



Vergelijkende tests van Aluthermo Quattro ® vs glaswol in een gesimuleerde dakomgeving.

Technish contact

Thibault Boulanger
ELIOSYS sa
Boulevard de Colonster, 4 B56
4000 Liège – Belgique
+32 498 91 93 52
thibault.boulanger@eliosys.eu

Facturatiecontact

Julien Thiry
ELIOSYS sa
Boulevard de Colonster, 4 B56
4000 Liège – Belgique
+32 497 54 39 38
julien.thiry@eliosys.eu

INHOUDSTAFEL**RAPPORT NR: ALUTHERMO_Rapport_20140115.docx**

INLEIDING.....	3
OMSCHRIJVING VAN ISOLERENDE MATERIALEN.....	3
OPZET VAN DE TEST.....	4
STRUCTUUR VAN DE CONSTRUCTIE.....	4
THERMOKOPPELS.....	5
VERWARMINGSSYSTEEM.....	6
DAQ SYSTEEM	7
Temperaturen.....	7
Elektrische waarden.....	7
ISOLATIETECHNIEKEN	8
Glaswol.....	8
Aluthermo Quattro ®	8
RESULTATEN.....	10
BESLUITEN.....	12

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

2 / 12

INLEIDING

Het doel van de test was het vergelijken van de thermische isolatie-eigenschappen van Aluthermo Quattro® thermisch-reflecterende isolatie t.o.v. een isolatie in 200mm minerale glaswol ($\lambda = 0,04 \text{ W/m.K}$).

Om dit te bewerkstelligen, werd een op maat gefabriceerde behuizing gemaakt, die een dak voorstelde. Deze werd afwisselend met beide materialen geïsoleerd. Het binnenvolume van de geïsoleerde structuur werd via een tweevoudige convectieverwarming op een constante temperatuur van 21°C gehouden, terwijl de gesimuleerde buitentemperatuur varieerde van -5°C tot 5°C, met verhogingen van telkens 5°C. Tegelijk werd de binnentemperatuur in kaart gebracht door het gebruik van thermokoppels, terwijl de energie die nodig was om de omgevingstemperatuur op 21°C te houden met een specifieke DAQ-uitrusting geregistreerd werd.

DEFINIERING VAN DE ISOLERENDE MATERIALEN

	Aluthermo Quattro®	Glaswol – $\lambda 0,04$
Structuur	Meerlagen thermoreflecterend	Homogeen, zonder dampscherm
Dikte	10 mm	200 mm (4x50mm)
Thermische geleiding $\lambda^{(1)}$	- W/(m*K)	0,040 W/(m*K)

(1) Bepaald door fabrikanten

Noot: beide materialen werden door Aluthermo SA voorzien.

