen in hoofdstuk 4. Dit levert dus het antwoord op de onderzoeksvraag op: de beste oplossing voor het verhelpen van de lekkage bij het isolerende dek is het toepassen van een glasdek waaraan isolerend vermogen wordt toegevoegd.

6.2 Hoe nu verder?

Het advies dat ik aan Gakon geef, is dat zij het (her)ontwerp van het isolerende dek verder laat onderzoeken (wellicht in een vervolgstudeeropdracht) op condensvorming. Tijdens dit project is een aanname gemaakt over hoe condensvorming zal optreden, waarbij daar passende oplossingen voor zijn bedacht. Toch zijn er nog kritische gebieden waarop onderzoek nodig is. Te denken daarbij valt aan de aluminium goot die een directe verbinding vormt tussen buiten en binnen. Ook is het interessant om te kijken in hoeverre het vochtgehalte (binnen) effect heeft op het isolatiemateriaal en in welke hoedanigheid dat vochtgehalte zich voordoet bij de klant.

Ten slotte is het ook interessant om het broeikaseffect en de gevolgen daarvan daarbij te betrekken. Hierbij kan worden bepaald tot hoe hoog de temperatuur zal stijgen en wat voor gevolgen dit heeft.

6.3 Conclusie

De oplossing die is aangedragen verhelpt de lekkage van het isolerende dek. Ook voldoet deze oplossing aan alle eisen en wensen die Gakon heeft gesteld. Daarnaast heeft de oplossing ook geleid tot nieuwe uitdagingen waarvoor meer onderzoek nodig is.

Geconcludeerd kan dan ook worden dat het project succesvol is uitgevoerd en afgerond, en dat de producten die Gakon verwachtte, zijn opgeleverd.

7. Afsluiting opleiding werktuigbouwkunde-duaal

Als afsluiting van de opleiding werktuigbouwkunde-duaal aan de HHS te Delft worden aan de hand van dit (afstudeer)project de laatste competenties aangetoond. Aan het begin van het project is in het plan van aanpak een voorspelling gedaan over welke competenties worden aangetoond met dit project. Hiervan is niet afgeweken. Volgens de studiewijzer dient de aantoning (van de competenties) middels een tabel worden uitgevoerd. Deze tabel is te vinden in paragraaf 7.1. Ter afsluiting is in paragraaf 7.2 de bedrijfsbeoordeling opgenomen.

7.1 Aantoning competenties

In tabel 7.1-1 zijn de competenties weergegeven waaraan is gewerkt tijdens dit project. Hierbij wordt voor het aantonen van die competenties verwezen naar de betreffende hoofdstukken/ paragrafen of bijlages van het afstudeerproject.

Tabel 7.1-1 Aantoning competenties - Daniel Rotteveel

Competentie	Start niveau	Gerealiseerd eindniveau	Bewijslast
1. Analyseren	3	3	Het uitvoeren van productanalyse van het huidige isolerende dek (hoofdstuk 2) en een productanalyses van het glasdek (paragraaf 5.1).
2. Ontwerpen	3	3	Het ontwerpen van een isolerend dek, vanuit het pakket van eisen (hoofdstuk 5).
3. Realiseren	n.v.t.	n.v.t.	-
4. Beheren	n.v.t.	n.v.t.	-
5. Managen	n.v.t.	n.v.t.	-
6. Adviseren	n.v.t.	n.v.t.	-
7. Onderzoeken	n.v.t.	n.v.t.	-
8. Professionaliseren	2	3	Het opstellen van een pakket van eisen en dit uitvoeren (hoofdstuk 5). Daarbij het plan van aanpak vertalen naar de gewenste producten (PVA - herontwerp knikdek & Herontwerp van het isolerende dek - Gakon Horticultural project).

7.2 Bedrijfsbeoordeling

DE HAAGSE HOOGESCHOOL

Bedrijfsbeoordeling afstuderen Werktuigbouwkunde 2019-2020

Studentnaam	: Daniel Rotteveel
Studentnummer	: 15076148
Periode van	: 26 augustus 2019 t/m 19 december 2019
Bedrijf	: Gakon Horticultural projects
Bedrijfsbegeleider	: Ing. Ivan van der Est

A Beoordeling Algemeen functioneren

Met onderstaande items kunt u het functioneren van onze student binnen uw bedrijf beoordelen.

U = uitstekend; G = goed; V = voldoende; T = twijfelachtig; O = onvoldoende

	U	G	V	T	O
Inzicht			V		
Systematische aanpak				T	
Kwaliteit gegevensverzameling			V		
Kwaliteit (tussen)rapportage			V		
Theoretische kennis					
Praktisch inzicht				T	
Nauwkeurigheid/zorgvuldigheid				T	
Houding en optreden			V		
Zelfstandigheid				T	
Werktempo				T	
Totale beoordeling					

Toelichting:

B Beoordeling vanuit het competentieprofiel

De Haagse Hogeschool werkt, vanaf september 2015, met het landelijke competentieprofiel Bachelor of Engineering. De student heeft in het Plan van aanpak beschreven welke competenties van toepassing zijn op dit afstudeertraject (Professionaliseren verplicht + minimaal 2 andere competenties)

Het opleidingsprofiel kent de volgende competenties:

1. Analyseren	5. Managen
2. Ontwerpen	6. Adviseren
3. Realiseren	7. Onderzoeken
4. Beheren	8. Professionaliseren

U = uitstekend; G = goed; V = voldoende; T = twijfelachtig; O = onvoldoende

	U	G	V	T	O
Professionaliseren			V		
2e competentie: Analyseren			T		
3e competentie: Ontwerpen			V		
4e competentie (indien aanwezig):					
5e competentie (indien aanwezig):					
6e competentie (indien aanwezig):					

Toelichting:

C. Geef een eindoordeel in de vorm van een cijfer (1-10), af te ronden op 0,5

Eindoordeel	Cijfer: 7,2	Toelichting:
-------------	----------------	--------------

D. Ondertekening

Naam: I. van der Ent	Handtekening: 	Datum: 16-12-2019
-------------------------	--	----------------------

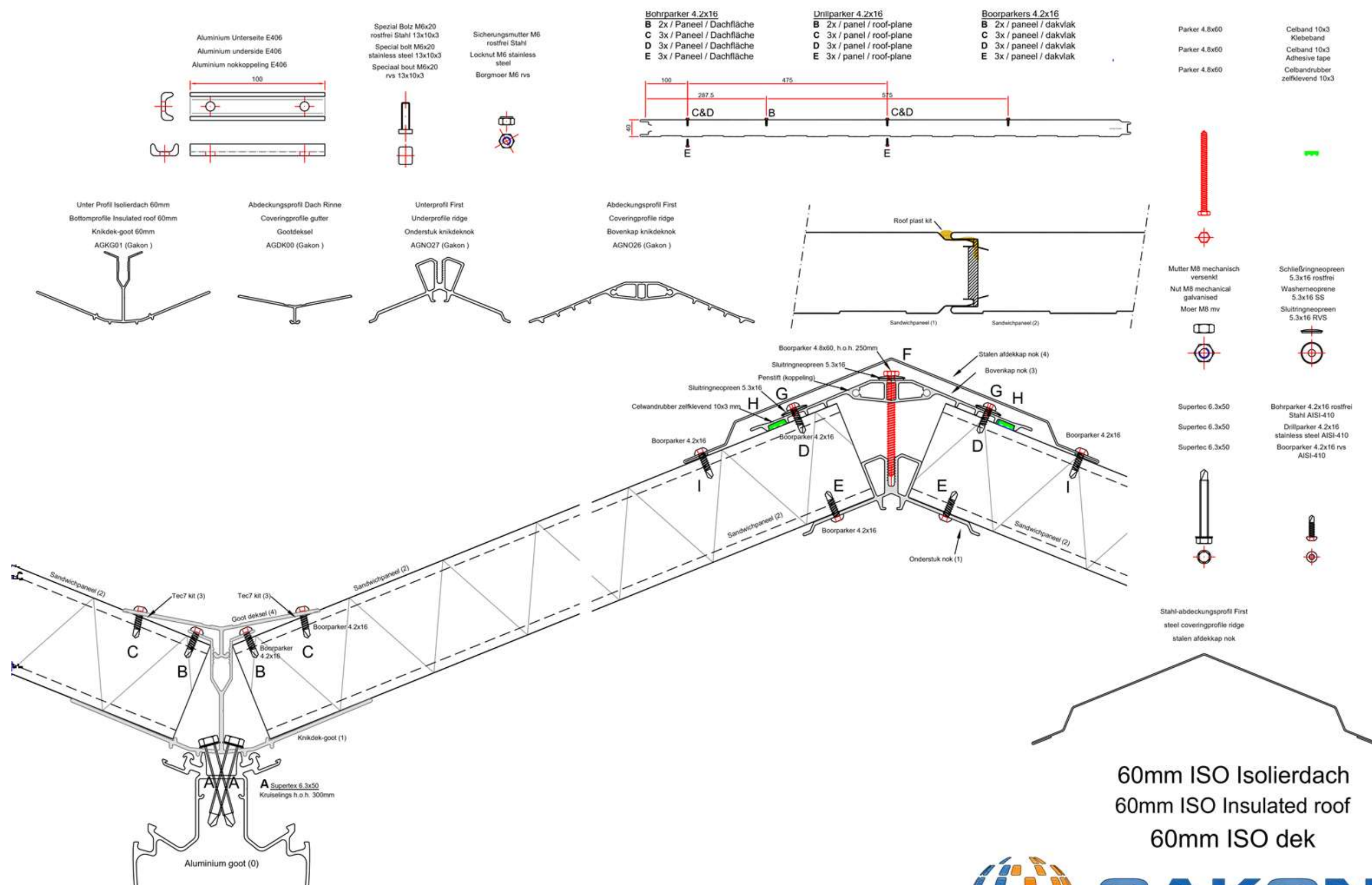
Literatuurlijst

- brandklasse*. (sd). Opgehaald van <http://www.joostdevree.nl/shtmls/brandklasse.shtml>
- brandklasse*. (sd). Opgehaald van <http://www.joostdevree.nl/shtmls/brandklasse.shtml>
- Goor, V. &. (2015). *Werken met logistiek*. Groningen: Noordhoff uitgevers bv.
- HBO-Engineering* . (2014, Januari). Opgehaald van www.hbo-engineering.nl:
https://www.hbo-engineering.nl/_asset/_public/competenties/Landelijk_competentieprofiel_Werk_tuigbouwkunde_v2-1.pdf
- Industriële productie . (sd).
- (2015). *ISSO 88 Kwaliteitseisen voor de tuinbouwkassen*. ISSO.
- ISSO Kennisinstituut. (2008). *ISSO 603.08 - Vat op de Zon*. SBR-Publicatie.
- Kals, P. (2012). Het productiebedrijf. In *Industriële productie* (p. 375).
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. (2019). *Uitleg over Regen*. Opgehaald van KNMI - kennis & datacentrum: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/regen>
- Materiaalkunde. (2014). In K. G. Budinski. Pearson.
- NEN. (2012). NEN 3859: 2012. In D. N. normalisatie-instituut, *NEN 3859: 2012 - Tuinbouwkassen: Ontwerp en constructie - Tuinbouwkassen voor commerciële productie van planten en gewassen* (p. 32).
- Oskam, I., Cowan, K., Hoiting, L., & Souren, P. (2011). *Ontwerpen van technische innovaties*. Amsterdam: Noordhoff uitgevers bv.
- Rijksoverheid. (2012). *Art. 2.66 lid 2 Bouwbesluit 2012*. Opgehaald van <https://wetten.overheid.nl>: https://wetten.overheid.nl/BWBR0030461/2019-07-01#Hoofdstuk2_Afdeling2.9
- Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut. (2012). *NEN 3859*. NEN normen.
- Taal, A. (2012). Toegepaste energieleer. In A. Taal, *Toegepaste energieleer - Warmte- en stromingsleer* (p. 302). Den Haag: BIM Media b.v.

Bijlages

Bijlage I. Montagetekening isolerend dek.....	66
Bijlage II. Technische documentatie Zwaluw Clear Fix.....	67
Bijlage III. Technische documentatie Tec7.....	69
Bijlage IV. Berekening stijgingsniveau hemelwater in de gootdeksel.....	72
Bijlage V. Overzichtstekening glasdek	73
Bijlage VI. Beoordeling glasdek ten aanzien van het pakket van eisen.....	74
Bijlage VII. Beoordeling isolerend vermogen	78
Bijlage VIII. Technische documentatie isolatiepanelen.....	81
Bijlage IX. Assemblagetekening isolatiepaneel.....	93
Bijlage X. Productietekening T-profiel.....	95
Bijlage XI. Assemblagetekening isolerend dek	97
Bijlage XII. Productietekening condensprofiel nok (top)	98
Bijlage XIII. Productietekening condensprofiel nok (bottom).....	99

Bijlage I. Montagetekening isolerend dek



GAKON
HORTICULTURAL PROJECTS

Bijlage II. Technische documentatie Zwaluw Clear Fix



Technische Datasheet

Zwaluw Clear Fix

Hoogwaardige glasheldere hybride lijm



Product omschrijving

Zwaluw Clear Fix is een hoogwaardige professionele constructie- en montagelijm op basis van hybride technologie, die onder invloed van de luchtvochtigheid uithardt tot een duurzaam elastisch rubber.

Voordelen

- Universele glasheldere lijm voor interieur gebruik
- Isocyaan-, oplosmiddel-, en siliconenvrij
- Krimp- en blaasvrij
- Hecht perfect zonder primer op de meeste ondergronden
- Neutrale uitharding, vrijwel reukloos
- Niet corrosief t.o.v. metalen
- Hoge mechanische weerstand, eindsterkte en E-modulus
- Absorbeert akoestische en mechanische trillingen en vibraties

Applicaties

Zwaluw Clear Fix is speciaal ontwikkeld als universele constructielijm voor interieuroepassing. Geschikt voor toepassingen in ruimten waar voedingsmiddelen worden verwerkt en/of opgeslagen.

