

## MOD Vloerelement verdiepingsvloer

Plafond  
aangemaakt op 2.5.2018

### Thermische isolatie

$U = 0,147 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $R_c = 6,620 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$   
EnEV Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



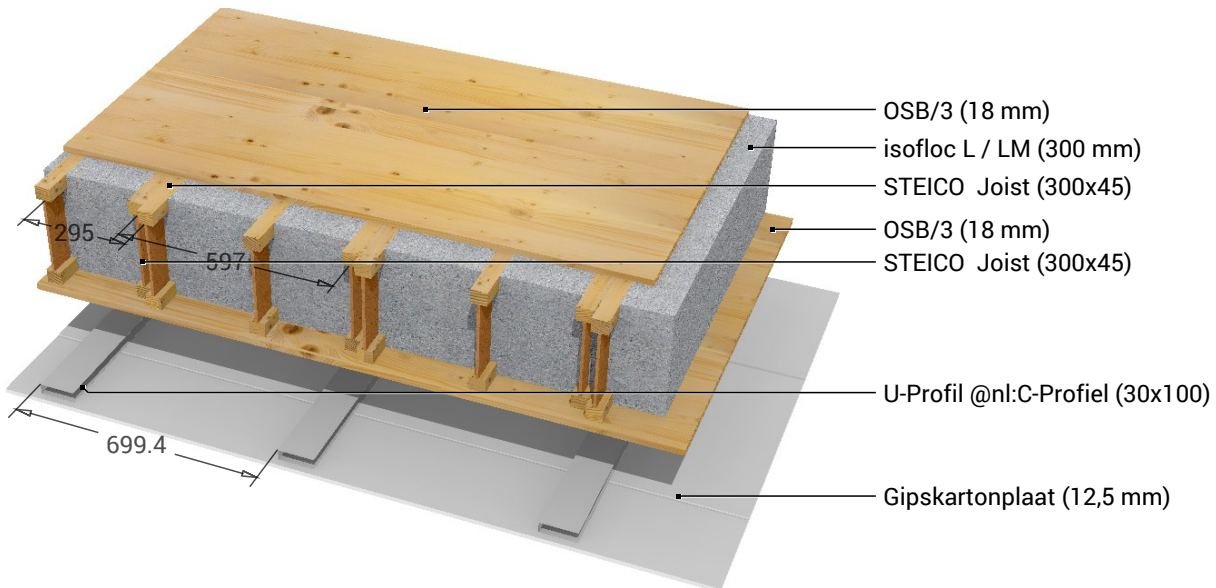
### Vochtbescherming

Droogreserve:  $75 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$   
(führt zur Abwertung)  
Geen condensatiewater



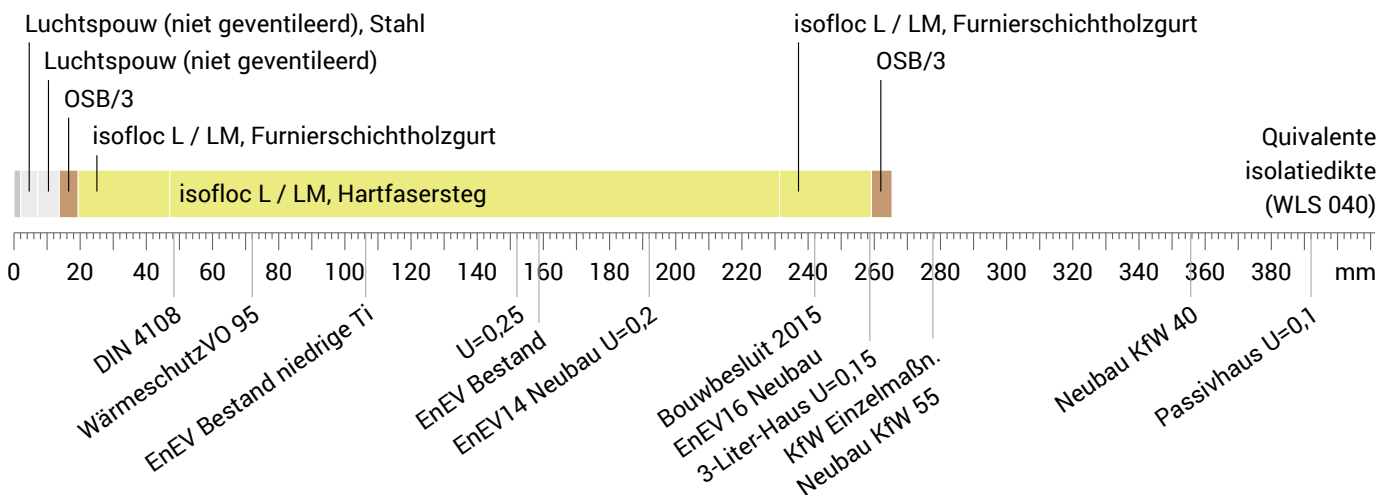
### Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 57  
Faseverschuiving: 15,2 h  
Warmtecapaciteit binnen:  $57 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