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

3 / 12

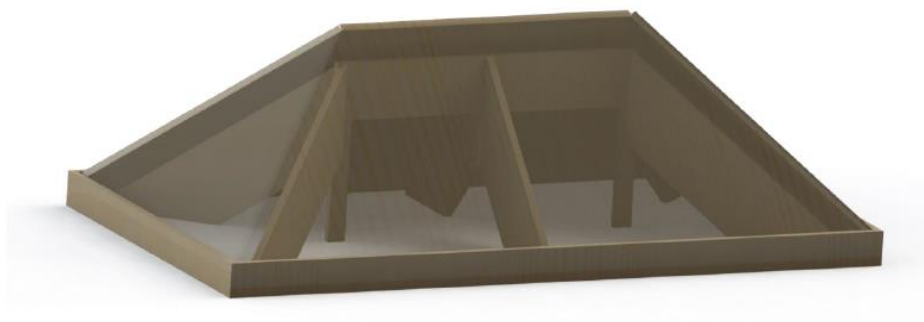
OPSTELLING VAN DE PROEF

Constructie van de structuur

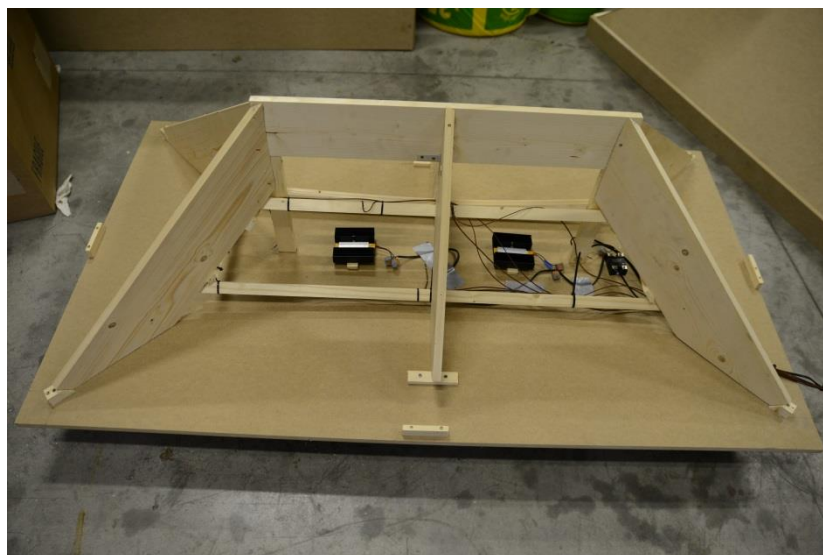
Een enkele behuizing werd gebouwd met het oog op het vergelijken van de prestaties van Aluthermo Quattro® tegenover 200mm dikke glaswolisolatie met een warmtegeleiding van 0,04 W/m.K. De structuur was gemaakt uit timmerhout op een houten plank van 18mm dik. Het geheel werd ondersteund door een 100mm dikke basis in polystyreen om warmteverlies via de bodem te vermijden.

De isolatiematerialen werden volgens de standaardprocedures aangebracht.

Nadat de isolatiematerialen werden aangebracht, werd de structuur met een namaakdak uit MDF-platen bedekt. Het ontwerp van deze bedekking liet een luchtlaag van 40 mm tussen de isolatiematerialen en de binnenwand van de dakconstructie toe.



Afbeelding 1 - CAD van de teststructuur



Afbeelding 2 – Houten basisstructuur en verwarmingssysteem

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

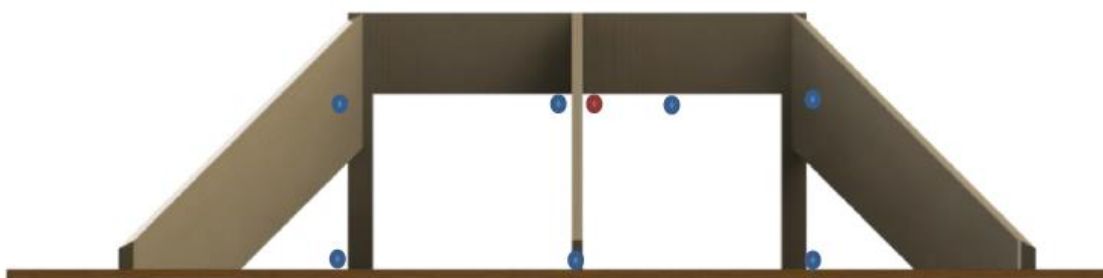
4 / 12

Thermokoppels

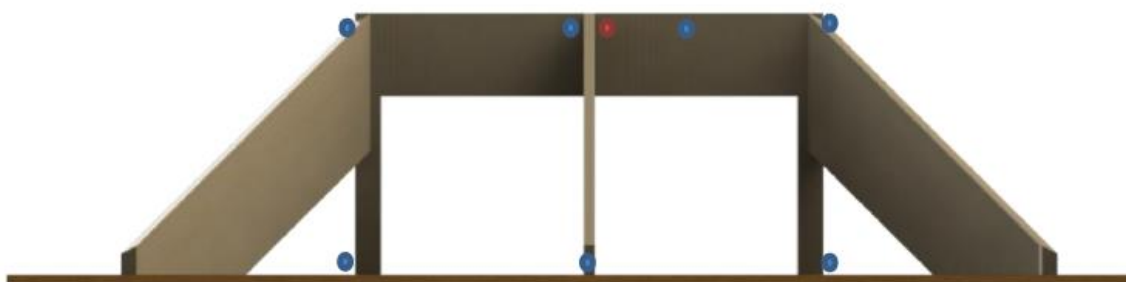
Een totaal van 7 thermokoppels werden aan de binnenzijde van de structuur op verschillende hoogtes en posities aangebracht. Het doel was de binnentemperatuurswisselingen en de mogelijke lagenvorming op accurate wijze te registreren. Een bijkomend thermokoppel (voorgesteld als een rode stip in de volgende afbeeldingen) werd als referentie voor de regelingseenheid voor het behoud van de binnentemperatuur van 21°C voorbehouden.