Gebruiksaanwijzing

De lijm in verticale rillen 'ventilerend' aanbrengen. Onderlinge afstand rillen 10 à 20 cm. Niet aanbrengen met dotten! Aanbevolen wordt dubbelzijdig klevend tape van 3mm dikte te gebruiken om de

verbinding gedurende de eerste 24 uur te ondersteunen en om ervoor te zorgen dat de lijm de juiste dikte heeft. Voor verdere vragen kunt u contact opnemen met onze technische afdeling.

Aanvullende informatie

100 % modulus	DIN 53504 S2	1,15 N/mm ²
Applicatie temperatuur		+5 °C to +40 °C
Basis		Hybrid
Dichtheid	ISO 1183-1	1,06 g/ml
Extrusie waarde	@ Ø2,5 mm/6,3 bar	150-300 g/min
Huidvorming	DBTM 16	10 minutes @ +23 °C/50% RH
Rek bij breuk	DIN 53504 S2	450%
Shore-A hardheid	DIN 53505	45
Temperatuur bestendigheid		-40 °C to +90 °C
Treksterkte	DIN 53504 S2	3,20 N/mm ²
Uithardingstijd	@ +23 °C/50% RH	2-3 mm/24 hours
Vorstbestendigheid gedurende transport		Up to -15 °C
Weerstand tegen vloeit	ISO 7390	< 2 mm

Deze waarden zijn typische eigenschappen

Beperkingen

- Niet geschikt voor PE, PP, PC, PMMA, PTFE, zachte kunststoffen neopreen en bitumineuze ondergronden
- Niet geschikt voor continue waterbelasting
- Bij langdurige UV belasting kan product verkleuren en minder UV-stabiel worden
- Niet geschikt voor dilatatie- en beglazingsvoegen
- Niet geschikt voor natuursteen en spiegels

Oppervlakte voorbereiding en afwerking

Aanbrengtemperatuur: +5 °C tot +40 °C (geldt voor omgeving en ondergronden). Ondergronden dienen schoon, vet- en stofvrij en draagkrachtig te zijn. Ondergronden goed ontvetten met Zwaluw



Bostik Benelux B.V.
Denariusstraat 11, 4903 RC Oosterhout
T +31 (0)162491000 | E info@denbraven.nl

09-12-2019
11:17:03
UTC

Zwaluw Clear Fix

Hoogwaardige glasheldere hybride lijm

Cleaner. Zwaluw Clear Fix hecht perfect zonder primer op de meeste niet-poreuze ondergronden. Poreuze ondergronden voorbehandelen met Zwaluw Primer B1. Ondergronden vooraf altijd testen op hechting.

Overschilderbaar

Zwaluw Clear Fix is uitstekend overschilderbaar met watergedragen en de meeste 2 componenten verf. Synthetische verven kunnen in droging vertragen. Geadviseerd wordt om vooraf de verdraagzaamheid met de verf te testen. Indien Zwaluw Clear Fix wordt overschilderd (niet noodzakelijk) adviseren wij deze vooraf samen met de aangrenzende delen licht op te schuren met Scotch-Brite. Voor een optimaal resultaat adviseren wij binnen enkele dagen na applicatie te overschilderen.

Schoonmaken

Vers materiaal en gereedschap kunnen worden gereinigd met behulp van Zwaluw Cleaner. Uitgehard materiaal kan alleen mechanisch worden verwijderd. Handen kunnen worden gereinigd met Zwaluw Wipes.

Kleur(en)

- Kristal Helder

Verpakking

- Koker

Voor productspecificaties, raadpleeg de Product Detail Pagina

Houdbaarheid

In ongeopende originele verpakking, tussen +5°C en +25°C, tot 18 maanden houdbaar na productiedatum mits bewaard op een droge plaats.

Certificaten

	ISEGA LEED A+ French VOC Regulation EN 15651-1: F-INT
---	--

Gezondheid & Veiligheid

Het productveiligheidsblad dient te worden gelezen en begrepen voor gebruik. Productveiligheidsbladen zijn beschikbaar op aanvraag en via de Den Braven websites.

Waarborg & Garantie

Den Braven garandeert dat haar product, binnen de houdbaarheidstijd, in overeenstemming is met de specificaties.

Disclaimer

Alle informatie in dit document en in al onze gedrukte en digitale publicaties is gebaseerd op onze huidige kennis en ervaring en is het uitsluitend (intellectuele) eigendom van Den Braven. Het document (en de daarin vervatte vinding (en)) mag uitsluitend met de uitdrukkelijke schriftelijke toestemming van Den Braven worden gekopieerd, aan derden getoond of op andere wijze worden veelevoudigd, openbaargemaakt en/of gebruikt. De technische gegevens in dit document worden gegeven bij wijze van indicatie en zijn niet uitputtend. Den Braven is niet aansprakelijk voor enige (directe of indirecte) schade als gevolg van eventuele (redactionele) fouten, onvolledigheden of onjuistheden in de inhoud van dit document. Daaronder wordt mede verstaan, maar is niet beperkt tot, onjuistheden of onvolledigheden die het gevolg zijn van technologische veranderingen of onderzoek tussen de datum van publicatie van dit document en de datum waarop het product wordt verkregen. Den Braven behoudt zich het recht voor om wijzigingen aan te brengen in formuleringen. Den Braven is niet aansprakelijk voor enige (directe of indirecte) schade als gevolg van het gebruik van het in dit document weergegeven product. Voor het aanbrengen en gebruiken van het product dient de gebruiker de informatie van dit document en andere documenten met betrekking tot onze producten, te lezen en te begrijpen. De gebruiker is verantwoordelijk voor het uitvoeren van alle nodige tests om er zeker van te zijn dat het product geschikt is voor de wijze van toepassing. Wij hebben geen invloed op de wijze van aanbrengen van het product en de omstandigheden tijdens opslag en transport en accepteren als gevolg hiervan geen aansprakelijkheid voor schade. Leveringen geschieden uitsluitend volgens onze algemene (leverings- en betalings)voorwaarden geregistreerd bij de Kamer van Koophandel.

Bijlage III. Technische documentatie Tec7



TECHNISCHE FICHE



Tec7

ALLES AFDICHTEN, LIJMEN EN MONTEREN

- ✓ Uniek hechtingsvermogen
- ✓ Op natte en droge ondergrond
- ✓ Hoge UV- en schimmelbestendigheid



Montage & afdichting

Technische Eigenschappen

- Basis: MS polymeer.
- Verspuitbaarheid: 5 bar/ 3 mm/ 23°C 140g/min.
- Huidvorming: 23°C 50% R.V. 8 minuten.
- Kleefvrij: 23°C 50% R.V. 25 minuten.
- Doorharding: 23°C 50% R.V.
 - 24u - 6 mm
 - 48u - 7 mm
 - 72u - 8 mm
- E-modulus 100%: 172N/cm² /1.72 Mpa.
- Elektrische weerstand: 2,6 x 10² Ohm/cm.
- Volumekrimp na uitharding: <3%
- Hardheid - DIN 53505: 60 Shore A.
- Treksterkte:
 - na 7 dagen: 260 N/cm²,
 - na 1 maand: 280 N/cm²,
 - na 3 maanden: 310 N/cm².
- Scheursterkte - DIN 53504: 140N/cm² /1.40 Mpa.
- Omgevingstemperatuur voor verwerking: tussen +5°C en +40°C.
- Termische stabiliteit: -40°C tot +90°C /piek: 155°C max. 30 minuten.
- Rek bij breuk - DIN 53504: > 350%.
- Luchtdoorlatendheid (volgens rapport 3P02093 van het SP TRI in Zweden): >0,2 m³/m².
- Niet giftig.
- Waterdampdoorlaatbaarheid (DIN EN ISO 12572): SD-waarde = 1,6.
- Drukbestendigheid (ISO 11432): 1,19 N/mm².
- Chemische weerstand:
 - goed: water, zeewater, alifatische oplosmiddelen, oliën, vetten, verdunde organische zuren, logen

Product

Karakteristieken

- Na uitharding supersterk en blijvend elastisch.
- Vrij van ftalaten, solventen en isocyanaten.
- Veilig op spiegels, geen aftekening op natuursteen.
- Bijna reukloos.
- Ook op vochtige, gladde ondergrond.
- Schimmel- en bacteriebestendig.
- Water- en luchtdicht.
- Te gebruiken op de meeste bouwmaterialen*.

Toepassingen

- Voor alle toepassingen in de bouwwereld, sanitaire wereld en algemeen onderhoud. Tec7 vervangt montagelijm, houtlijm, PU-lijm, siliconenkit, sanitair-siliconenkit, acrylaatkit, butyleenkit.
- Tec7 hecht op de meeste ondergronden en tast geen kunststoffen aan.
- Op spiegels (verticale lijmbanen), op natuursteen (bloedt niet door), op polyester, op piepschuim, op vochtige ondergrond, zelfs onder water.
- Overschilderbaar met de meeste gangbare verven (lak op basis van alkydhars, die aangebracht wordt op Tec7, zal trager drogen).
- Tec7 heeft minder hechting op PP, PE, bitumen en siliconen.



- matig: esters, ketonen, aromaten.
- slecht: geconcentreerde zuren, gechloreerde solventen, chloor van zwembaden.
- Houdbaarheid: 18 maanden.

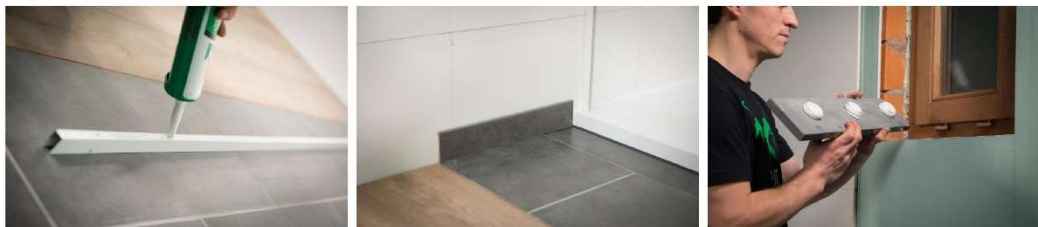
Verpakking

Tec7 zwart (RAL 9004) - patroon 310ml	535106000
Tec7 wit (RAL 9016) - patroon 310ml	535206000
Tec7 bruin (RAL 8017) - patroon 310ml	535406000
Tec7 groen (RAL 6005) - patroon 310ml	535606000
Tec7 terracotta (RAL 3012) - patroon 310ml	535706000
Tec7 eik (RAL 1011) - patroon 310ml	535806000
Tec7 beige (RAL 1015) - patroon 310 ml	535906000
Tec7 grijs (RAL 7004) - patroon 310ml	535306000
Tec7 zwart (RAL 9004) - patroon 310ml	535176000
Tec7 wit (RAL 9016) - patroon 310ml	535276000
Tec7 grijs (RAL 7004) - patroon 310ml	535376000
Tec7 bruin (RAL 8017) - patroon 310ml	535476000
Tec7 licht grijs - patroon 310ml	535576000
Tec7 eik (RAL 1011) - patroon 310ml	535876000
Tec7 beige (RAL 1015) - patroon 310ml	535976000
Tec7 - display sixpack	998015000
Tec7 box - 4 sixpacks wit	998013000
Tec7 box - 4 sixpacks grijs	998014000
Tec7 grijs (RAL 7004) - worst 600ml	535308000
Tec7 wit (RAL 9016) - worst 600ml	535208000
Tec7 zwart (RAL 9004) - worst 600ml	535108000
Tec7 wit (RAL 9016) - tube 100ml	535205000

Gebruik

- Verwerkingstemperatuur tussen +5°C en +40°C.
- Toepassen op een zuivere, stof- en vetvrije ondergrond.
- Indien nodig reinigen met Tec7 Cleaner of Multiclean.
- Aanbrengen met hand- of luchtdrukpistool (best met telescopische zuiger).
- Als gevolg van de grote verscheidenheid van verschillende kunststoffen en samenstellingen, evenals materialen die gevoelig zijn voor spanningscorrosie, worden voorafgaande testen aanbevolen.
- Test de hechting op kunststoffen, poederlakken, exotische houtsoorten en bitumineuze materialen.
- Zwakke en/of poreuze ondergronden eerst versterken met Fixprimer.

- Vanwege de verscheidenheid aan lakken en verven op de markt, wordt testen aanbevolen. Het gebruik van producten op basis van alkydharsen kan het droogproces vertragen.
- Gebruik Tec7 Cleaner voor het veilig reinigen en ontvetten, voor het perfect afwerken en voor het verwijderen van niet-uitgeharde Tec7 polymeren. Gebruik HP Clean voor de afwerking op poreuze materialen.
- Bij spiegelverlijming in sanitaire ruimtes enkel verticale lijmbanen aanbrengen om stagnerend vocht door condens te vermijden.
- Ideale lijmdikte voor een optimale kracht bij verlijming: 3 mm.