### Isolatie-effect van afzonderlijke lagen en vergelijking met referentiewaarden

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen  $0,040 \text{ W}/\text{mK}$ .



Kamerlucht:  $20,0^\circ\text{C} / 50\%$   
Onverwarmde kamer:  $20,0^\circ\text{C} / 80\%$   
Oppervlaktetemperatuur.:  $20,0^\circ\text{C} / 20,0^\circ\text{C}$

sd-waarde: 13,7 m  
Droogreserve:  $75 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$

Dikte: 54,3 cm  
Gewicht:  $60 \text{ kg}/\text{m}^2$   
Warmtecapaciteit:  $109 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

EnEV Bestand  Bouwbesluit 2015  EnEV16 Neubau  EnEV14 Neubau

MOD Vloerelement verdiepingvloer, U=0,15 W/(m<sup>2</sup>K)

## U-waardeberekening volgens DIN EN ISO 6946

#	Materiaal	Dicte [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Warmteovergangswaarde binnen (Rsi)			0,100
1	Gipskartonplaat	1,25	0,250	0,050
2	Luchtspouw (niet geventileerd)	3,00	0,188	0,160
	Stahl (0,086%)	3,00	50,000	0,001
	Stahl (Breedte: 10 cm)	0,06	50,000	0,000
	Stahl (Breedte: 10 cm)	0,06	50,000	0,000
3	Luchtspouw (niet geventileerd)	16,50	1,031	0,160
4	OSB/3	1,80	0,130	0,138
5	isofloc L / LM	30,00	0,040	7,500
	Hartfasersteg (Breedte: 0.8 cm)	22,20	0,308	0,721
	Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	3,90	0,130	0,300
	Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	3,90	0,130	0,300
	Hartfasersteg (Breedte: 0.8 cm)	22,20	0,308	0,721
	Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	3,90	0,130	0,300
	Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	3,90	0,130	0,300
6	OSB/3	1,80	0,130	0,138
	Warmteovergangswaarde buiten (Rse)			0,100
	Gehele constructie	54,35		

De warmteovergangswaarden werden volgens DIN 6946 Tabel 1 geselecteerd.

Rsi: Richting van de warmtestroom opwaarts

Rse: Richting van de warmtestroom opwaarts, buiten: Onverwarmde zolderruimte

Bovenste grenswaarde van de warmteovergangswaarde  $R'_T = 7,397 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Onderste grenswaarde van de warmteovergangswaarde  $R''_T = 6,685 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