De structuur was zodanig ontworpen dat er een luchtlaag van ongeveer 40 mm behouden werd tussen het isolatiemateriaal en het namaakdak, zowel voor de glasvezelwol als voor de Aluthermo Quattro®. Dit brengt met zich mee dat beide materialen op een verschillende wijze werden gepositioneerd. De glaswol werd tussen de kepers geplaatst, terwijl de Aluthermo Quattro® er bovenop werd gelegd. Bijgevolg, nam het binnenvolume bij het gebruik van Aluthermo toe en de positie van de bovenste thermokoppels kwam eveneens hoger te liggen.

De buitentemperatuur werd gemeten en gereguleerd met een gekalibreerde klimaatkamer.



Afbeelding 3 - Posities van de thermokoppels voor glaswol $\lambda 0,04$ – vooraanzicht

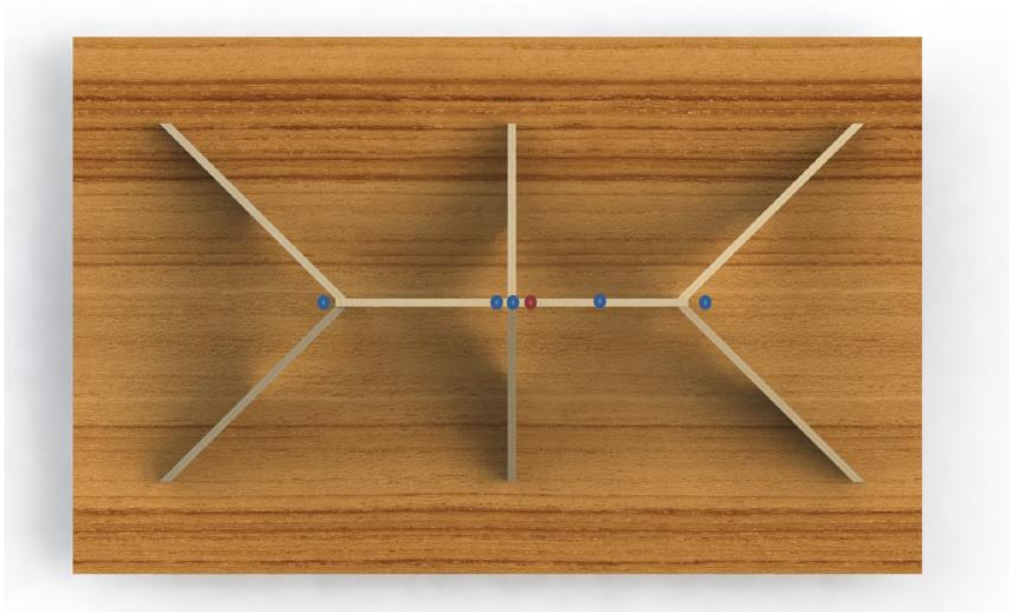


Afbeelding 4 - Posities van de thermokoppels voor Aluthermo - vooraanzicht

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

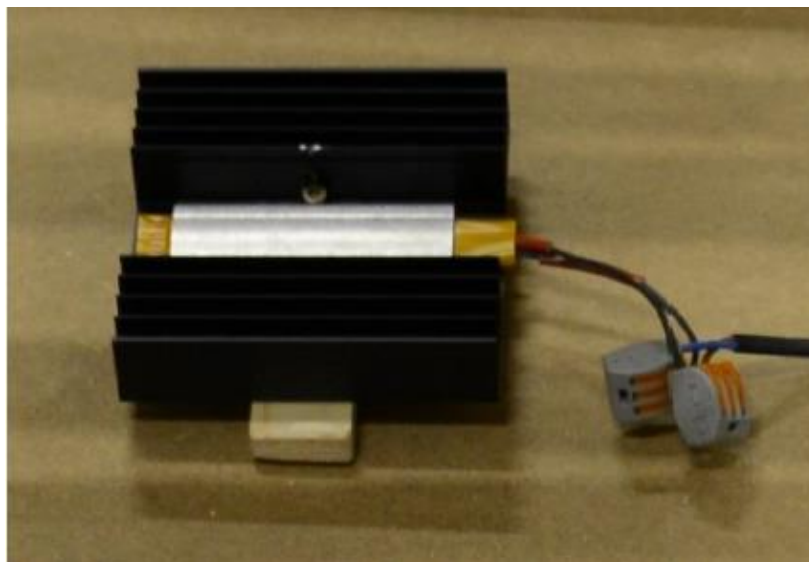
5 / 12



Afbeelding 5 - Posities van de thermokoppels – bovenaanzicht

Verwarmingssysteem

Het verwarmingssysteem bestaat uit twee elektrische weerstanden van 200W, elk aan zijn eigen warmteverspreider gekoppeld. Deze opzet geeft hoofdzakelijk convectiewarmte.



Afbeelding 6 - Verwarmingssysteem

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

6 / 12

DAQ System

Temperaturen

De temperaturen worden met gekalibreerde thermokoppels tot op een precisie van $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ gemeten. De verwerving en de opslag van de temperatuursignalen werden via een National Instruments systeem van een CompactDAQ en een hoge precisethermokoppelkaart uitgevoerd.