VERBRUIK IN M PER 310 ML

Breedte voeg in mm → Diepte voeg in mm ↓	5	7	10	12	15	20	25
5	12	8	6				
7		6	4	3			
10			3	2,5	2,0	1,5	
12				2,1	1,7	1,2	1,0
15					1,3	1,0	0,8

Bijlage IV. Berekening stijgingsniveau hemelwater in de gootdeksel

Stap ① Berekenen Hemel water debiet: $\Phi_{V, \text{Hemelwater}} = \text{Regenintensiteit} \cdot A_{\text{dex}}$

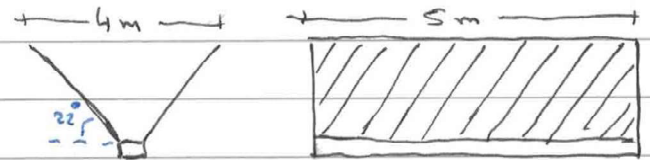
$$\text{Regen Intensiteit} = 35 \frac{\text{L}}{\text{m}^2 \text{uur}} = 9,72 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2}$$

$$A_{\text{dex}} = L_{\text{dex}} \cdot B_{\text{dex}}$$

$$B_{\text{dex}} = 2 \left(\frac{2 \text{ m}}{\cos 22^\circ} \right) = 4,315 \text{ m}$$

$$L_{\text{dex}} = 5 \text{ m}$$

$$A_{\text{dex}} = 4,315 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \Rightarrow A_{\text{dex}} = 21,57 \text{ m}^2$$



$$\Phi_{V, \text{Hemelwater}} = 9,72 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2} \cdot 21,57 \text{ m}^2 \Rightarrow \Phi_{V, \text{Hemelwater}} = 2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Stap ② Berekenen (Stroming) Snelheid: $U_{\text{goot}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{afschot}}}$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, H_{\text{afschot}} = 0,01 \text{ m} \Rightarrow U_{\text{goot}} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,01 \text{ m}}$$

$$U_{\text{goot}} = 0,443 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Stap ③ Berekenen Hoogte Hemelwater gootdeksel

$$\Phi_{V, \text{Hemelwater}} = U_{\text{goot}} \cdot A \Rightarrow A = \frac{\Phi_{V, \text{Hemelwater}}}{U_{\text{goot}}}$$

$$A = \frac{2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,443 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \Rightarrow A = 4,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A = H_{\text{Hemelwater}} \cdot B_{\text{goot}} \Rightarrow H_{\text{Hemelwater}} = \frac{A}{B_{\text{goot}}}$$

$$H_{\text{Hemelwater}} = \frac{4,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{\frac{1}{2} (0,0855 \text{ m})}$$

$$H_{\text{Hemelwater}} = 0,0105 \text{ m} \approx 10,53 \text{ mm}$$

Bijlage VI. Beoordeling glasdek ten aanzien van het pakket van eisen

Zoals is toegelicht in paragraaf 5.1 dient het glasdek te worden beoordeeld ten aanzien van het pakket van eisen, zodat onderscheid kan worden gemaakt tussen voorwaarden die het glasdek vervult en voorwaarden die gelden voor het isolerend vermogen. De aanzet voor deze analyse komt doordat het constructieve karakter en het isolerend vermogen bij het glasdek een scheiden functie is geworden. Daarom wordt het glasdek (zonder isolerend vermogen) per voorwaarden vergeleken. Hierbij ligt de focus voornamelijk of het glasdek wel of niet voldoet aan die voorwaarden en in welke maat de voorwaarden kan worden gesteld aan het isolerend vermogen. Het verwachten resultaat is een aanpassing op het pakket van eisen, die staat weergegeven in tabel 3-1 op pagina 25. Als eerst wordt de voorwaarden herhaalt waarna de toelicht volgt.

Voorwaarden 1: “De constructie van het isolerende dek heeft een brandwerendheid van 500 MJ/m² voor ten minste 30 minuten waarbij geen bezwijking of instortingsgevaar ontstaat en zij heeft een weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) van ten minste 60 minuten.”

Voorwaarden 1 heeft betrekking op de brandveiligheid omtrent de constructie van de schuur. Uit overleg met een engineer van Gakon blijkt dat de constructie van het glasdek voldoet aan voorwaarden 1. Aangezien bij het glasdek het constructieve karakter en isolerende vermogen is gescheiden, heeft voorwaarden 1 geen betrekking op het isolerend vermogen. Daarentegen dient het isolerend vermogen wel brandveilig te zijn, waarvoor is uitgeweken naar het bouwbesluit 2012 van de rijksoverheid.

Wanneer het bouwbesluit wordt geraadpleegd met betrekking op brandwerendheid van materialen, wordt een andere aanduiding gehanteerd dan die voor de brandwerendheid van een constructie. De brandwerendheid van materialen wordt aangeduid met een zogenaamde “euroklasse”, waarbij materialen worden ingedeeld van A1 tot en met F.

De aanduiding van de euroklasse weergeeft het brandgedrag van een materiaal en hiermee wordt aangeduid om wat voor manier het materiaal het best geblust kan worden. Daarnaast wordt een materiaal geclassificeerd van s1 tot en met s3 waarmee de rookvorming wordt aangegeven. Rookvorming wil zeggen hoeveel rook het materiaal genereert bij ontbranding. Tenslotte wordt het materiaal ook geclassificeerd van d0 tot en met d2 welke de druppelvorming van het materiaal aangeeft. De classificering van druppelvorming geeft aan hoelang het duurt voordat een materiaal “gesmolten druppel materiaal” vertoont als gevolg van brand (brandklasse).

Voor het bepalen welke brandklasse betrekking heeft voor het isolerend vermogen van het isolerende dek dient eerst de zogenoemde gebruikersfunctie van de schuur te worden bepaald (Art. 2.66 lid 2 Bouwbesluit 2012).

De gebruikersfunctie van een kas (waaronder ook de schuur), is volgens de NEN 3859 gedefinieerd als een gebruikersfunctie "Instructiefunctie" (NEN 3859, p. 5). Als in het bouwbesluit tabel 2.66 (Art. 2.66 lid 2 Bouwbesluit 2012) wordt geraadpleegd, kan worden afgeleid dat de euroklasse die wordt vereist "B" of "C" betreft en een rookvorming classificatie s2. Druppelvorming van een materiaal worden geen eisen gesteld vanuit het bouwbesluit.

De zwaarte van de euroklasse wordt gekoppeld aan het toepassingsgebied van de schuur als zijnde extra beschermde vluchtroute, beschermde vluchtroute of als overige. Het toepassingsgebied van de schuur is variabel, daarom is de keuze gemaakt om de zwaarste brandklassen te hanteren voor het isolerend vermogen, want dan voldoet het materiaal in alle gevallen.

Hierdoor kan voorwaarden 1 worden aangepast, zodat het isolerend vermogen voldoet aan de gestelde euroklasse volgens het bouwbesluit 2012. Om die reden kan voorwaarden 1 als volgt worden aangescherpt: "Het isolerend vermogen moet voldoen aan brandklasse Bs2".

Voorwaarde 2: "Het isolerende dek heeft een minimale warmteweerstand (R_c) van $1,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ "

Het glasdek heeft niet tot nauwelijks een isolerend vermogen. Het toevoegen van het isolerend vermogen moet derhalve aan bovenstaande voorwaarden voldoen.

Voorwaarde 3: "Het isolerende dek heeft een maximaal belastbaar vermogen van $862,45 \text{ N/m}^2$ "

Het maximaal belastbaar vermogen van het glasdek is niet eenvoudig te bepalen, dit als gevolg van talloze verschillende parameters. Gakon zelf is onderdeel van een stichting Hortivation. Deze stichting is een groep tuinbouwbedrijven en richten zich op kennismanagement en (technische) innovaties in de tuinbouw. Deze stichting heeft in samenwerking met engineeringsbureau TNO een rekentool ontwikkeld genaamd "Glazenstad", waarbij alle parameters van een kas moeten worden ingevuld. Deze parameters zijn alle eigenschappen van een kas die mogelijk kunnen voordoen. De toegevoegde waarden om alle eigenschappen te bepalen, te definiëren en in te voeren om vervolgens aan te tonen dat het glasdek (dat nu al wordt gebruikt) voldoet aan de gestelde maximalen belasting wordt niet relevant geacht ten aanzien van de (afstudeer)opdracht, ook in combinatie met de relatief korte tijdsbestek van dit (afstudeer)project.

Derhalve is besloten om het onderzoek hiervoor niet uit te voeren en te veronderstellen dat het glasdek voldoet.

Ongeacht waar het isolerend vermogen wordt toegevoegd, zal dit geen bijdrage leveren aan het vergrootte of verkleinen van het maximaal belastbaar vermogen van het isolerende dek.

Voorwaarden 3 vervalt voor het beoordelen van het isolerend vermogen, aangezien het glasdek deze voorwaarden vervult.

Voorwaarden 4: “Het isolerende dek moet met basisgereedschappen te monteren zijn, zoals accu tol, (hand)zaag of boormachine.”

Het glasdek wordt met basis gereedschappen gemonteerd zoals is toegelicht in subparagraaf 4.1 op pagina 28. Ondanks het glasdek deze voorwaarden vervult, is het isolerend vermogen onderdeel van het isolerende dek en geldt daarom ook voor het isolerend vermogen. Om die reden geldt voorwaarden 4 ook voor het isolerend vermogen.

Voorwaarden 5: “Het isolerende dek heeft een maximaal afvoerdebiet van 35 L/m²/uur”

Een eigenschap van het glasdek, is dat het dek onder water kan komen te staan zonder dat lekkage optreedt. Zolang het isolerend vermogen dit niet verandert, heeft het isolerend vermogen geen betrekking op het afvoerdebiet.

Voorwaarden 6: “De kosten van het isolerende dek mogen maximaal 50 €/m² zijn.”

Zie toelichting subparagraaf 5.1.1

Voorwaarden 7: “De montage van het isolerende dek moet minimaal 18 m²/uur zijn.”

Zie toelichting subparagraaf 5.1.1

Voorwaarden 8: “Bij het selecteren van materialen is het wenselijk dat voor de constructieve delen aluminiumlegering 6063-T66 wordt gebruikt.”

Indien bepaalde profielen nodig zijn voor het monteren van het isolerend vermogen, is het wenselijk dat wordt voldaan aan bovenstaande voorwaarden. De wens voor het gebruik van de aluminiumlegering bij constructieve delen geldt ook voor het isolerend vermogen.

Voorwaarden 9: “Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van +0/+10 mm.”

Indien het isolerend vermogen aan de buitenkant van het glasdek wordt toegevoegd, dient aan deze voorwaarden te voldoen.

Hierdoor geldt dat het isolerende dek maximaal 10 mm boven het glasdek mag steken.

Voorwaarden 10: “Het isolerende dek heeft een maximaal gewicht van 13 kg/m².”

Zie toelichting subparagraaf 5.1.1

Voorwaarden 11: “Het isolerende dek heeft voor alle verbindingen met de kasconstructie een standaardoplossing.”

Het isolerend vermogen toevoegen aan het glasdek is een nieuwe verbinding, waarvoor een standaardoplossing voor bedacht moet worden. Voorwaarden 11 geldt ook voor het isolerend vermogen.

Voorwaarden 12: “Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines die Gakon beschikbaar heeft.”

Bij het ontwerpen van een (aluminium) profiel dient rekening te worden gehouden dat het profiel ook bewerkt kan worden met machines die Gakon beschikbaar heeft. Hierdoor geldt voorwaarden 12 ook voor het isolerend vermogen.

Bevinding/ conclusie analyse

De analyse naar het glasdek heeft geleid dat een aantal voorwaarden zijn aangescherpt of niet van toepassing zijn voor het isolerend vermogen. In Tabel 5.1-5 op pagina 41 is het aangepaste pakket van eisen weergegeven.

Bijlage VII. Beoordeling isolerend vermogen

Voor de deelfunctie “Het isolerend vermogen” zijn verschillende oplossingen aangedragen (zie paragraaf 5.2). In deze bijlage worden de oplossingen beoordeelt volgens de ontwerpmethodiek van Van den Kroonenberg.

De beoordeling geschiedt volgens de (aangepaste) variabelen voorwaarden uit Tabel 5.1-6 op pagina 44. Hierbij zijn de variabelen voorwaarden verdeeld in twee groepen: functioneel en fabricage. Functioneel staat voor de functionaliteit, fabricage staat voor de maakbaarheid.

De beoordeling bestaat uit drie stappen. Stap 1 is het bepalen van de weegfactor. De weegfactor weergeeft welke voorwaarde zwaarder weegt dan de andere. Stap 2 is de beoordeling van de concepten ten opzichte van de variabelen voorwaarden. Als laatste stap, stap 3 worden de uitkomsten van de beoordeling (van stap 2) als percentage verwerkt in de grafiek van de Kesselring methode. In stap 3 wordt vervolgens een keuze gemaakt, welke oplossing voor het toevoegen van het isolerend vermogen het beste kan worden toegepast ten aanzien van de aangepaste voorwaarden.

Stap 1 – Weegfactor

De voorwaardes worden per groep paarsgewijs met elkaar vergeleken. De voorwaarden die belangrijker wordt geacht dan de ander krijgt een 1, de ander een 0. De resultaten voor het bepalen van de weegfactor zijn weergegeven in Tabel 4-1 bepaling weegfactor.

Tabel 4-1 Weegfactor

Nr.	Voorwaarden - Functioneel	2	3	5	Totaal		
2	Het isolerend vermogen heeft een minimale warmteweerstand (Rc) van 1,8 m²K/W	1	-	0	2		
3	Het isolerende dek heeft een belastingsvermogen van maximaal 862,45 N/m²	-	-	-	n.v.t.		
5	Het afvoerdebiet moet maximaal 35 L/m²/uur hemelwater kunnen afvoeren	0	-	1	1		
Nr.	Voorwaarden - Fabricage	6	7	9	10	12	Totaal
6	De kosten van het isolerend vermogen mag maximaal 39 €/m² zijn.	1	1	1	1	0	4
7	De montagesnelheid van het isolerend vermogen moet minimaal 18 m²/uur zijn.	0	1	1	1	0	3
9	Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van +0/+10 mm	0	0	1	0	0	1
10	Het isolerend vermogen heeft een maximaal gewicht van 7 kg/m²	0	0	1	1	0	2
12	Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines die Gakon beschikbaar heeft	1	1	1	1	1	5

Stap 2 – De beoordeling

De volgende stap in de beoordeling (stap 2), zijn de oplossingen beoordeelt in hoeverre die voldoet aan die voorwaarden. Hiervoor krijgt een oplossing voor die voorwaarden een score 1 wanneer deze op de grens ligt van voldoening.

Indien een score perfect voldoet aan die voorwaarden, wordt een score 4 gegeven. De score die wordt gegeven wordt vermenigvuldigd met de weegfactor die geldt bij die voorwaarden.

Alle score van een oplossing worden bij elkaar opgeteld en vormen samen een percentage. Deze percentage wordt verwerkt in een grafiek volgens de Kesselring methode. In Tabel 4-2 is de beoordeling weergegeven. Hierbij moet vooraf worden opgemerkt dat de beoordeling met betrekking op voorwaarden 2 niet kan worden bepaald. Dit komt omdat het isolerend vermogen van de drie oplossing hiervoor nog niet bekend zijn. Als een keuze is gemaakt hoe het isolerend vermogen wordt toegevoegd aan het glasdek, kan meer gericht onderzocht worden hoe het isolerend vermogen (zoals in voorwaarden 2 wordt vereist) kan worden gerealiseerd.

