



Vergelijkende tests van Aluthermo OPTIMA ® 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_20140117.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 Optima ®	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 Optima® 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 Optima®	Glaswol – $\lambda 0,04$
Structuur	Meerlagen thermoreflecterend	Homogeen, zonder dampscherm
Dikte	42 mm	200 mm (4x50mm)
Thermische geleiding $\lambda^{(1)}$	- W/(m*K)	0,040 W/(m*K)

(1) Bepaald door fabrikanten

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

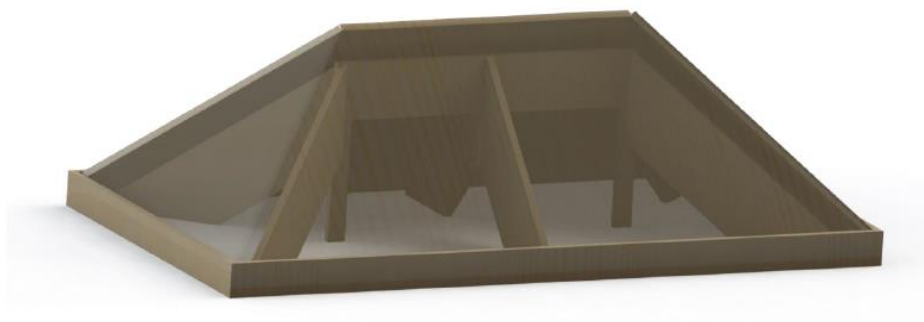
OPSTELLING VAN DE PROEF

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.

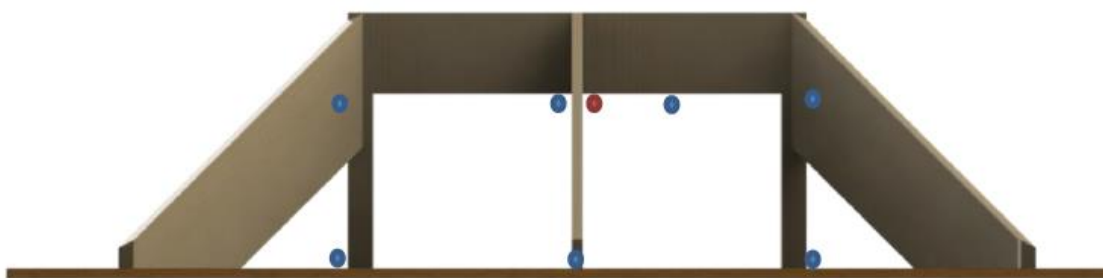
4 / 12

Thermokoppels

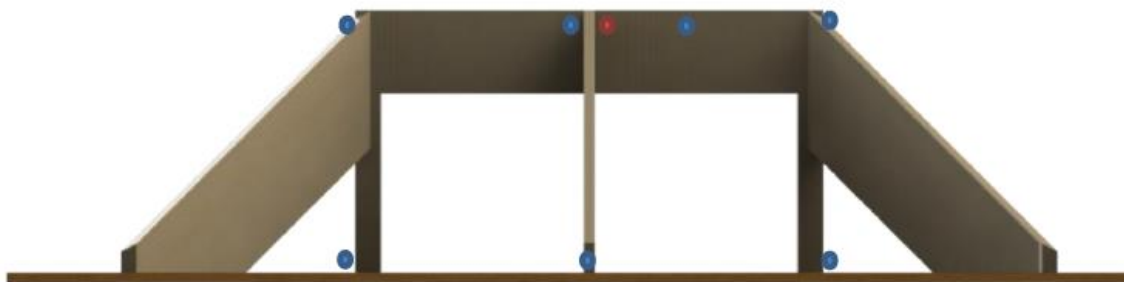
Een totaal van 7 thermokoppels werden aan de binnenzijde van de structuur op verschillende hoogtes en posities aangebracht. Het doel was de binnentemperatuurswisselingen en de mogelijke lagenvorming op accurate wijze te registreren. Een bijkomend thermokoppel (voorgesteld als een rode stip in de volgende 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 glaswol als voor de Aluthermo Optima®. Dit brengt met zich mee dat beide materialen op een verschillende wijze werden gepositioneerd. De glaswol werd tussen de kepers geplaatst, terwijl de Aluthermo Optima® 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