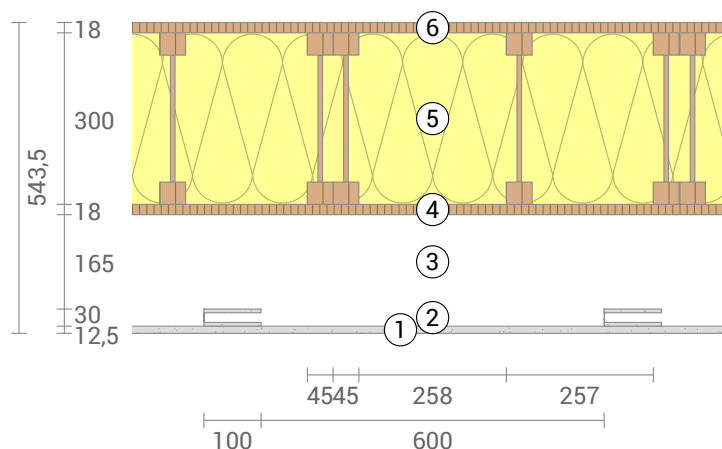
Toepasselijkheid controleren:  $R'_T / R''_T = 1,106$  (maximaal toegestaan: 1,5)

De procedure kan worden gebruikt.

Warmteovergangswaarde  $R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 7,041 \text{ m}^2\text{K/W}$

Schatting van de maximale relatieve fout volgens 6.2.5: 5,1%

Warmteovergangscoefficient  $U = 1/R_T = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



---

MOD Vloerelement verdiepingsvloer,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## Jaarlijks warmteverlies

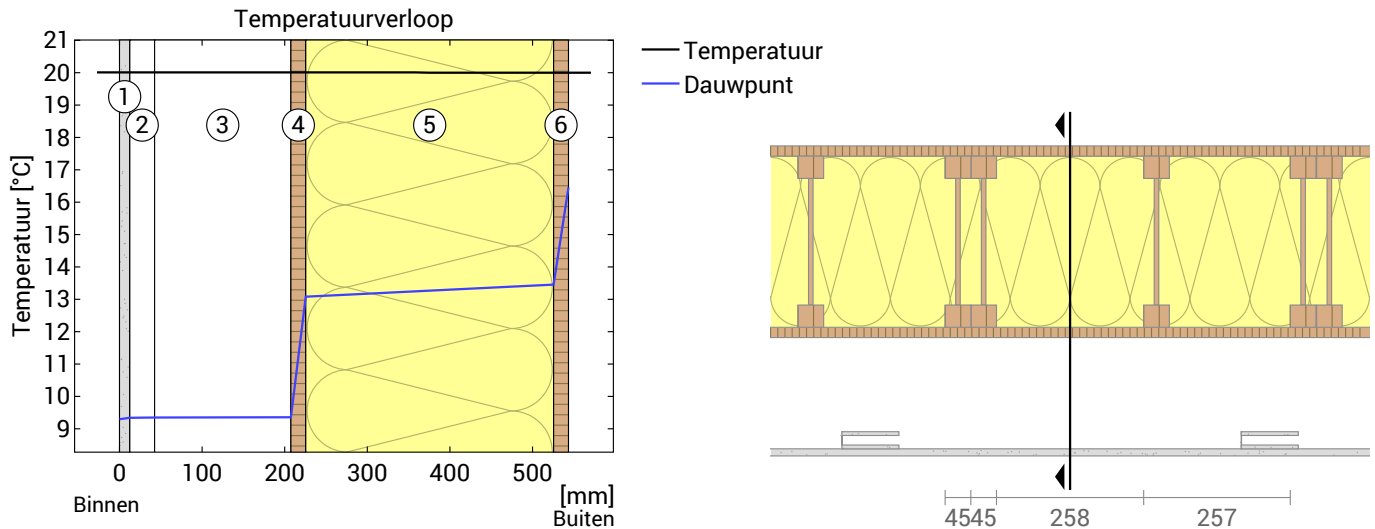
Warmteverlies door deze component: 9,7 kWh per m<sup>2</sup> en verwarmingsperiode (ca. 0,96 liter stookolie per m<sup>2</sup>)

Berekend voor de locatie De Bilt, verwarmingsperiode van Begin oktober tot Eind april. De berekening is gebaseerd op maandelijkse gemiddelde temperaturen. Bron: ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE

Opmerking: De klimaat- en energiegegevens waarop deze berekening is gebaseerd, kunnen soms sterke schommelingen vertonen en in individuele gevallen sterk afwijken van de werkelijke waarde.