Tabel 4-2 Beoordeling isolerend vermogen

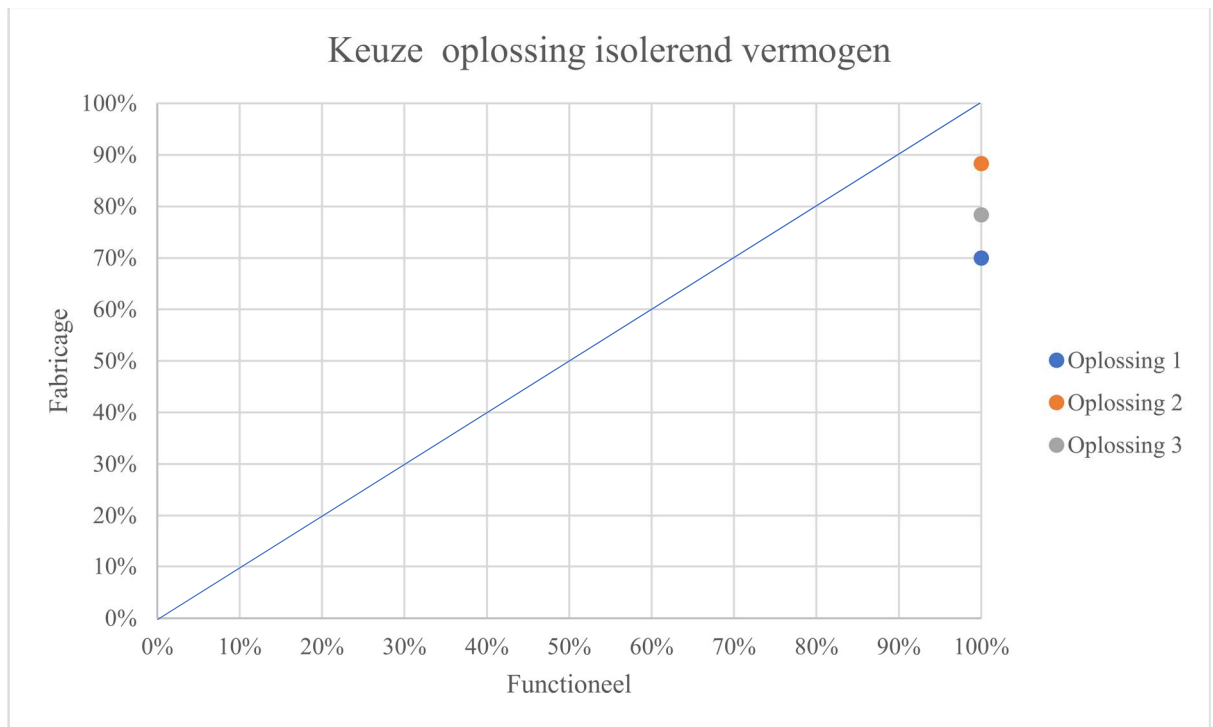
Nr.	Voorwaarden - Functioneel	Weegfactor	O1	O2	O3	Ideaal
2	Het isolerend vermogen heeft een minimale warmteweerstand (Rc) van 1,8 m ² K/W	1	-	-	-	-
3	Het isolerende dek heeft een belastingsvermogen van maximaal 862,45 N/m ²	2	-	-	-	n.v.t.
5	Het afvoerdebiet moet maximaal 35 L/m ² /uur hemelwater kunnen afvoeren	3	4	4	4	12
Totaal gewogen score			12	12	12	12
Totaal gewogen score in procenten			100%	100%	100%	100%
Nr.	Voorwaarden - Fabricage	Weegfactor	O1	O2	O3	Ideaal
6	De kosten van het isolerend vermogen mag maximaal 39 €/m ² zijn.	4	2	3	2	16
7	De montagesnelheid van het isolerend vermogen moet minimaal 18 m ² /uur zijn.	3	4	3	4	12
9	Het isolerende dek moet op gelijke hoogte met het glasdek zijn, met een tolerantie van +0/+10 mm	1	4	4	4	4
10	Het isolerend vermogen heeft een maximaal gewicht van 7 kg/m ²	2	4	4	4	8
12	Aluminium profielen moeten maakbaar zijn met de pons/zaagmachines die Gakon beschikbaar heeft	5	2	4	3	20
Totaal gewogen score			42	53	47	60
Totaal gewogen score in procenten			70%	88%	78%	100%

Stap 3 – Keuze concept ontwerp

De Kesselring methode biedt een grafische weergaven van de verschillende oplossingen. Daarbij biedt de theorie handvatten voor het maken van een juiste keuze een oplossing. Zoals de diagonale lijn, dat weergeeft het optimum tussen functionaliteit en fabricage, waarbij de oplossing dat het dichtst bij dit optimum is gevestigd, de juiste keuze is als oplossing voor het toevoegen van het isolerend vermogen. Tevens geldt dat oplossingen die lager scoren dan 40% of waarbij de functionele en fabricage samen een lagere waarden hebben dan 55%, het concept niet voldoet. Mocht die oplossing toch verder worden uitgewerkt, leidt dit later tot tekortkoming in functionaliteit of in de maakbaarheid (fabricage) van het product. In Grafiek 4-1 zijn de percentages verwerkt uit Tabel 4-2. Hierbij zijn de percentages van de functionele voorwaarden verwerkt op de x-as en zijn de percentage van de fabricage voorwaarden verwerkt op de y-as.

De concepten zijn doormiddel van stipjes verwerkt in de grafiek.

Grafiek 4-1 Kesselring methode

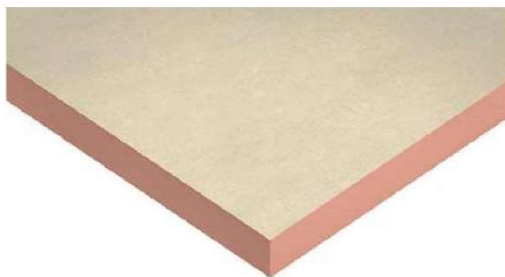


Uit grafiek 4-1 is af te leiden dat de beste oplossing voor het toevoegen van isolerend vermogen, oplossing 2 betreft. Naast dat oplossing 2 volledig voldoet aan de functionele voorwaarden, levert oplossing 2 de miste problemen op betreft de maakbaarheid (fabricage).

Bijlage VIII. Technische documentatie isolatiepanelen

Kooltherm® K5 Buitengevelplaat

HOOGWAARDIGE ISOLATIE VOOR BUITENGEVELS



Omschrijving

De *Kingspan* **Kooltherm®** K5 Buitengevelplaat is een unieke, hoogwaardige resol hardschuimplaat met vezelvrije kern, aan twee zijden voorzien van een wit geïmpregneerd glasvlies.

Toepassing

De *Kingspan* **Kooltherm®** K5 Buitengevelplaat is speciaal ontwikkeld voor toepassing in gevelisolatie systemen.

Standaard afmeting

De *Kingspan* **Kooltherm®** K5 Buitengevelplaat is standaard verkrijgbaar met rechte kanten in de afmeting 1200 x 400 mm.

Voor afwijkende afmetingen en randafwerkingen kunt u contact opnemen met het **Kooltherm®** team.

Technische gegevens

Eigenschap	Waarde
Euro brandklasse (NEN EN 13501-1)	C-s2, d0 (naakt product)
Densiteit	ca. 35 kg/m ³
Druksterkte (NEN EN 826)	≥ 100 kPa
Gesloten cellen	min. 90%
Dimensionele stabiliteit 48 uur, 70°C en 90% RV (lengte en breedte)	≤ 1,5%
Dimensionele stabiliteit 48 uur, -20°C / +70°C (lengte en breedte)	≤ 1,5%

Thermische eigenschappen

Warmtegeleidingscoëfficiënt

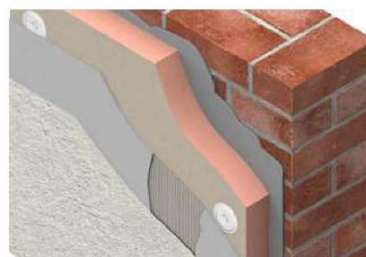
Isolatie dikte (mm)	λ_{10} -waarde (W/m·K) (NEN EN 13166)
< 45	0,021
45 - 120	0,020
> 120	0,021

Warmteweerstand

Isolatie dikte (mm)	R ₁₀ -waarde (m ² ·K/W)
20	0,95
30	1,40
40	1,90
50	2,50
60	3,00
70 *	3,50
80	4,00
90 *	4,50
100	5,00
120	6,00
140	6,55
159	7,55
180	8,55
200	9,50

* Dikte op aanvraag.

Voorbeelddetail



Certificering

De *Kingspan* **Kooltherm®** K5 Buitengevelplaat wordt geproduceerd onder de hoogst mogelijke kwaliteitseisen en is voorzien van CE-markering. De *Kingspan* **Kooltherm®** K5 Buitengevelplaat heeft eveneens het EPD milieu keurmerk en beschikt over een ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring.

- CE-markering
- EPD verklaring
- ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring

Kooltherm® K5 Buitengevelplaat

HOOGWAARDIGE ISOLATIE VOOR BUITENGEVELS

Technische specificaties

Omschrijving	resol hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, twee zijden wit geïmpregneerd glasvlies.
Warmtegeleidingscoëfficiënt	λ_D -waarde 0,021 W/m·K (dikte < 45 mm) λ_D -waarde 0,020 W/m·K (dikte 45 - 120 mm) λ_D -waarde 0,021 W/m·K (dikte > 140 mm)
Standaard plaatafmeting	1200 x 400 mm
Verpakking	in folie



Prijzen

R_D -waarde (m ² ·K/W)	Isolatie dikte (mm)	Prijs (euro/m ²)	Aantal (platen/pak)	Inhoud (m ³ /pak)	Verwachte levertijd (werkdagen)
0,95	20	*	27	12,96	levering via partners
1,40	30	*	18	8,64	levering via partners
1,90	40	*	14	6,72	levering via partners
2,50	50	*	11	5,28	levering via partners
3,00	60	*	10	4,80	levering via partners
3,50	70	*	8	3,84	levering via partners
4,00	80	*	7	3,36	levering via partners
4,50	90	*	6	2,88	levering via partners
5,00	100	*	6	2,88	levering via partners
5,50	110	*	5	2,40	levering via partners
6,00	120	*	5	2,40	levering via partners
6,65	140	*	4	1,92	levering via partners
7,60	160	*	3	1,44	levering via partners
8,55	180	*	3	1,44	levering via partners
9,50	200	*	3	1,44	levering via partners

* Systeemprijs via de erkende gevelisolatie systeempartners. Neem contact op met ons sales team voor meer informatie.

- Andere diktes en afmetingen op aanvraag.
- Bel voor vragen gratis met 0800 - 54 64 776.

Kooltherm® K12 Frameplaat

MULTIFUNCTIONELE, HOOGWAARDIGE ISOLATIE VOOR DIVERSE TOEPASSINGEN



Omschrijving

De **Kingspan Kooltherm® K12 Frameplaat** is een unieke, hoogwaardige resol hardschuimplaat met vezelvrije kern, aan twee zijden voorzien van een samengesteld, micro geperforeerd aluminium folie (dampopen, reflecterend).

Toepassing

De **Kingspan Kooltherm® K12 Frameplaat** is door de hoge isolatiewaarde zeer geschikt als isolatiemateriaal in kozijnen, borstweringen, binnenmuren en bij het na-isoleren van hellende daken.

Standaard afmeting

De **Kingspan Kooltherm® K12 Frameplaat** is standaard verkrijgbaar met rechte kanten in de afmetingen 1200 x 600 mm en 1200 x 3600 mm.

Voor afwijkende afmetingen en randafwerkingen kunt u contact opnemen met het **Kooltherm®** team.

Technische gegevens

Eigenschap	Waarde
Euro brandklasse (NEN EN 13501-1)	C-s1, d0 (naakt product)
Densiteit	ca. 35 kg/m ³
Druksterkte (NEN EN 826)	≥ 100 kPa
Gesloten cellen	min. 90%
Dimensionele stabiliteit 48 uur, 70°C en 90% RV (lengte en breedte)	≤ 1,5%
Dimensionele stabiliteit 48 uur, -20°C / +70°C (lengte en breedte)	≤ 1,5%

Thermische eigenschappen

Warmtegeleidingscoëfficiënt

Isolatie-dikte (mm)	λ_D -waarde (W/m·K) (NEN EN 13166)
< 45	0,021
45 - 120	0,020

Warmteweerstand

Isolatie-dikte (mm)	R _D -waarde (m ² ·K/W)
40	1,90
50	2,50
60	3,00
70	3,50
80	4,00
100	5,00
120	6,00

Voorbeelddetail



Certificering

De **Kingspan Kooltherm® K12 Frameplaat** wordt geproduceerd onder de hoogst mogelijke kwaliteitseisen en is voorzien van CE-markering. Als één van de weinige hardschuim isolatieplaten heeft **Kooltherm®** DUBOkeur. Alleen de meest milieuvriendelijke producten binnen een bepaalde toepassing krijgen dit keurmerk. De **Kingspan Kooltherm® K12 Frameplaat** beschikt eveneens over een EPD verklaring en een ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring.

- CE-markering
- DUBOkeur
- EPD verklaring
- ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring

Kooltherm® K12 Frameplaat

MULTIFUNCTIONELE, HOOGWAARDIGE ISOLATIE VOOR DIVERSE TOEPASSINGEN

Technische specificaties

Omschrijving	resol hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, twee zijden samengesteld micro-geperforeerd aluminium folie (dampopen, reflecterend).
Warmtegeleidingscoëfficiënt	λ_D -waarde 0,021 W/m·K (dikte < 45 mm) λ_D -waarde 0,020 W/m·K (dikte 45 - 120 mm)
Standaard plaatafmeting	1200 x 600 mm 3600 x 1200 mm
Randafwerking	standaard met rechte kanten
Verpakking	in folie



Prijzen - 1200 x 600 mm

R_D -waarde (m²·K/W)	Isolatie-dikte (mm)	Prijs (euro/m²)	Aantal (platen/pak)	Inhoud (m³/pak)	Verwachte levertijd (werkdagen)
1,90	40	17,80	12	8,64	2 - 3
2,50	50	21,10	10	7,20	2 - 3
3,00	60	24,35	8	5,76	2 - 3
3,50	70	26,20	6	4,32	2 - 3
4,00	80	28,60	6	4,32	2 - 3
5,00	100	35,10	5	3,60	2 - 3
6,00	120	41,95	4	2,88	2 - 3

Prijzen - 3600 x 1200 mm

R_D -waarde (m²·K/W)	Isolatie-dikte (mm)	Prijs (euro/m²)	Aantal (platen/pak)	Inhoud (m³/pak)	Verwachte levertijd (werkdagen)
1,90	40	17,80	8	34,56	op aanvraag
2,50	50	21,10	6	25,92	op aanvraag
3,00	60	24,35	5	20,60	op aanvraag
3,50	70	26,20	4	17,28	op aanvraag
4,00	80	28,60	4	17,28	op aanvraag
5,00	100	35,10	3	12,96	op aanvraag
6,00	120	41,95	3	12,96	op aanvraag

- Andere diktes en afmetingen op aanvraag.
- Bel voor vragen gratis met 0800 - 54 64 776.