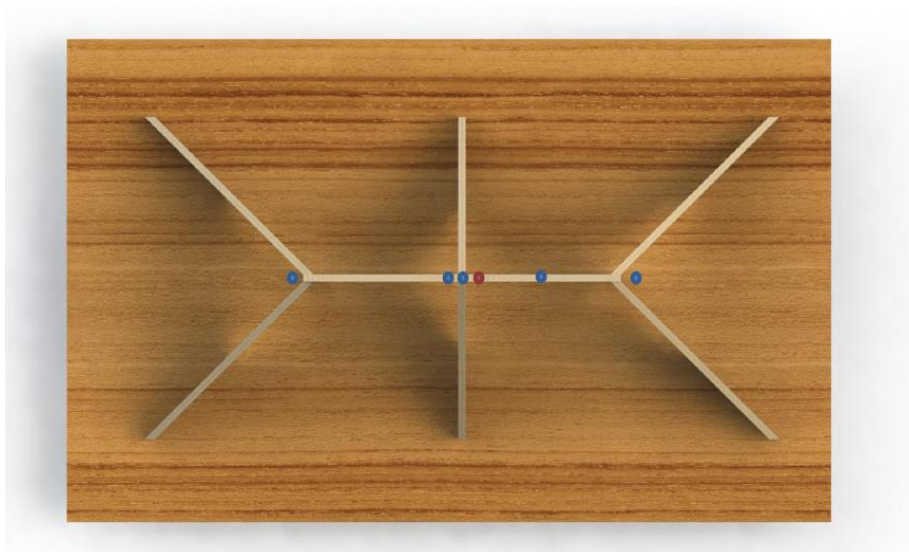


Afbeelding 4 - Posities van de thermokoppels voor Aluthermo Optima® - vooraanzicht

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.

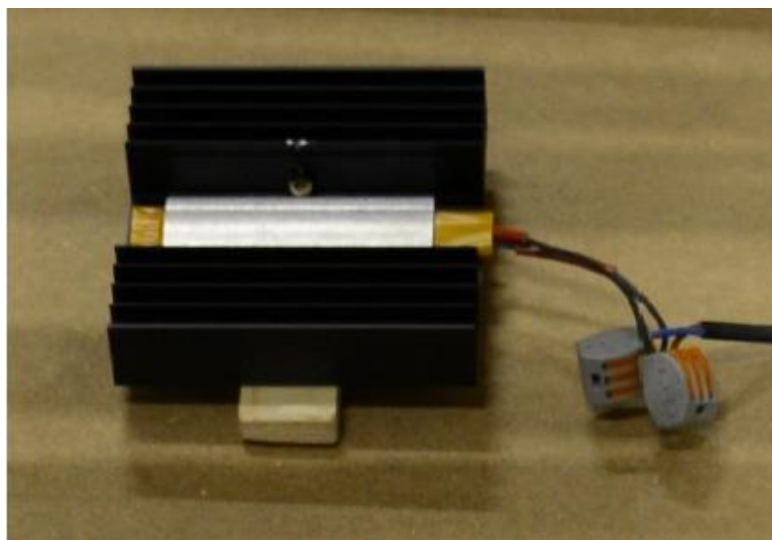
5 / 12



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 precisie thermokoppelkaart 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.

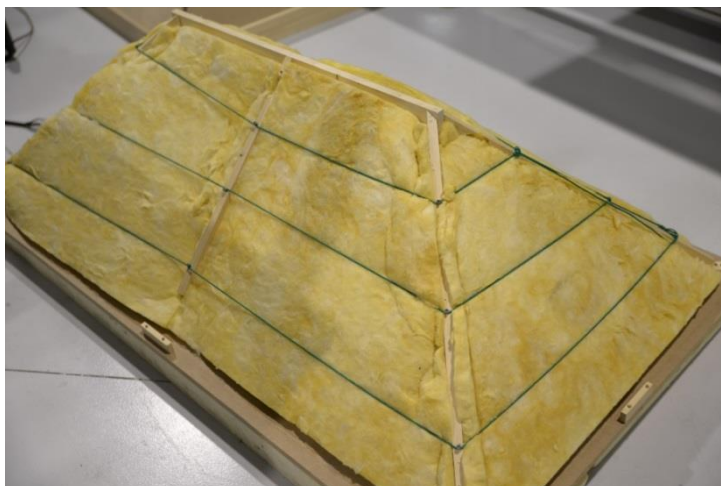
De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

7 / 12

Isolatie technieken

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 Optima®

De Aluthermo Optima® werd aangebracht volgens de voorschriften van de fabrikant. 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.