MOD Vloerelement verdiepingsvloer, U=0,15 W/(m<sup>2</sup>K)

## Temperatuurverloop



- ① Gipskartonplaat (12,5 mm)
- ② Luchtspouw (30 mm)
- ③ Luchtspouw (165 mm)
- ④ OSB/3 (18 mm)
- ⑤ isofloc L / LM (300 mm)
- ⑥ OSB/3 (18 mm)

**Links:** Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

**Rechts:** Schaaltekening van de constructie.

## Lagen (van binnen naar buiten)

#	Materiaal	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatuur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
				min	max	
	Warmteovergangswaarde*		0,250	20,0	20,0	
1	1,25 cm Gipskartonplaat	0,250	0,050	20,0	20,0	8,5
2	3 cm Luchtspouw (niet geventileerd)	0,188	0,160	20,0	20,0	0,0
	3 cm Stahl (0,086%)	50,000	0,001	20,0	20,0	0,2
	0,06 cm Stahl (Breedte: 10 cm)	50,000	0,000	20,0	20,0	0,7
	0,06 cm Stahl (Breedte: 10 cm)	50,000	0,000	20,0	20,0	0,7
3	16,5 cm Luchtspouw (niet geventileerd)	1,031	0,160	20,0	20,0	0,2
4	1,8 cm OSB/3	0,130	0,138	20,0	20,0	11,2
5	30 cm isofloc L / LM	0,040	7,500	20,0	20,0	13,9
	22,2 cm Hartfasersteg (Breedte: 0.8 cm)	0,308	0,721	20,0	20,0	4,6
	3,9 cm Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	0,130	0,300	20,0	20,0	2,5
	3,9 cm Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	0,130	0,300	20,0	20,0	2,5
	22,2 cm Hartfasersteg (Breedte: 0.8 cm)	0,308	0,721	20,0	20,0	2,3
	3,9 cm Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	0,130	0,300	20,0	20,0	1,3
	3,9 cm Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	0,130	0,300	20,0	20,0	1,3
6	1,8 cm OSB/3	0,130	0,138	20,0	20,0	11,2
	Warmteovergangswaarde*		0,040	20,0	20,0	
	54,35 cm Gehele constructie		6,820			60,8

\*Warmteovergangswaarden volgens DIN 4108-3 voor vochtbescherming en temperatuurprofiel. De waarden voor de U-waardeberekening vindt u op de pagina 'U-waardeberekening'.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	20,0°C	20,0°C	20,0°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	20,0°C	20,0°C	20,0°C

MOD Vloerelement verdiepingvloer, U=0,15 W/(m²K)

## Vochtbescherming

Deze berekening is uitgevoerd met een door de gebruiker gedefinieerd klimaat voor de dauwperiode, dat afwijkt van DIN 4108-3.

Aangenomen voor deze berekening:                   binnen: 20.01°C   50%           buiten: 20°C   80%  
De norm DIN 4108-3 vereist:                   binnen: 20°C   50%           buiten: -5°C   80%