Kooltherm® K17 Binnenislatie Element

HOOGWAARDIGE ISOLATIE VOOR WANDEN
EN DAKCONSTRUCTIES (BINNENZIJDE)



Omschrijving

Het **Kingspan Kooltherm® K17 Binnenislatie Element** is een unieke, hoogwaardige resol hardschuimplaat met vezelvrije kern, aan één zijde voorzien van een glasvlies cachering en aan de andere zijde een gesloten aluminium folie met daarop een 12,5 mm gipskartonplaat (AK).

Toepassing

Het **Kingspan Kooltherm® K17 Binnenislatie Element** kunt u door de hoge isolatiewaarde uitstekend toepassen bij het renoveren van wanden en daken.

Standaard afmeting

Het **Kingspan Kooltherm® K17 Binnenislatie Element** is standaard verkrijgbaar in de afmeting 2600 x 1200 mm. Voor afwijkende afmetingen en randafwerkingen kunt u contact opnemen met het **Kooltherm®** team.

Technische gegevens

Eigenschap	Waarde
Euro brandklasse (NEN EN 13501-1)	B-s1, d0 (naakt product)
Densiteit	ca. 35 kg/m ³
Druksterkte (NEN EN 826)	≥ 100 kPa
Gesloten cellen	min. 90%
Dimensionele stabiliteit 48 uur, 70°C en 90% RV (lengte en breedte)	≤ 1,5%
Dimensionele stabiliteit 48 uur, -20°C / +70°C (lengte en breedte)	≤ 1,5%

Thermische eigenschappen

Warmtegeleidingscoëfficiënt

Isolatie-dikte (mm)	λ_D -waarde (W/m·K) Kooltherm® (NEN EN 13166)	λ_D -waarde (W/m·K) (gipskartonplaat)
< 45	0,021	0,250
45 - 120	0,020	0,250

Warmteweerstand

Productdikte * (mm)	R_D -waarde isolatie (m ² ·K/W)	R_D -waarde gipskartonplaat (m ² ·K/W)
20 / 12,5	0,95	0,05
50 / 12,5	2,50	0,05
60 / 12,5 "	3,00	0,05
70 / 12,5	3,50	0,05
80 / 12,5	4,00	0,05
90 / 12,5 "	4,50	0,05
100 / 12,5	5,00	0,05
110 / 12,5 "	5,50	0,05
120 / 12,5 "	6,00	0,05

* Productdikte = isolatiedikte + 12,5 mm gipskartonplaat.

** Diktes op aanvraag.

Voorbeelddetail



Certificering

Het **Kingspan Kooltherm® K17 Binnenislatie Element** wordt geproduceerd onder de hoogst mogelijke kwaliteitseisen en is voorzien van CE-markering.

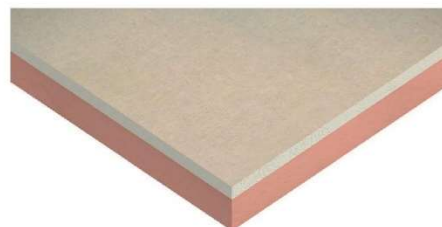
- CE-markering
- ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring

Kooltherm® K17 Binnenislatie Element

HOOGWAARDIGE ISOLATIE VOOR WANDEN
EN DAKCONSTRUCTIES (BINNENZIJDE)

Technische specificaties

Omschrijving	resol hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, één zijde glasvlies, één zijde gesloten aluminium folie met daarop verlijmd 12,5 mm gipskartonplaat AK
Warmtegeleidingscoëfficiënt	Resolschuim λ_D -waarde 0,021 W/m·K (dikte < 45 mm) λ_D -waarde 0,020 W/m·K (dikte 45 - 120 mm) λ_D -waarde 0,021 W/m·K (dikte > 120 mm) λ_D -waarde 0,250 W/m·K (Gipskartonplaat)
Standaard plaatafmeting	2600 x 1200 mm
Verpakking	in folie



Prijzen

R_D -waarde (m ² ·K/W)	Productdikte* (mm)	Prijs (euro/m ²)	Aantal (platen/pak)	Inhoud (m ² /pak)	Verwachte levertijd (werkdagen)
1,00	20 / 12,5	19,50	12	37,44	10 - 15
2,55	50 / 12,5	35,20	12	37,44	10 - 15
3,55	70 / 12,5	39,95	10	31,20	10 - 15
4,05	80 / 12,5	42,65	8	24,96	10 - 15
5,05	100 / 12,5	46,90	7	21,84	10 - 15
6,05	120 / 12,5**	52,20	6	18,72	op aanvraag

* Productdikte = isolatiedikte + 12,5 mm gipskartonplaat

** Afmeting op aanvraag

- Andere diktes en afmetingen op aanvraag.
- Bel voor vragen gratis met 0800 - 54 64 776.

Selthaan® Megaplug SE

HOOG RENDEMENT ISOLATIE VOOR STALLEN,
 AGRARISCHE BEWAARPLAATSEN EN OPSLAGLOODSEN



Omschrijving

De **Kingspan Selthaan® Megaplug SE** is een PIR hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, aan de zichtzijde voorzien van wit stucco aluminium en aan de achterzijde blank stucco aluminium.

Toepassing

De plaat is bestemd voor het thermisch isoleren van stallen, agrarische bewaarplaatsen en opslagloodsen.

Standaard afmeting

De **Kingspan Selthaan® Megaplug SE** is op lengte leverbaar van 1200 tot 6500 mm en op aanvraag ook te verkrijgen met sponning of zaagsnede.

Technische gegevens

Eigenschap	Waarde
Euroklasse (NEN EN 13501-1)	C-s2, d0 (naakt product) B-s2, d0 (in applicatie)
Densiteit	min. 30 kg/m ³
Druksterkte bij 10% vervorming (NEN EN 826)	≥ 150 kPa
Gesloten cellen	min. 90%
Temperatuurbestendigheid PIR	Korte duur: max. +250°C Lange duur: -30°C tot +90°C

Thermische eigenschappen

Warmtegeleidingscoëfficiënt

λ_D -waarde (W/m·K) (NEN EN 13165)
0,024

Warmteweerstand

Isolatie-dikte (mm)	R _D -waarde (m ² ·K/W)
25	0,95
30	1,25
40	1,65
50	2,05
60	2,50
70	2,90

Voorbeeld detailtekening



Certificering

Alle producten in het **Kingspan Selthaan®** assortiment worden geproduceerd onder de hoogst mogelijke kwaliteitseisen en zijn voorzien van CE-markering. De **Kingspan Selthaan® Megaplug SE** beschikt tevens over een ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring.

- CE-markering
- ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring

Selthaan® Megaplug SE

HOOG RENDEMENT ISOLATIE VOOR STALLEN,
AGRARISCHE BEWAARPLAATSEN EN OPSLAGLOODSEN

Technische specificaties

Omschrijving	PIR hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, aan de zichtzijde wit stucco aluminium en aan de andere zijde blank stucco aluminium.
Euro brandklasse	C-s2, d0 (naakt product) B-s2, d0 (in applicatie)
Warmtegeleidingscoëfficiënt	λ_D -waarde 0,024 W/m·K
Standaard plaatafmeting	30-60 mm: 5000 x 1200 mm op lengte leverbaar van 1200 tot 6500 mm
Randafwerking	standaard met rechte kanten, andere randafwerkingen op aanvraag.



Prijzen

R_D -waarde (m ² ·K/W)	Isolatie dikte (mm)	Prijs (euro/m ²)	Voorraad
0,95	25	op aanvraag	nee
1,25	30	28,30	ja
1,65	40	32,70	ja
2,05	50	37,70	ja
2,50	60	42,70	ja
2,90	70	47,20	nee

- Andere diktes en afmetingen op aanvraag.
- Bij voorraad nee: voor minimale afnamehoeveelheden en levertijden, neem contact op via 0800 - 54 64 776.

Selthaan® Megaplug HD

HOOG RENDEMENT ISOLATIE VOOR STALLEN,
 AGRARISCHE BEWAARPLAATSEN EN OPSLAGLOODSEN



Omschrijving

De *Kingspan Selthaan®* Megaplug HD is een PIR hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, aan twee zijden voorzien van een extra sterk wit stucco aluminium.

Toepassing

De plaat is bestemd voor het thermisch isoleren van stallen, agrarische bewaarplaatsen en opslagloodsen.

Standaard afmeting

De *Kingspan Selthaan®* Megaplug HD is op lengte leverbaar van 1200 tot 6500 mm en op aanvraag ook te verkrijgen met sponning of zaagsnede.

Technische gegevens

Eigenschap	Waarde
Euroklasse	C-s2, d0 (naakt product)
(NEN EN 13501-1)	B-s2, d0 (in applicatie)
Densiteit	min. 30 kg/m ³
Druksterkte bij 10% vervorming	≥ 150 kPa
(NEN EN 826)	
Gesloten cellen	min. 90%
Temperatuurbestendigheid	Korte duur: max. +250°C
PIR	Lange duur: -30°C tot +90°C

Thermische eigenschappen

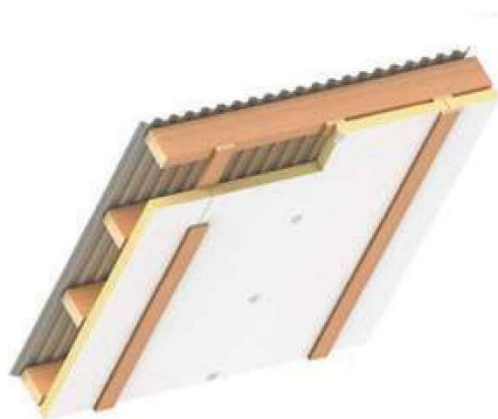
Warmtegeleidingscoëfficiënt

λ_D -waarde (W/m·K) (NEN EN 13165)
0,024

Warmteweerstand

Isolatie-dikte (mm)	R _D -waarde (m ² ·K/W)
30	1,25
40	1,65
50	2,05
60	2,50
70	2,90
80	3,30

Voorbeeld detailtekening



Certificering

Alle producten in het *Kingspan Selthaan®* assortiment worden geproduceerd onder de hoogst mogelijke kwaliteitseisen en zijn voorzien van CE-markering. De *Kingspan Selthaan®* Megaplug HD beschikt tevens over een ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring.

- CE-markering
- ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring

Selthaan® Megaplug HD

HOOG RENDEMENT ISOLATIE VOOR STALLEN,
AGRARISCHE BEWAARPLAATSEN EN OPSLAGLOODSEN

Technische specificaties

Omschrijving	PIR hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, aan twee zijden voorzien van een extra sterk wit stucco aluminium.
Euro brandklasse	C-s2, d0 (naakt product) B-s2, d0 (in applicatie)
Warmtegeleidingscoëfficiënt	λ_{10} -waarde 0,024 W/m-K
Standaard plaatafmeting	op lengte leverbaar van 1200 tot 6500 mm
Randafwerking	standaard met rechte kanten, andere randafwerkingen op aanvraag.



Prijzen

R_g -waarde (m ² ·K/W)	Isolatiedikte (mm)	Prijs (euro/m ²)	Voorraad
1,25	30	35,05	nee
1,65	40	40,15	nee
2,05	50	45,50	nee
2,50	60	48,15	nee
3,30	80	67,40	nee

- Andere diktes en afmetingen op aanvraag.
- Bij voorraad nee: voor minimale afnamehoeveelheden en levertijden, neem contact op via 0800 - 54 64 776.

Selthaan® Megaplug B

HOOG RENDEMENT ISOLATIE VOOR STALLEN,
 AGRARISCHE BEWAARPLAATSEN EN OPSLAGLOODSEN



Omschrijving

De **Kingspan Selthaan® Megaplug B** is een PIR hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, aan de zichtzijde voorzien van wit stucco aluminium en aan de achterzijde blank stucco aluminium. De plaat beschikt over de unieke Europese brandklasse B.

Toepassing

De plaat is bestemd voor het thermisch isoleren van stallen, agrarische bewaarplaatsen en opslagloodsen, waarbij zeer hoge eisen gesteld worden aan de brandveiligheid van het pand.

Standaard afmeting

De **Kingspan Selthaan® Megaplug B** is standaard verkrijgbaar met rechte kanten. De platen zijn op lengte leverbaar van 1200 tot 6500 mm en op aanvraag ook te verkrijgen met sponning of zaagsnede.

Technische gegevens

Eigenschap	Waarde
Euroklasse (NEN EN 13501-1)	B-s2, d0 (naakt product)
Densiteit	min. 30 kg/m ³
Druksterkte bij 10% vervorming (NEN EN 826)	≥ 150 kPa
Gesloten cellen	min. 90%
Temperatuurbestendigheid PIR	Korte duur: max. +250°C Lange duur: -30°C tot +90°C

Thermische eigenschappen

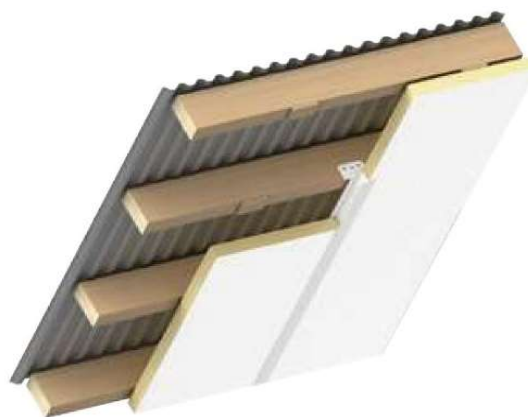
Warmtegeleidingscoëfficiënt

λ_D -waarde (W/m·K) (NEN EN 13165)
0,023

Warmteweerstand

Isolatie-dikte (mm)	R _D -waarde (m ² ·K/W)
30	1,30
40	1,70
50	2,15
60	2,60
80	3,45

Voorbeeld detailtekening



Certificering

Alle producten in het **Kingspan Selthaan®** assortiment worden geproduceerd onder de hoogst mogelijke kwaliteitseisen en zijn voorzien van CE-markering. De **Kingspan Selthaan® Megaplug B** beschikt tevens over een ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring.