Afbeelding 7 –National Instruments CompactDAQ-systeem

Elektrische waarden

De volgende waarden werden gemeten en geëxporteerd door een energie monitoring systeem van Socomec Diris Ap met een frequentie van 5 Hz:

1. Spanning (accuraatheid 0,5%)
2. Stroom (accuraatheid 0,5%)
3. Sterkte (accuraatheid 1%)
4. Energie (klasse 1 volgens CEI 61036)



Afbeelding 8 - Energiebewakingssysteem

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

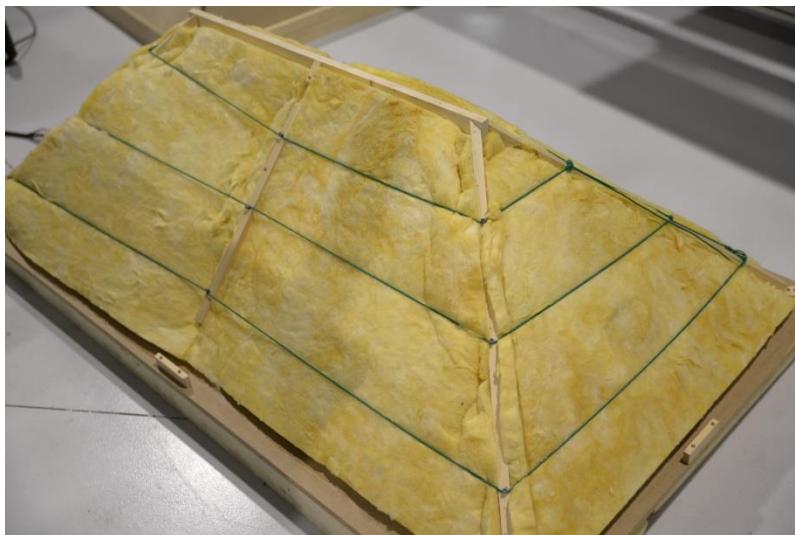
De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

7 / 12

Isolatietechnieken

Glaswol

De isolatie met glasvezelwol werd uitgevoerd door het plaatsen van vier lagen van 50mm dikke glaswol om een totale dikte van 200mm te bereiken. Daarbij werden touwen rond de structuur gebonden om de stabiliteit van de isolatie tijdens de testperiode te waarborgen.



Afbeelding 9 - Structuur geïsoleerd d.m.v. 4 lagen van 50mm glaswol $\lambda 0,04$

Aluthermo Quattro ®

De Aluthermo Quattro® werd aangebracht volgens de voorschriften van de fabrikant.(referentiedocument: Aluthermo® - Mise en oeuvre). Tussen andere criteria door, werd een overlappende afstand van minstens 100mm bewaard (top en zijdes, zie figuur 10).

Het isolatieblad werd aan de houten structuur vastgemaakt. De overlappende uiteinden werden met Aluthermo® aluminium tape behouden.