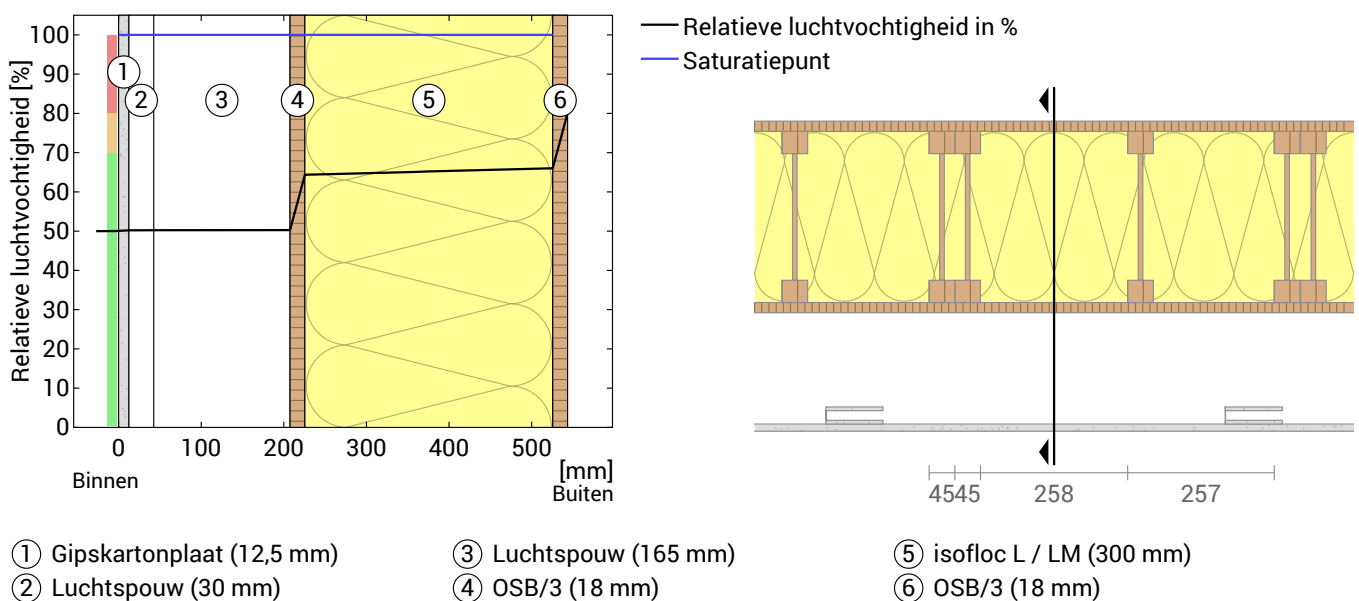
Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.  
Die Trocknungsreserve dieses Bauteils beträgt 75 g/(m²a). Von der DIN 68800-2 gefordert: mindestens 100 g/(m²a).  
Der Feuchteschutz dieses Bauteils wird deshalb mit mangelhaft bewertet.

#	Materiaal	sd-waarde [m]	Condenswater [kg/m²]    [Gew.-%]		Gewicht [kg/m²]
1	1,25 cm Gipskartonplaat	0,05	-	-	8,5
2	3 cm Luchtpouw (niet geventileerd)	0,01	-	-	0,0
	3 cm Stahl (0,086%)	30,00	-	-	0,2
	0,06 cm Stahl (Breedte: 10 cm)	1500	-	-	0,7
	0,06 cm Stahl (Breedte: 10 cm)	1500	-	-	0,7
3	16,5 cm Luchtpouw (niet geventileerd)	0,01	-	-	0,2
4	1,8 cm OSB/3	5,40	-	-	11,2
5	30 cm isofloc L / LM	0,60	-	-	13,9
	22,2 cm Hartfasersteg (Breedte: 0.8 cm)	2,22	-	-	4,6
	3,9 cm Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	0,78	-	-	2,5
	3,9 cm Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	0,78	-	-	2,5
	22,2 cm Hartfasersteg (Breedte: 0.8 cm)	2,22	-	-	2,3
	3,9 cm Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	0,78	-	-	1,3
	3,9 cm Furnierschichtholzgurt (Breedte: 4.5 cm)	0,78	-	-	1,3
	1,8 cm OSB/3	5,40	-	-	11,2
6	54,35 cm Gehele constructie	13,67	-	-	60,8

## Luchtvochtigheid

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 20,0°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 50%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten.

Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.



Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt. Nadere informatie in het invoerformulier onder "Bescherming tegen vocht".

MOD Vloerelement verdiepingvloer, U=0,15 W/(m²K)

## Vochtbestendigheid volgens DIN 4108-3:2014-11 Aanhangsel A

Let op de aanwijzingen aan het einde van deze berekeningen voor de bescherming tegen vocht.