- CE-markering
- ISSO gecontroleerde kwaliteitsverklaring

Selthaan® Megaplug B

HOOG RENDEMENT ISOLATIE VOOR STALLEN,
AGRARISCHE BEWAARPLAATSEN EN OPSLAGLOODSEN

Technische specificaties

Omschrijving	PIR hardschuim isolatieplaat met vezelvrije kern, aan de zichtzijde wit stucco aluminium en aan de andere zijde blank stucco aluminium.
Euro brandklasse	B-s2, d0 (naakt product)
Warmtegeleidingscoëfficiënt	λ_d -waarde 0,023 W/m·K
Standaard plaatafmeting	40-60 mm: 5000 x 1200 mm op lengte leverbaar van 1200 tot 6500 mm
Randafwerking	standaard met rechte kanten, andere randafwerkingen op aanvraag.



Prijzen

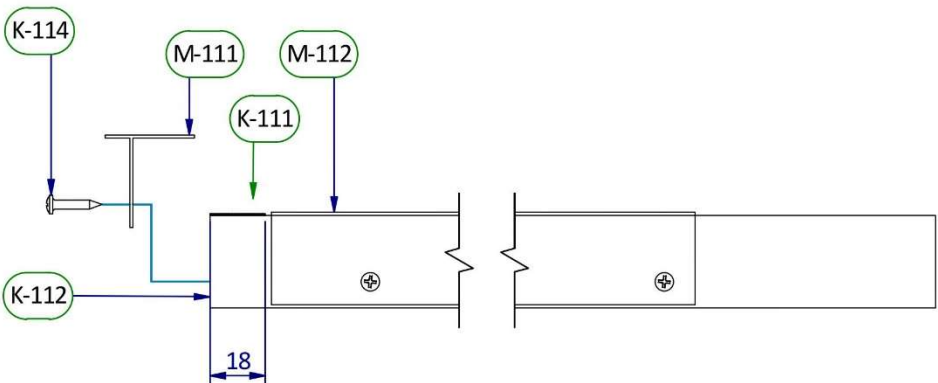
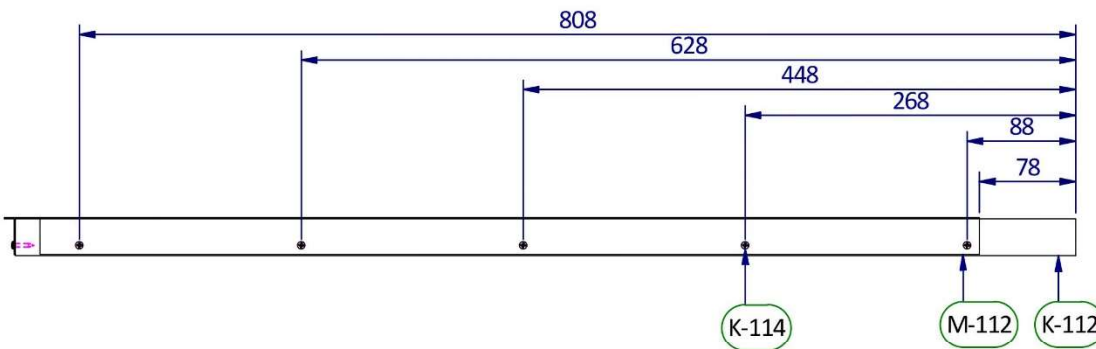
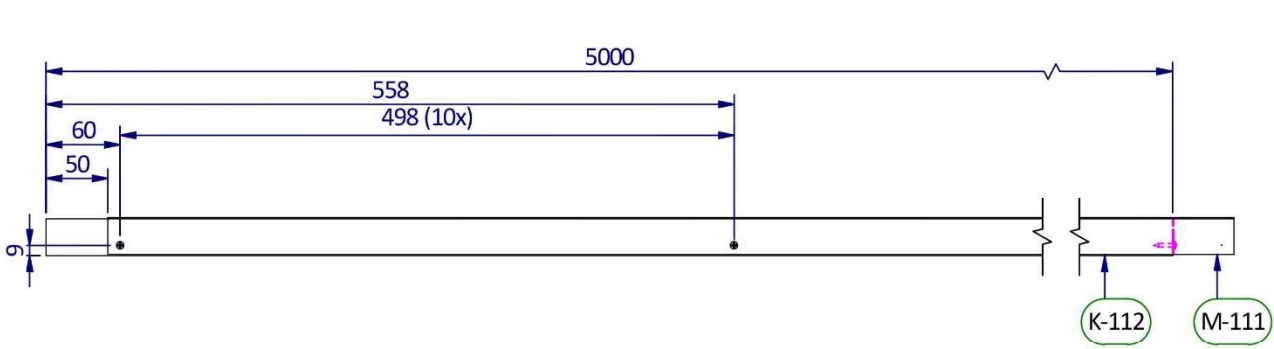
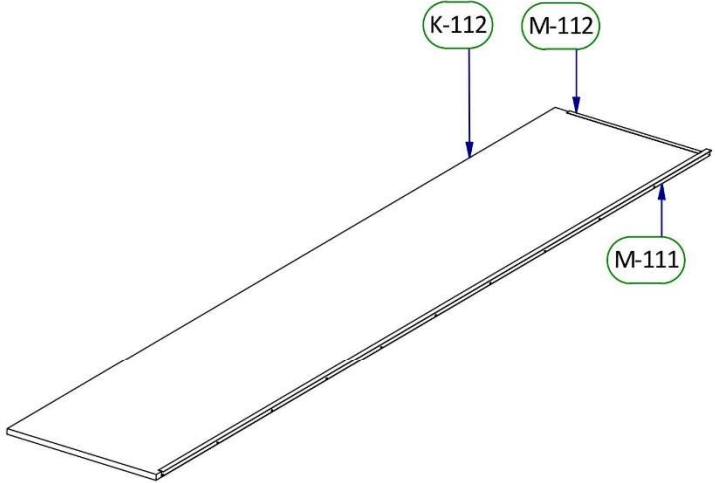
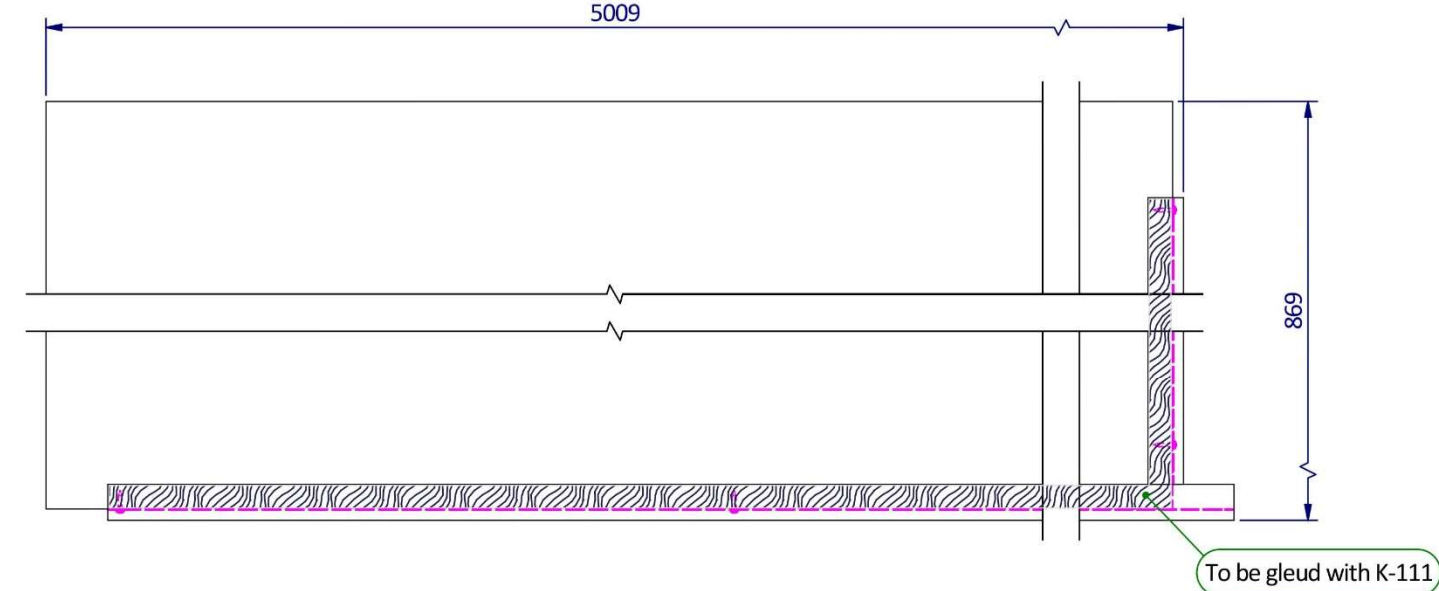
R_d -waarde (m ² ·K/W)	Isolatiedikte (mm)	Prijs (euro/m ²)	Voorraad
1,30	30	32,50	nee
1,70	40	36,80	nee
2,15	50	41,55	nee
2,60	60	46,55	nee

- Andere diktes en afmetingen op aanvraag.
- Bij voorraad nee: voor minimale afnamehoeveelheden en levertijden, neem contact op via 0800 - 54 64 776.

Bijlage IX. Assemblagetekening isolatiepaneel

Pay attention - when using the glue (part number K-111) make sure that the environment temperature is between the + 5°C and + 30°C. For further use please look at the user manual