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

8 / 12



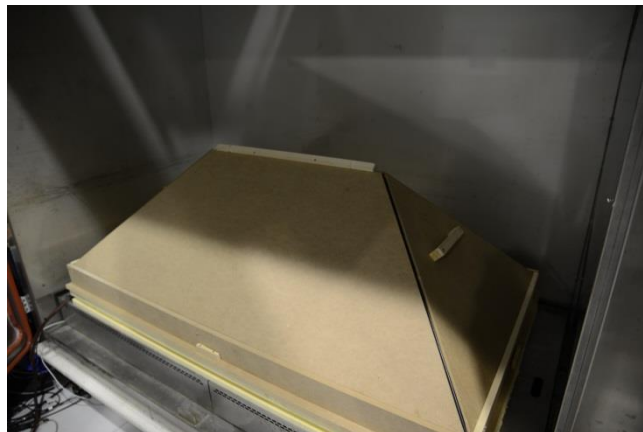
Afbeelding 10 – Isolatie d.m.v. Aluthermo Quattro®

Overlappingszones



Afbeelding 11 - Structuur geïsoleerd d.m.v. 1 laag Aluthermo Quattro®

Eens het isolatiemateriaal netjes werd aangebracht, werd de geïsoleerde structuur met het namaakdak bedekt en in een klimaatkamer klimaatkast geplaatst.



Afbeelding 12 – Geïsoleerde structuur bedekt met het namaakdak

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.
De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

9 / 12

RESULTATEN

Voorafgaande metingen hebben aangetoond dat er een vaste toestand werd bereikt na ongeveer 5 uur. Bijgevolg werd een stabilisatieperiode van minstens 8 uur in acht genomen alvorens de gegevens voor de berekeningen werden verzameld.

De bekomen resultaten doorheen de verschillende proeven worden in de onderstaande tabel voorgesteld. De gegevens worden gebruikt om de schijnbare warmte te berekenen die noodzakelijk is om een binnentemperatuur van 21°C te behouden. Hierbij werd rekening gehouden met verschillen zoals het volume van de binnenlucht en de waargenomen gemiddelde binnentemperatuur. De specifieke schijnbare warmte c werd berekend vanuit de vergelijking 1:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \quad \text{Vergelijking 1}$$

Waarbij c gelijk is aan de specifieke schijnbare warmte die nodig is om de binnentemperatuur van 21°C [kJ/kg°C] te behouden.

Q is de cumulatieve warmte-input van de verwarmers [kJ]

m is de luchtmassa [kg]

ΔT is de temperatuurgradiënt [°C]

Aangezien de temperatuur in de dakconstructie stijgt van de bodem naar de top, is de gemiddelde binnentemperatuur, voorgesteld in kolom 3, bereikt doorheen een integratieproces waarbij rekening wordt gehouden met de verandering in de temperatuurstijging enerzijds en het verminderend volume volgens de hoogte van het dak anderzijds.

De waarden, weergegeven in kolom 3 en 4 tonen aan dat er geen substantiële verschillen zijn tussen de gemiddelde binnentemperaturen bij respectievelijk Aluthermo® en glaswol bij -5°, 0 en 5°C.

De cumulatieve energie die tijdens de verwerving van de gegevens werd verbruikt, wordt weergegeven in kolom 5 (Wh) en 6 (J).

Een constante luchtdichtheid van 1,204 kg/m³ wordt gebruikt voor de lucht aan de binnenzijde van de structuur (kolom 7). Het volume aan lucht langs de binnenkant van de structuur wordt geschat in kolom 8. De hogere dikte van de glaswol en in vergelijking met Aluthermo Quattro® wijst op een kleiner luchtvolume in de proefstructuur. De hieruit voortvloeiende luchtmassa wordt in kolom 9 weergegeven.

De specifieke schijnbare warmte, c , berekend vanuit Vergelijking 1, wordt in kolom 10 weergegeven.

Het percentageverschil in specifieke warmte, weergegeven in kolom 11 wijst op het feit dat de prestatie van Aluthermo Quattro® 13% en 9% efficiënter is dan de glaswol bij respectievelijk -5°C en 0°C. Terwijl de test met de hoogste buitentemperatuur van 5°C, wordt deze trend omgekeerd en is de relatieve prestatie van Aluthermo Quattro® 8% lager dan die van glaswol.