#	Materiaal	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	sd [m]	$\rho$ [kg/m³]	T [°C]	ps [Pa]	$\Sigma$ sd [m]
Warmteovergangswaarde			0,250			19,26	2233	0
1	1,25 cm Gipskartonplaat	0,250	0,050	0,05	680	19,11	2212	0,05
2	3 cm Luchtspouw (niet geventileerd)	0,188	0,160	0,01	1	18,64	2148	0,06
3	16,5 cm Luchtspouw (niet geventileerd)	1,031	0,160	0,01	1	18,16	2085	0,07
4	1,8 cm OSB/3	0,130	0,138	3,6	620	17,75	2032	3,67
5	30 cm isofloc L / LM	0,040	7,500	0,3	50	-4,47	420	3,97
6	1,8 cm OSB/3	0,130	0,138	5,4	620	-4,88	405	9,37
Warmteovergangswaarde			0,040					

Temperatuur (T), stoomverzadigingsdruk (ps) en de som van de sd-waarden ( $\Sigma$ sd) gelden bij de ondergrenzen.

### Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

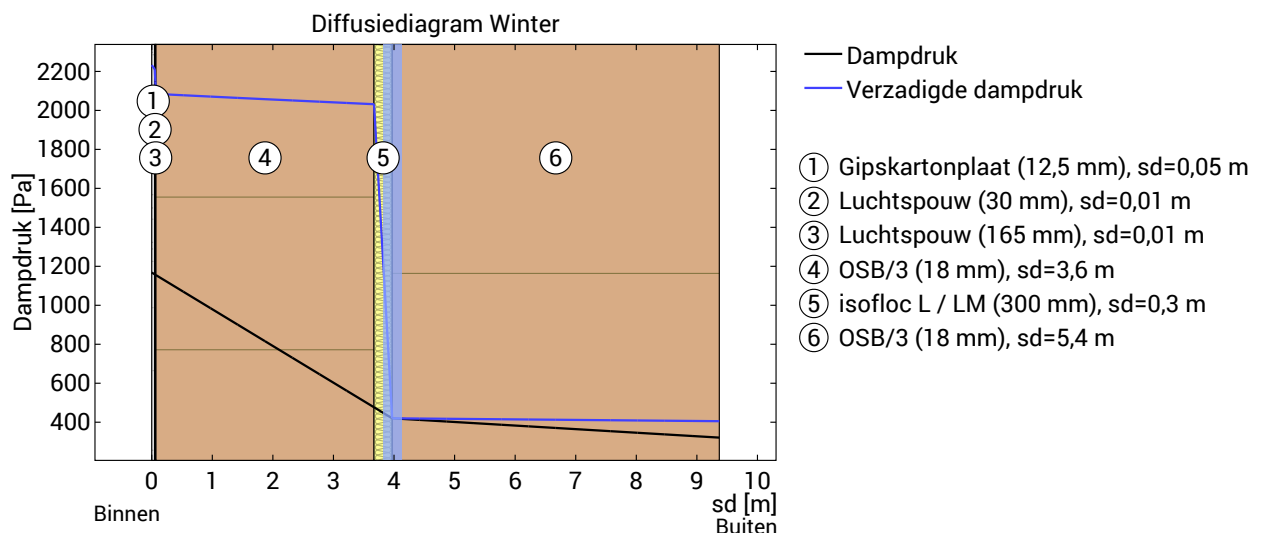
Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 52%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.



