

**TNO-rapport****TNO 2012 R10341****De warmteweerstand van de RENTO  
systeemvloer volgens NEN 1068:2012****Gebouwde Omgeving**Van Mourik Broekmanweg 6  
2628 XE Delft  
Postbus 49  
2600 AA Delft[www.tno.nl](http://www.tno.nl)T +31 88 866 30 00  
F +31 88 866 30 10  
[infodesk@tno.nl](mailto:infodesk@tno.nl)

Datum	26 juni 2012
Auteur(s)	Ir. K. van Zundert Ing. S.P.M. Hermanns
Exemplaarnummer	TNO rapport 060-DTM-2012-02259
Oplage	
Aantal pagina's	10 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Hordijk EPS Verpakkingen en Isolatieproducten bv Postbus 92 2600 AB Delft
Projectnaam	
Projectnummer	054.02257/01.03.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2012 TNO

## Inhoudsopgave

1	<b>Inleiding</b> .....	3
2	<b>Nadere gegevens</b> .....	4
3	<b>Berekeningsmethode en uitgangspunten</b> .....	5
4	<b>Resultaten</b> .....	7
5	<b>Literatuur</b> .....	8
6	<b>Ondertekening</b> .....	9

### **Bijlage(n)**

A Principedoorsnede RENTO systeemvloer

# 1 Inleiding

Door Hordijk EPS Verpakkingen en Isolatieproducten BV te Delft worden onder andere EPS (geëxpandeerd polystyreenschuim) isolatieproducten voor systeemvloeren geproduceerd.

Door Hordijk EPS Verpakkingen en Isolatieproducten BV werd aan TNO de opdracht verstrekt de Rc-waarde van de RENTO systeemvloer te bepalen bij toepassing van EPS in verschillende diktes en met een gedeclareerde warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,032 en 0,038 W/(m.K).

## 2 Nadere gegevens

De RENTO systeemvloer is opgebouwd uit gewapende kunststof I-profielen met een hoogte van 180 mm, waartussen vulelementen van geëxpandeerd polystyreeschuim (EPS) zijn geplaatst. De bovenzijde van de vloer wordt afgewerkt met underlayment met een dikte van 18 mm. De hart op hart afstand van de I-profielen bedraagt 610 mm.

Een principedoorsnede van de RENTO systeemvloer is weergegeven in Figuur 1 in bijlage A.

### 3 Berekeningsmethode en uitgangspunten

De berekening van de warmteweerstand is uitgevoerd conform NEN 1068:2012. Er geldt:

$$R_C = \frac{1}{U_C} - R_{si} - R_{se}$$

Waarin:

- $R_C$  = de warmteweerstand van de constructie, in  $(m^2 \cdot K)/W$
- $U_C$  = de warmtedoorgangscoefficiënt, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $R_{si}$  = de overgangsweerstand aan de binnenzijde, in  $(m^2 \cdot K)/W$
- $R_{se}$  = de overgangsweerstand aan de buitenzijde, in  $(m^2 \cdot K)/W$

$U_C$  kan worden bepaald volgens:

$$U_C = U_T + \Delta U$$

Waarin:

- $U_C$  = de warmtedoorgangscoefficiënt, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_T$  = de warmtedoorgangscoefficiënt van een totale constructie zonder correctie op de U-waarde, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $\Delta U$  = de toeslagfactor voor eventuele convectie, bevestigingshulpmiddelen, omgekeerd dak en bouwkwaliteit, in  $W/(m^2 \cdot K)$

$U_T$  kan worden bepaald volgens:

$$U_T = \frac{L_C}{A_{con}}$$

Waarin:

- $L_C$  = de thermische koppelingcoëfficiënt, in  $W/K$
- $A_{con}$  = de geprojecteerde oppervlakte van het onderdeel, in  $m^2$

$L_C$  kan worden bepaald volgens:

$$L_C = \frac{\Phi_i + \Phi_e}{2}$$

Waarin:

- $\Phi_i$  = de totale ingaande warmtestroom bepaald door het stelsel van vergelijkingen voor een temperatuurverschil van 1 Kelvin, in  $W$
- $\Phi_e$  = de totale uitgaande warmtestroom bepaald door het stelsel van vergelijkingen voor een temperatuurverschil van 1 Kelvin, in  $W$

$L_C$  is bepaald met de eindige elementenmethode, zoals omschreven in het normblad NEN 1068:2012 De vloerconstructie wordt hiertoe verdeeld in eindige elementen, waarvan de afmetingen niet meer bedragen dan 25 mm. Gebruik is gemaakt van het eindige elementenpakket COMSOL Multiphysics.