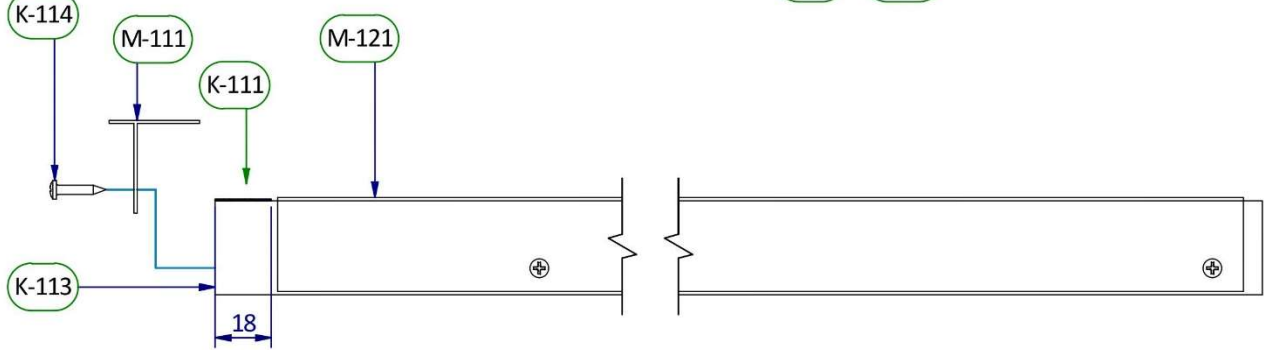
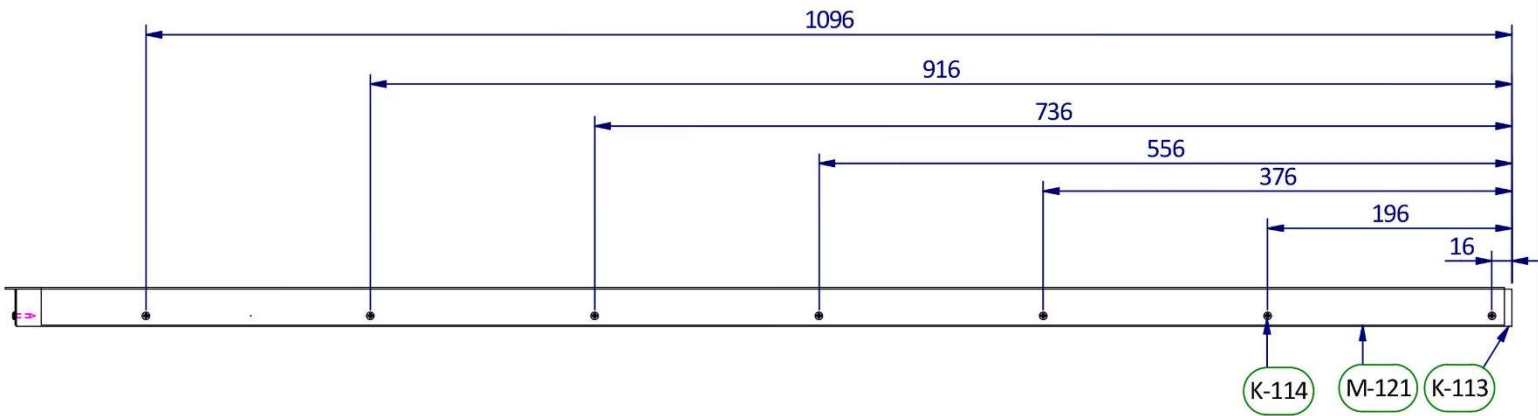
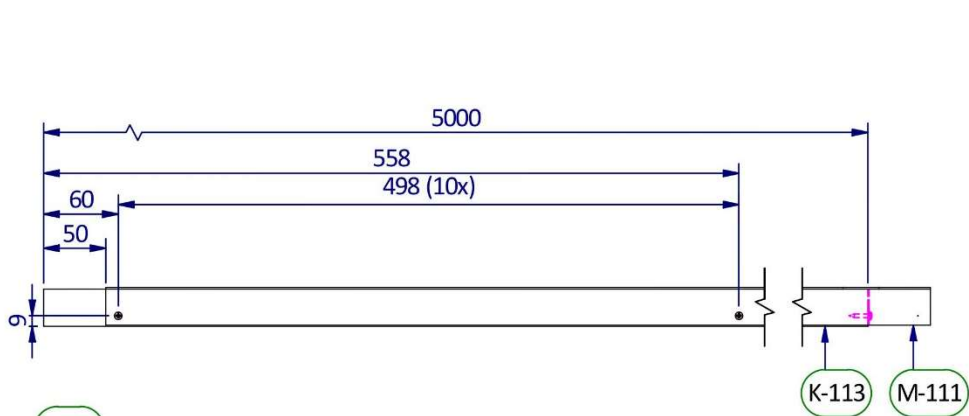
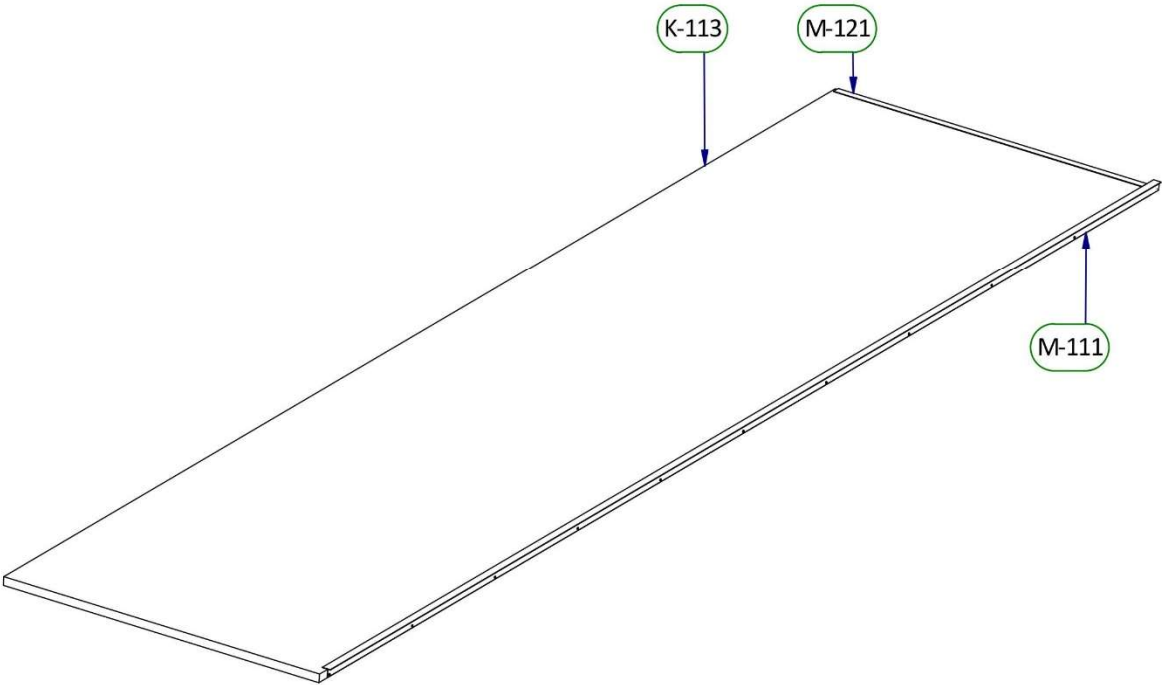
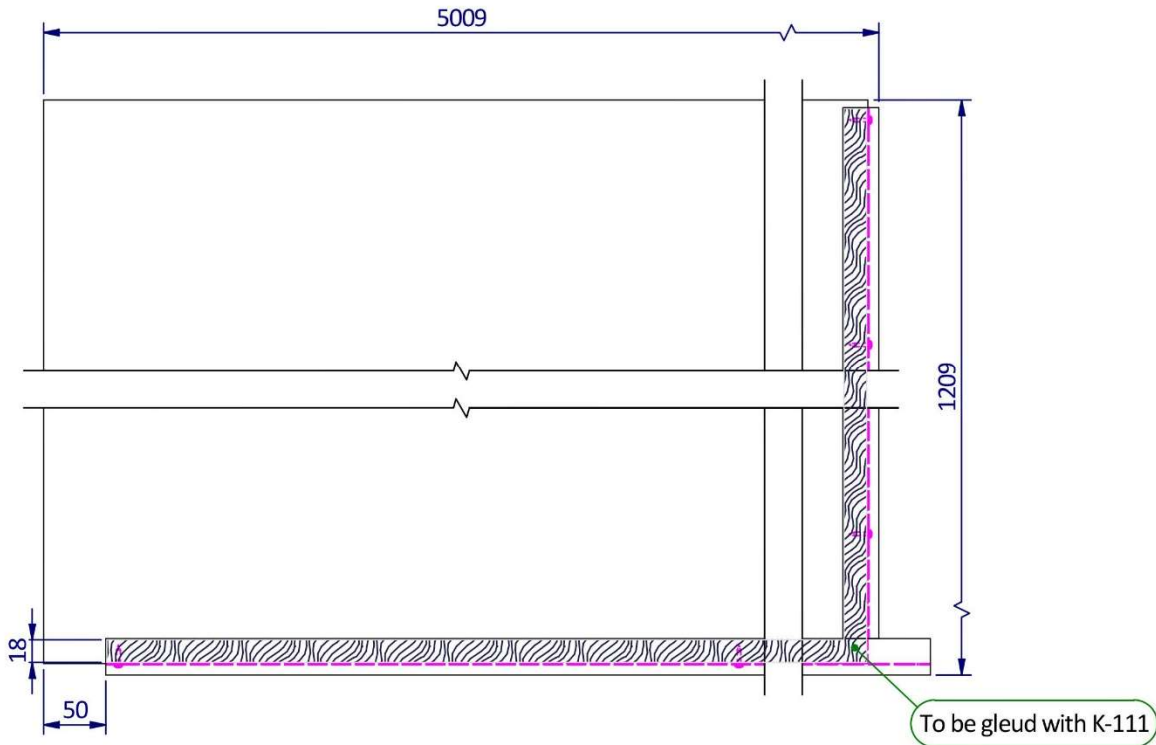
Parts List				
QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION	SIZE	REV.
1	K-111	Montagelijm	Zwaluw High Tack	A
1	K-112	Kingspan Selthaan Megaplast B	L = 5000 mm - 860 x 30 mm	A
15	K-114	Chipboard screw	Ø3 x 16 mm	A
1	M-111	T-profiel - isolatiepaneel	L = 5000 mm - 30 x 29 x 1 mm	A
1	M-112	T-profiel - isolatiepaneel	L = 762 mm - 30 x 29 x 1 mm	A



PART NAME:		MATERIAL:	
DESCRIPTION:		SIZE:	
Isolatiepaneel		L = 5009 mm - 869 x 31 mm	
GENERAL TOLERANCES MACHINED SURFACES ARE STANDARD TO ISO 2768 - m K ALL EDGES TO BE CHAMFERED 0,5x45°		FINISH: None	
PROJECT NUMBER:		DATE:	
Afstudeerproject - isolerend dek		28-11-2019	
DRAWING NUMBER:		NETT WEIGHT:	
A-110		4,23 kg	
DRAWN:		SHEET:	
DR		1 of 2	
STATE:		SCALE:	
Concept		1 : 5	
		SIZE:	
		A3	
		REV.:	
		A	

Pay attention - when using the glue (part number K-111) make sure that the environment temperature is between the + 5°C and + 30°C. For further use please look at the user manual

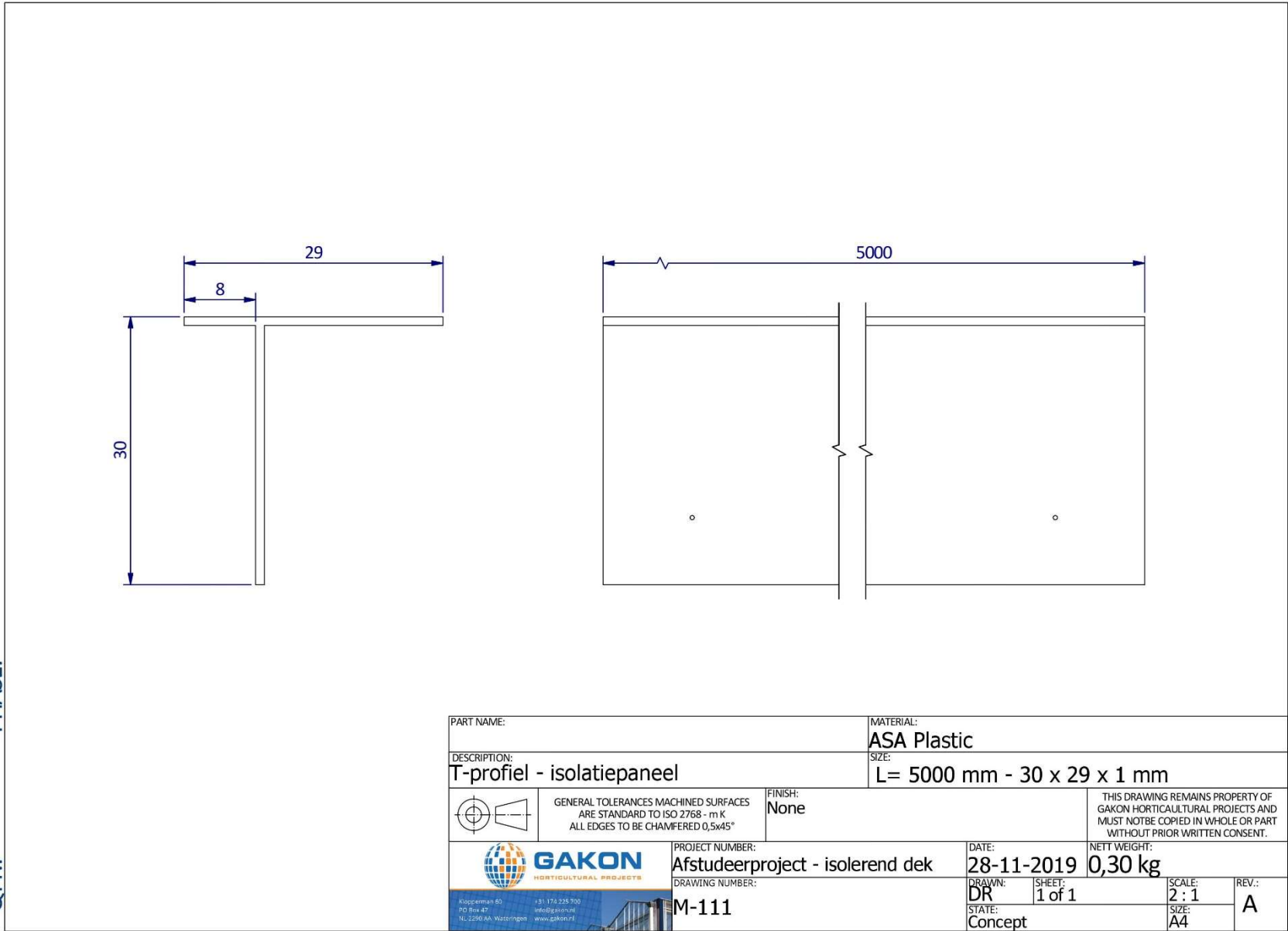
Parts List				
QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION	SIZE	REV.
1	K-111	Montagelijm	Zwaluw High Tack	A
1	K-113	Kingspan Selthaan Megaplus B	L = 5000 mm - 1200 x 30 mm	A
17	K-114	Chipboard screw	Ø3 x 16 mm	A
1	M-111	T-profiel - isolatiepaneel	L= 5000 mm - 30 x 29 x 1 mm	A
1	M-121	T-profiel - isolatiepaneel	L = 1174 mm - 30 x 29 x 1 mm	A

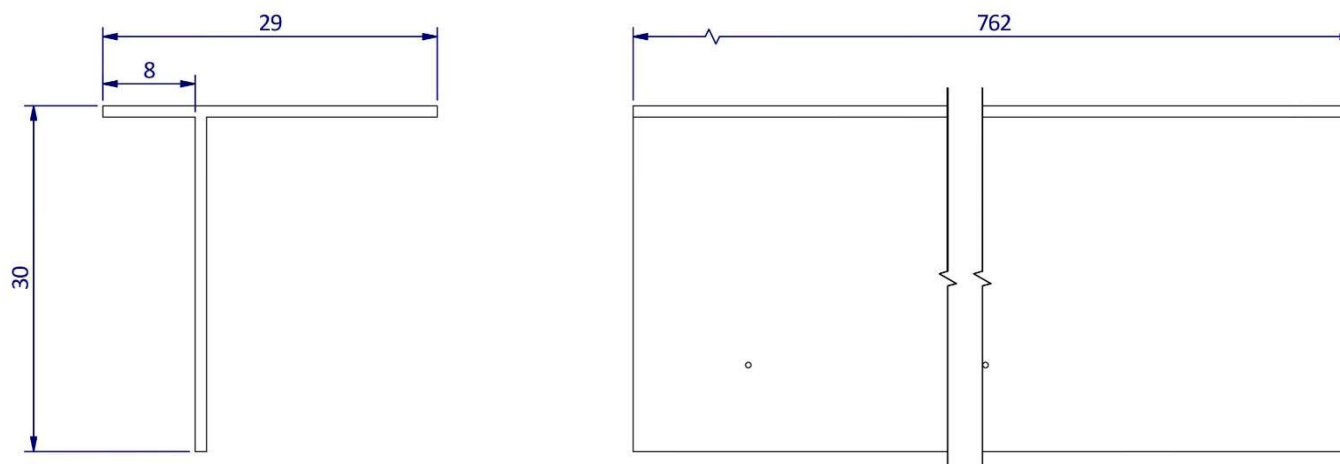


PART NAME:		MATERIAL:	
DESCRIPTION:		SIZE:	
Isolatiepaneel		L = 5009 mm - 1209 x 31 mm	
GENERAL TOLERANCES MACHINED SURFACES ARE STANDARD TO ISO 2768 - m K ALL EDGES TO BE CHAMFERED 0,5x45°		FINISH: None	
PROJECT NUMBER:		DATE:	
Afstudeerproject - isolerend dek		28-11-2019	
DRAWING NUMBER:		NETT WEIGHT:	
A-120		5,79 kg	
DRAWN:		SHEET:	
DR		1 of 1	
STATE:		SCALE:	
Concept		1 : 5	
		SIZE:	
		A3	
		REV.:	
		A	