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

10 / 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Beoogde buitentemperat uur	Gemiddelde binnentemper atuur 1	ΔT^3 [°C]	Energie- verbruik ² [Wh]	Energie- verbruik ² [J]	Lucht- dichtheid [kg/m ³]	Lucht- volume [m ³]	Lucht- massa [kg]	Specifieke schijnbare warmte c ³ [kJ/kg°C]	Relatieve prestatie [%] ⁴
Aluthermo Quattro ®	-5	14,5	19,5	1165,69	4196471	1,204	0,1948	0,2345	919	13%
	0	15,8	15,8	933,18	3359448	1,204	0,1948	0,2345	907	9%
	5	17,1	12,1	708,93	2552159	1,204	0,1948	0,2345	899	-8%
Glaswol λ0,04	-5	14,1	19,1	1165,69	4196471	1,204	0,0404	0,0486	1062	
	0	15,6	15,6	933,18	3359448	1,204	0,0404	0,0486	992	
	5	17,1	12,1	708,93	2552159	1,204	0,0404	0,0486	829	

- (1) de gemiddelde temperatuur wordt berekend al rekening houdend met de schommeling in volume en temperatuur in functie van de hoogte van de structuur
 (2) het energieverbruik wordt berekend na de stabilisatieperiode van 8 uur
 (3) verschil tussen "gemiddelde binnentemperatuur" en "buitentemperatuur" (kolom 3 - kolom 2)

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

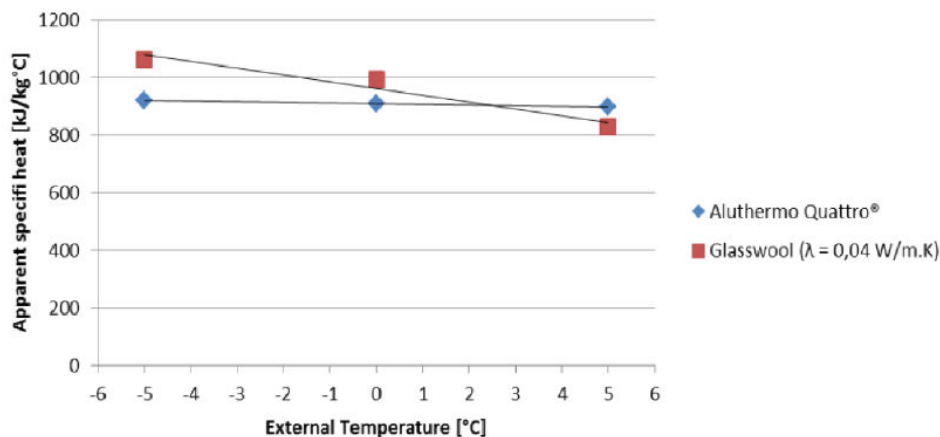
De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

11 / 12

BESLUITEN

Bij de temperatuursverandering van -5°C naar 5°C , is er, rekening houdend met het luchtvolume en de temperatuurgradiënten binnenin de behuizing, met de Aluthermo Quattro® minder warmte nodig om de beoogde temperatuur van 21°C te behouden. Bij de hoogste testtemperatuur van 5°C is de situatie omgekeerd. **Aluthermo Quattro® is 8% minder efficiënt dan de 200mm dikke glaswol bij $+5^{\circ}\text{C}$ maar, bij de koudere buitentemperaturen (0°C en -5°C) presteert Aluthermo Quattro® respectievelijk 9% en 13% beter.**

De specifieke schijnbare warmte die werd berekend voor de Aluthermo Quattro® bij -5°C , 0°C en 5°C duidt met minder dan 2% aan dat het isolatiemateriaal constant onevenredig met de verschillende temperaturen presteert. Er wordt een groter verschil waargenomen voor glaswol en dit met een maximum van 22%. Met andere woorden, **Aluthermo Quattro® vertoonde een consistente prestatie onder alle beoogde buitentemperaturen (-5 ; 0 ; $+5^{\circ}\text{C}$). Daarentegen was de prestatie van de 200mm dikke glaswol afwisselend doorheen de 3 testtemperaturen.** Dit resultaat kan eveneens op de volgende grafiek worden afgelezen.



Afbeelding 13 – de evolutie van de specifieke schijnbare warmte in vergelijking met de buitentemperaturen voor Aluthermo Quattro® en glaswol $\lambda 0,04$

Voor eensluidende vertaling vanuit het Engels
Martine Englebert – beëdigde vertaalster
Luik

Martine ENGLEBERT
Traductrice jurée
LIÈGE

Het testrapport kan niet worden overgenomen zonder de volle, schriftelijke toelating van ELIOSYS sa.

De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

12 / 12