### Tauperiode (Winter)

#### Grenscondities

Stoomdruk binnen bij 20°C en 50% luchtvochtigheid	$p_i = 1168 \text{ Pa}$
Stoomdruk buiten bij -5°C en 80% luchtvochtigheid	$p_e = 321 \text{ Pa}$
Duur van de dauwperiode (90 dagen)	$t_c = 7776000 \text{ s}$
Waterdampdiffusiegeleidingscoëfficiënt in statische lucht	$\delta_0 = 2.0E-10 \text{ kg}/(\text{m}^*\text{s}*\text{Pa})$
sd-waarde (Volledig constructie)	$s_{de} = 9,37 \text{ m}$



**condensatieniveau  $c_1$ :** Tussen isofloc L / LM en OSB/3  
bij  $s_{d,c_1}=3,97 \text{ m}$ ;  $p_{c_1}=420 \text{ Pa}$ ;  $x_1=52,55 \text{ cm}$

Condensatiewaterhoeveelheid:  $M_c = t_c * \delta_0 * ((p_i - p_{c_1})/s_{d,c_1} - (p_{c_1} - p_e)/(s_{de} - s_{d,c_1})) = 0,265 \text{ kg/m}^2$

isofloc L / LM wird als wasseraufnahmefähig eingestuft weil  $A_w \geq 0,5$  ist.

OSB/3 wird als nicht wasseraufnahmefähig eingestuft weil  $A_w < 0,5$  ist.

De waterabsorptiecapaciteit Van ten minste één bevochtigde laag is 0,5; dus minstens één laag is niet waterabsorberend. De maximaal toegestane hoeveelheid condenswater bedraagt daarom  $0.5 \text{ kg/m}^2$ .

Totaal condensatiewater:  $M_c = 0,265 \text{ kg/m}^2$



MOD Vloerelement verdiepingsvloer, U=0,15 W/(m²K)

## Verhoging van het vochtgehalte in hout en houtproducten

In de veronderstelling dat het condenswater volledig verdeeld is over laag 'OSB/3' met een bruto dichtheid van  $\rho = 620$  kg/m³, de resulterende stijging van het massavochtgehalte is  $\Delta u$  in M.-%:

$$\Delta u = M_c / (\rho * d) * 100\% = 0,265 / (620 * 0,018) * 100\% = \mathbf{2,4\%}$$

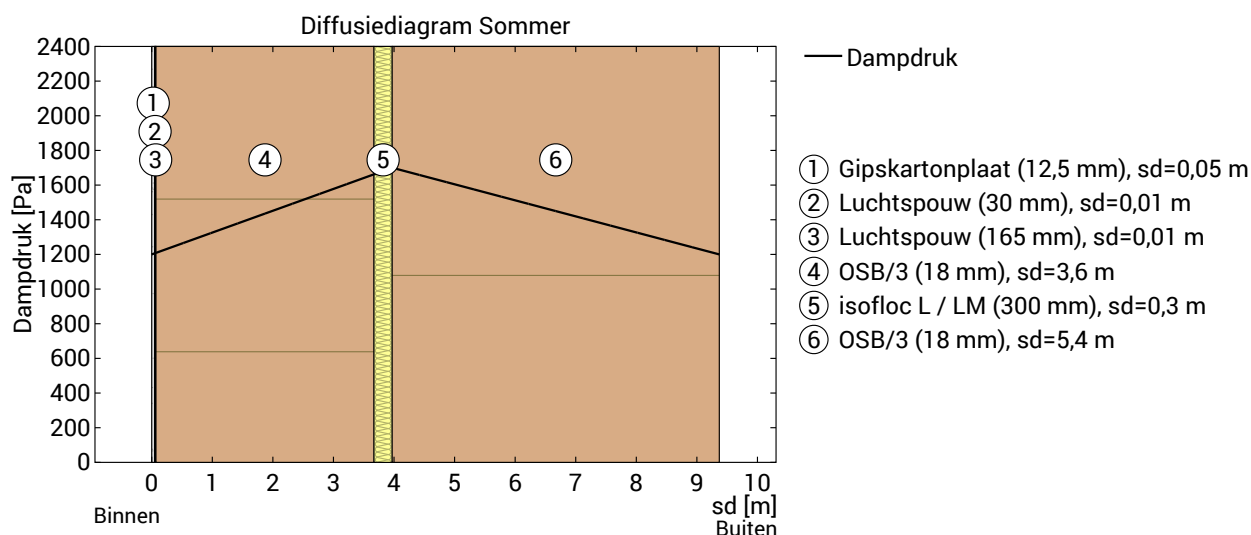
Maximaal toegestane verhoging in Holzwerkstoffen: 3%