PHASE:
QTY.:

Bijlage X. Productietekening T-profiel





PHASE:

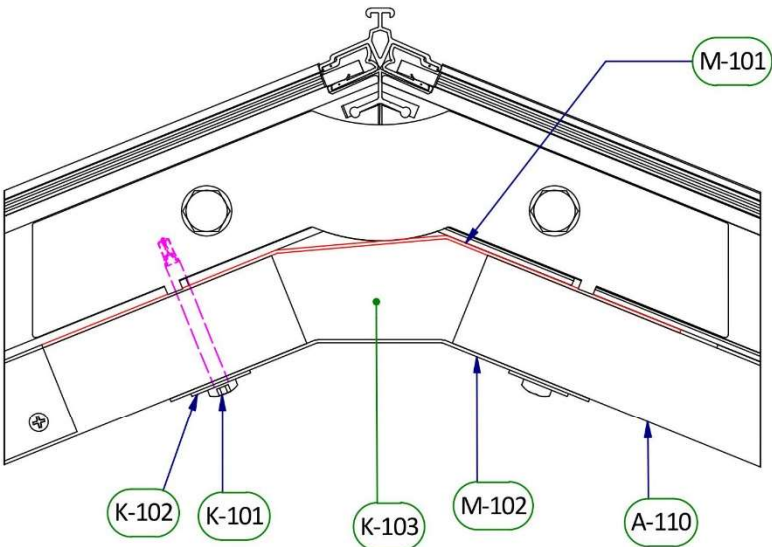
QTY.:

PART NAME:		MATERIAL:	
		ASA Plastic	
DESCRIPTION:		SIZE:	
T-profiel - isolatiepaneel		L = 762 mm - 30 x 29 x 1 mm	
	GENERAL TOLERANCES MACHINED SURFACES ARE STANDARD TO ISO 2768 - m K ALL EDGES TO BE CHAMFERED 0,5x45°	FINISH: None	THIS DRAWING REMAINS PROPERTY OF GAKON HORTICULTURAL PROJECTS AND MUST NOT BE COPIED IN WHOLE OR PART WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT.
	PROJECT NUMBER:		DATE:
	Afstudeerproject - isolierend dek		28-11-2019
	DRAWING NUMBER:		NETT WEIGHT:
	M-112		0,05 kg
	DRAWN:	SHEET:	SCALE:
	DR	1 of 1	2 : 1
	STATE:	SIZE:	REV.:
	Concept	A4	A

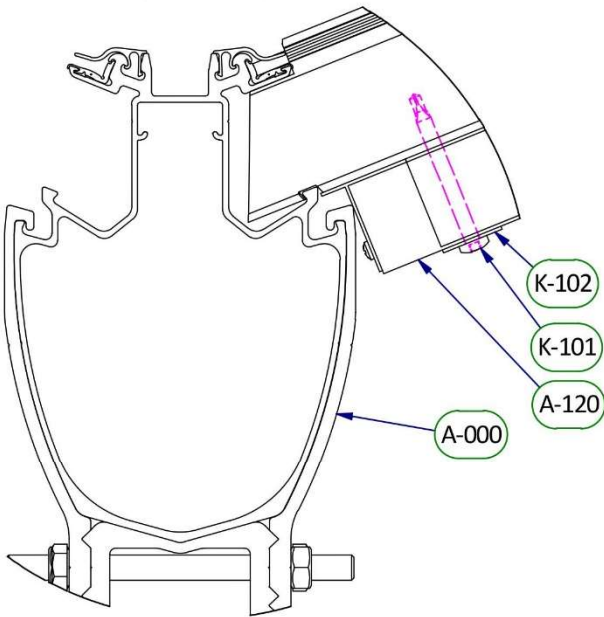
Bijlage XI.

Assemblagetekening isolerend dek

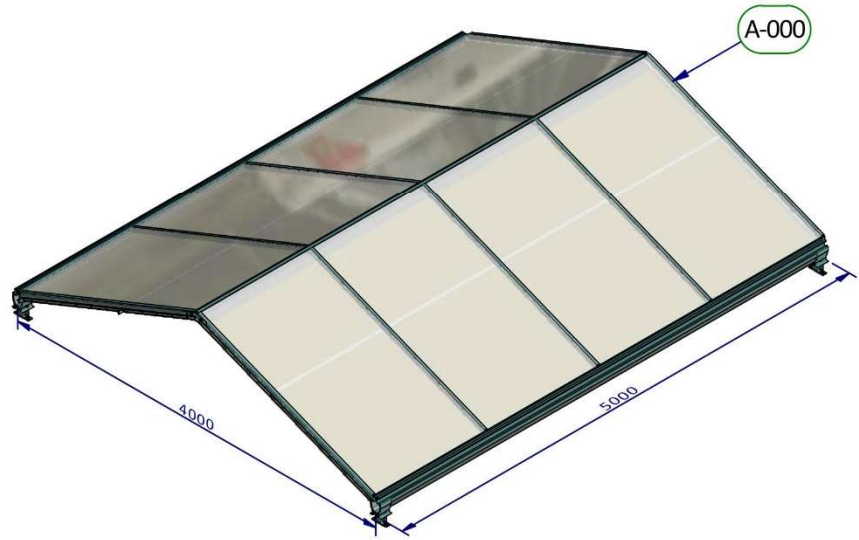
A (1:2)



B (1:2)

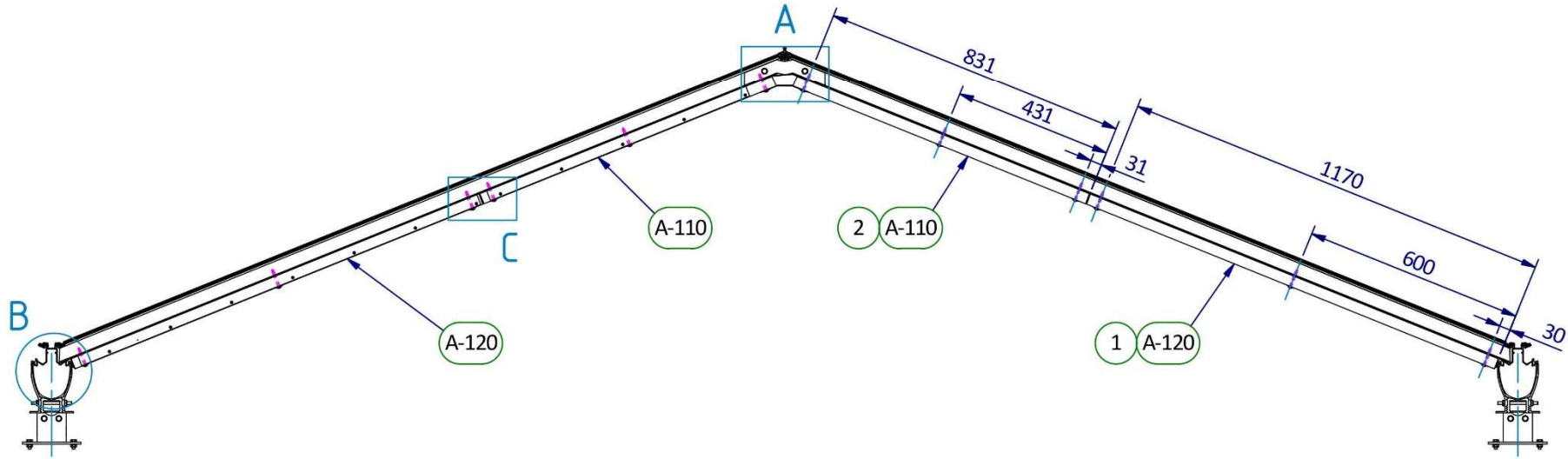
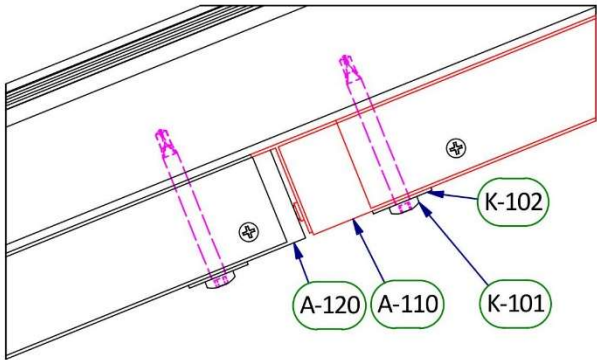


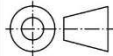
Parts List				
QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION	SIZE	REV.
2	A-110	Isolatiepaneel	L = 5009 mm - 869 x 31 mm	A
2	A-120	Isolatiepaneel	L = 5009 mm - 1209 x 31 mm	A
1	A-000	Glasdek	L = 5000 mm - 4000 mm	A
48	K-101	self tapping screw (BoorParker)	L = 50 mm - Ø4.2 mm	A
48	K-102	Ring M5	Ø15 mm	A
1	K-103	Montage- en isolatieschuim	Zwaluw Purfoam-2C B2	A
1	M-101	Condensprofiel - Nok (Top)	L = 5000 mm - 201 x 36 x 1 mm	A
1	M-102	Condensprofiel - Nok (Bottom)	L = 5000 mm - 132 x 19 x 1 mm	A



Pay attention - when using the isolation foam (part number K-103) make sure that you read the usermanual. Isolation foam has extremely strong expansion force, by using this wrong injuries can occur.

C (1:2)

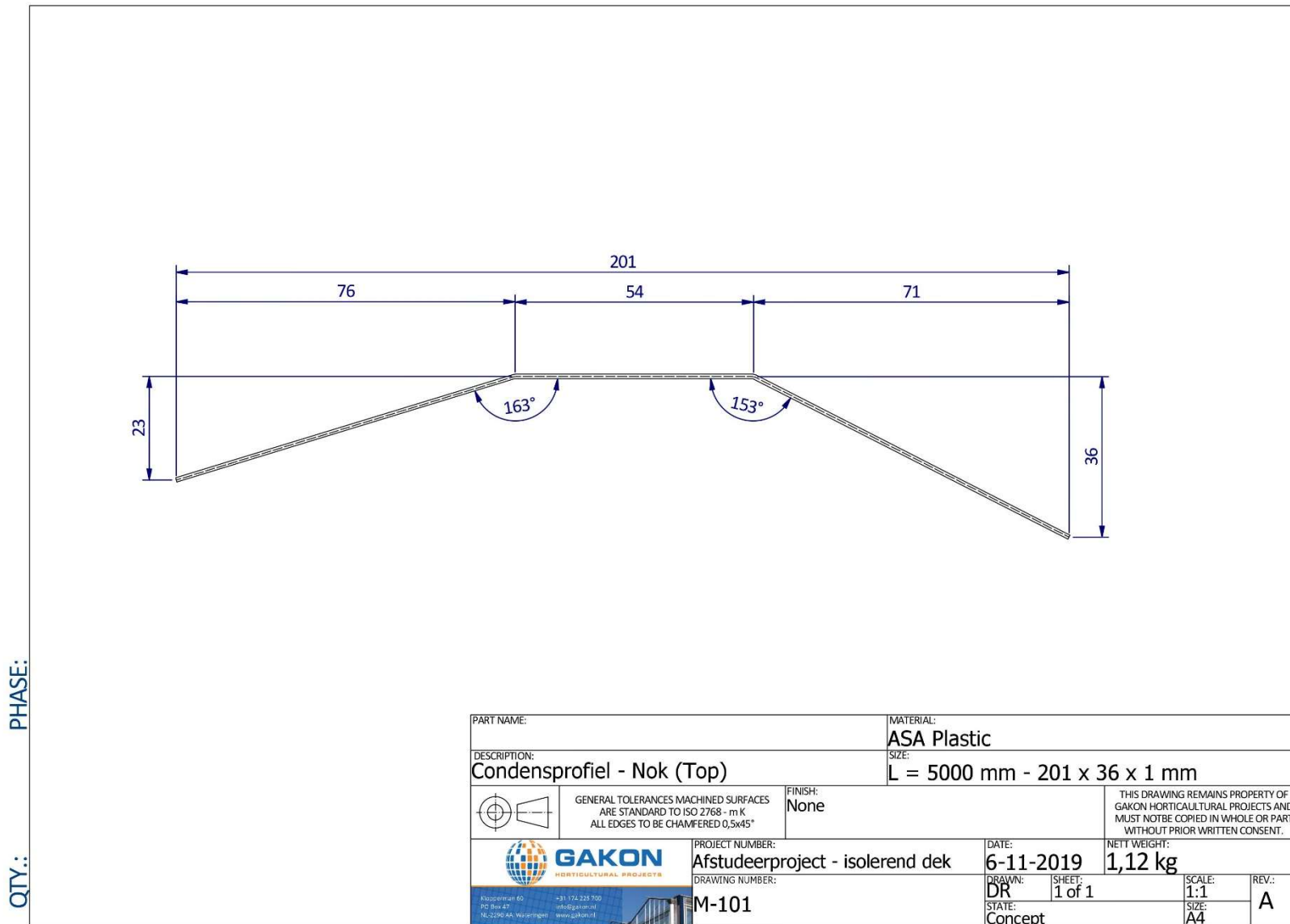


PART NAME:		MATERIAL:	
DESCRIPTION:		SIZE:	
Isolerend dek		L = 5000 mm - 4000 mm	
		FINISH: None	
GENERAL TOLERANCES MACHINED SURFACES ARE STANDARD TO ISO 2768 - m K ALL EDGES TO BE CHAMFERED 0,5x45°		THIS DRAWING REMAINS PROPERTY OF GAKON HORTICULTURAL PROJECTS AND MUST NOT BE COPIED IN WHOLE OR PART WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT.	
PROJECT NUMBER:		DATE:	NETT WEIGHT:
Afstudeerproject - isolerend dek		2-12-2019	268,37 kg
DRAWING NUMBER:		DRAWN:	SHEET:
A-100		DR	1 of 2
		STATE:	SCALE:
		Concept	1:15
			SIZE:
			A3
			REV.:
			A

PHASE:

QTY.:

Bijlage XII. Productietekening condensprofiel nok (top)



Bijlage XIII. Productietekening condensprofiel nok (bottom)