$\Delta U$  kan worden bepaald volgens:

$$\Delta U = \Delta U_a + \Delta U_{fa} + \Delta U_r + \Delta U_w$$

Waarin:

- $\Delta U$  = de toeslagfactor voor eventuele convectie, bevestigingshulpmiddelen, omgekeerd dak en bouwkwaliteit, in  $W/(m^2.K)$
- $\Delta U_a$  = de toeslagfactor voor convectie, in  $W/(m^2.K)$
- $\Delta U_{fa}$  = de toeslagfactor voor bevestigingsmiddelen, in  $W/(m^2.K)$
- $\Delta U_r$  = de toeslagfactor voor een omgekeerd dak, in  $W/(m^2.K)$
- $\Delta U_w$  = de toeslagfactor voor bouwkwaliteit, in  $W/(m^2.K)$

Voor de overgangsweerstanden  $R_{si}$  en  $R_{se}$  is de waarde  $0,17 (m^2.K)/W$  voor een vloer boven een kruipruimte gehanteerd.

Voor de toeslagfactor  $\Delta U$  is enkel de toeslagfactor voor bouwkwaliteit van toepassing. Omdat het vloersysteem een constructie betreft welke onder een gecertificeerd kwaliteitsborgingssysteem wordt vervaardigd en geïnstalleerd geldt:

$$\Delta U_w = 0,02 \times U_T$$

Voor de warmtegeleidingscoëfficiënt van de toegepaste materialen zijn de volgende rekenwaarden ( $\lambda_{calc}$ ) gehanteerd:

- Kunststof:  $0,3 W/(m.K)$ <sup>1</sup> (volgens opgave opdrachtgever)
- EPS:  $0,038$  en  $0,032 W/(m.K)$ <sup>2</sup> (volgens opgave opdrachtgever)
- Staal:  $50 W/(m.K)$  (conform NEN-EN-ISO10456:2007)
- Underlayment:  $0,17 W/(m.K)$  (conform NEN-EN-ISO 10456:2007)

Voor de luchtholtes is een equivalente warmtegeleidingscoëfficiënt bepaald, gebaseerd op de R-waarden voor een luchtsponw zoals gegeven in NEN-EN-ISO 6946:2008. Deze waarden zijn gebaseerd op het uitgangspunt dat bij realisatie van de vloer de kopse einden van de vloer worden dichtgezet zodat er geen luchtuitwisseling met de omgeving kan plaatsvinden.

<sup>1</sup> De gedeclareerde waarde is gelijk aan de rekenwaarde. Voor de in rekening te brengen correctiefactoren is 1 gehanteerd.

<sup>2</sup> De gedeclareerde waarde is gelijk aan de rekenwaarde. Voor de in rekening te brengen correctiefactoren is 1 gehanteerd.

## 4 Resultaten

Door Hordijk EPS Verpakkingen en Isolatieproducten BV werd aan TNO de opdracht verstrekt de Rc-waarde van de RENTO systeemvloer te bepalen bij toepassing van EPS in verschillende diktes en met een gedeclareerde warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,032 en 0,038 W/(m.K). De berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 1068:2012.

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Resultaten Rc-waarde RENTO systeemvloer

Warmtegeleidingscoëfficiënt EPS [W/m.K]	Element breedte [mm]	Dikte EPS in spiegel [mm]	Dikte EPS onder ligger [mm]	U <sub>c</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	R <sub>c</sub> [m <sup>2</sup> .K/W]
0,038	610	352	170	0,127	7,51
		333	151	0,136	7,01
		314	132	0,146	6,52
		295	113	0,157	6,02
		276	94	0,171	5,52
		258	76	0,186	5,04
		238	56	0,207	4,50
		221	39	0,229	4,02
		204	22	0,259	3,52
		0,032	610	333	151
312	130			0,127	7,52
296	114			0,136	7,02
280	98			0,146	6,52
264	82			0,157	6,01
249	67			0,170	5,53
233	51			0,187	5,00
219	37			0,205	4,53
205	23			0,229	4,02
192	10			0,260	3,51

## 5 Literatuur

[1]

NEN 1068:2012

Thermische isolatie van gebouwen – Rekenmethoden  
Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

[2]

NEN-EN-ISO 6946:2008

Componenten en elementen van gebouwen - Warmteweerstand en  
warmtedoorgangscoefficiënt- Berekeningsmethode (ISO 6946:2007, IDT)  
Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

[3]

NEN-EN-ISO 10456:2007

Bouwmaterialen en bouwproducten - Hygrothermische eigenschappen - Overzicht  
van ontwerpwaarden en procedures voor de bepaling van gedeclareerde en  
ontwerpwaarden (ISO 10456:2007, IDT)  
Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.



## 6 Ondertekening

Delft, 26 juni 2012



Ir. K. van Zundert  
Auteur



Ing. S.P.M. Hermanns



Ir. M.D. Stamm  
Research Manager