

Technical Sciences

Van Mourik Broekmanweg 6
2628 XE Delft
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00

F +31 88 866 30 10

TNO-rapport**TNO 2014 R10329-A****De warmteweerstand van De Hoop Reno
systeembvloer volgens NEN 1068:2012**

Datum	1 juli 2014
Auteur(s)	Ing. S.P.M. Hermanns Ir. K. van Zundert
Exemplaarnummer	0100005290
Oplage	
Aantal pagina's	10 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Hordijk EPS Verpakkingen en Isolatieproducten bv Postbus 92 2600 AB DELFT
Projectnaam	
Projectnummer	060.02003/01.11.01

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.

© 2014 TNO

Inhoudsopgave

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

Bijlage(n)

A Principedoorsnede De Hoop Reno systeemvloer

1 Inleiding

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

Door Hordijk EPS Verpakkingen en Isolatieproducten BV werd aan TNO de opdracht verstrekt de R_c -waarde van De Hoop Reno systeembloer te bepalen bij toepassing van EPS in verschillende diktes en met een gedeclareerde warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,032 en 0,037 W/(m.K).

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in deze rapportage.

2 Nadere gegevens

De Hoop Reno systeemvloer is opgebouwd uit stalen holle 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. De stalen I-profielen hebben een wanddikte van 1,25 mm.

Een principedoorsnede van De Hoop Reno systeemvloer is weergegeven Figuur 1 in bijlage A.

3 Berekeningsmethode en uitgangspunten

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

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

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 berekend 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 $W/(m^2 \cdot K)$
- ΔU = 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:

- Φ_i = de totale ingaande warmtestroom bepaald door het stelsel van vergelijkingen voor een temperatuurverschil van 1 Kelvin, in W
- Φ_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.

ΔU kan worden bepaald volgens:

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

Waarin:

- ΔU = de toeslagfactor voor eventuele convectie, bevestigingshulpmiddelen, omgekeerd dak en bouwkwaliteit, in $W/(m^2.K)$
- ΔU_a = de toeslagfactor voor convectie, in $W/(m^2.K)$
- ΔU_{fa} = de toeslagfactor voor bevestigingsmiddelen, in $W/(m^2.K)$
- ΔU_r = de toeslagfactor voor een omgekeerd dak, in $W/(m^2.K)$
- ΔU_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 (conform NEN 1068).

Voor de toeslagfactor ΔU is enkel de toeslagfactor voor bouwkwaliteit (ΔU_w) 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 (λ_{calc}) gehanteerd:

- EPS: $0,037$ en $0,032 W/(m.K)^1$
- Staal: $50 W/(m.K)^2$
- Underlayment: $0,17 W/(m.K)^2$

Voor de luchtholtes is een equivalente warmtegeleidingscoëfficiënt bepaald, gebaseerd op de R-waarden voor een zwak geventileerde luchtpouw zoals gegeven in ISO 6946:2007. Deze waarden zijn gebaseerd op het uitgangspunt dat bij realisatie van de vloer o.a. de kopse einden van de vloer worden dichtgezet en dat de EPS-elementen goed op elkaar aansluiten zodat er nauwelijks tot geen luchtuitwisseling met de omgeving kan plaatsvinden.

De voor dit onderzoek uitgevoerde berekeningen gaan niet in op het effect van eventuele vochtinvloeden op de degradatie van de stalen ligger bij toepassing in een kruipruimte.

¹ De gedeclareerde waarden zijn opgegeven door de opdrachtgever. De gedeclareerde waarden zijn gelijk aan de rekenwaarden; voor de in rekening te brengen correctiefactoren is 1 gehanteerd.
² conform ISO10456:2007

4 Resultaten

Door Hordijk EPS Verpakkingen en Isolatieproducten BV werd aan TNO de opdracht verstrekt de R_c -waarde van De Hoop Reno systeemvloer te bepalen bij toepassing van EPS in verschillende diktes en met een gedeclareerde warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,032 en 0,037 W/(m.K).

De berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 1068:2012.

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Resultaten R_c -waarde De Hoop Reno systeemvloer

Warmtegeleidings- coëfficiënt EPS	Element breedte	Dikte EPS in spiegel	Dikte EPS onder ligger	U_c	R_c
[W/m.K]	[mm]	[mm]	[mm]	[W/m ² .K]	[m ² .K/W]
0.032	610	333	151	0.127	7.53
		352	170	0.118	8.12
0.037	610	224	42	0.259	3.53
		240	58	0.230	4.01
		258	76	0.205	4.53
		276	94	0.186	5.04
		295	113	0.169	5.56
		314	132	0.156	6.08
		333	151	0.144	6.59
		352	170	0.134	7.10

5 Literatuur

[1]

NEN 1068:2012

Thermische isolatie van gebouwen – Rekenmethoden

Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

[2]

ISO 6946:2007

Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method

ISO, Switzerland.

[3]

ISO 10456:2007

Building materials and products – Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values

ISO, Switzerland.

6 Ondertekening

Delft, 1 juli 2014



Ing. S.P.M Hermanns
Auteur



b.o.

Ir. M.D. Stamm
Research manager
Structural Reliability



Ir. K. van Zundert
Auteur