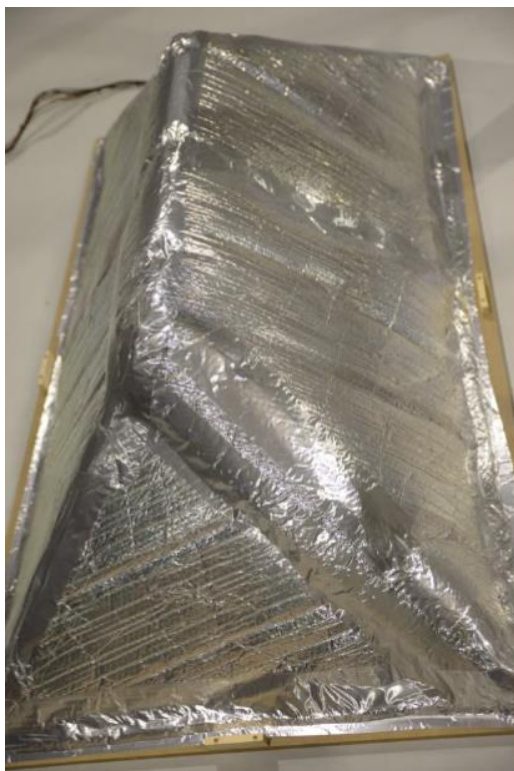
Overlappingszones

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

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

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 substantiële verschillen zijn tussen de gemiddelde binnentemperaturen bij respectievelijk Aluthermo Optima® en glaswol – waarbij de gemiddelde binnentemperatuur voortdurend hoger was met Aluthermo Optima®. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit verschil vermindert naargelang de stijging van de buitentemperatuur.

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 voor de glaswol en in vergelijking met Aluthermo Optima® 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 Optima® 29% efficiënter is dan de glaswol bij -5°C en 0°C. Terwijl de test met de hoogste buitentemperatuur van 5°C, is deze trend lichtjes lager en evolueert de relatieve prestatie van Aluthermo Optima® naar 14%.

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/m³]	Lucht- volume [m³]	Lucht- massa [kg]	Specifieke schijnbare warmte c³ [kJ/kg°C]	Relatieve prestatie [%] 4
Aluthermo Quattro ®	-5	15,8	20,8	972,5	3501000	1,204	0,1855	0,2233	754	29%
	0	16,8	16,8	730,13	2628468	1,204	0,1855	0,2233	701	29%
	5	17,5	12,5	554,49	1996164	1,204	0,1855	0,2233	715	14%
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

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

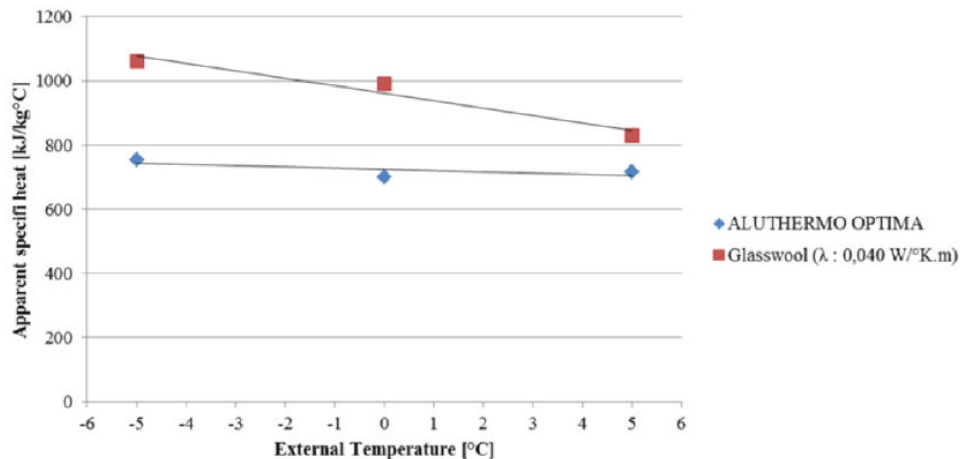
De resultaten, voorgesteld in dit rapport, zijn enkel geldig voor de geteste stalen.

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 Optima® heel wat minder warmte nodig om de beoogde temperatuur van 21°C te behouden. Zelfs bij de hoogste testtemperatuur van 5°C presteert Aluthermo Optima® 14% beter dan de 200mm dikke glaswol. Bij de koudere temperaturen van 0°C en -5°C is het verschil zelfs groter en loopt het verschil op tot 29%.

De specifieke schijnbare warmte die werd berekend voor de Aluthermo Optima® bij -5°C , 0°C en 5°C duidt met 7% aan dat het isolatiemateriaal een bijna constante prestatie bij de verschillende temperaturen bewaard, terwijl een groter verschil wordt waargenomen voor glaswol en dit met een maximum van 22%. Met andere woorden, Aluthermo Optima® vertoonde een constante en hogere 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 Optima® 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