## Verdunstungsperiode (Sommer)

### Grenscondities

Dampdruk binnenin	$p_i = 1200$ Pa
Dampdruk buiten	$p_e = 1200$ Pa
Verzadigingsdampdruk in het condensatiewaterpeil	$p_s = 1700$ Pa
Duur van de verdampingsperiode (90 dagen)	$t_{ev} = 7776000$ s
sd-waarden blijven ongewijzigd.	



Maximaal mogelijke verdampingssnelheid:

$$M_{ev} = t_c * \delta_0 * ((p_s - p_i) / s_{d_{c1}} + (p_s - p_e) / (s_{d_e} - s_{d_{c1}})) = \mathbf{0,340 \text{ kg/m}^2}$$

De hoeveelheid condenswater van 0,265 kg/m² kan volledig droog zijn.



## Evaluatie volgens DIN 4108-3

De constructie is diffusietechnisch toegestaan.

## Droogreserve (DIN 68800-2)

Droogreserve:  $M_r = (M_{ev} - M_c) * 1000 = \mathbf{75 \text{ g/m}^2/\text{a}}$

Ten minste vereist voor wanden en plafonds: 100 g/m²/a

Voldoet niet aan de eis!

## Aanwijzing

Die von Ihnen angegebenen Temperaturen und/oder Luftfeuchtigkeiten entsprechen nicht der DIN 4108-3. Diese Analyse wurde mit den von der DIN 4108-3 fest vorgegebenen Werten durchgeführt: 20°C / 50% Luftfeuchtigkeit innen und -5°C / 80% Luftfeuchtigkeit außen.

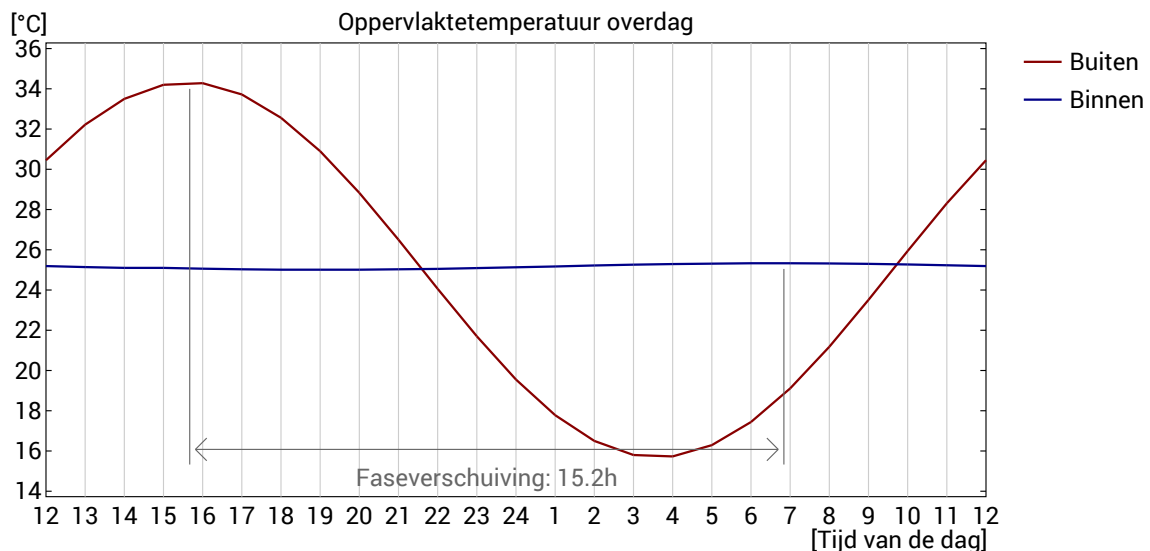
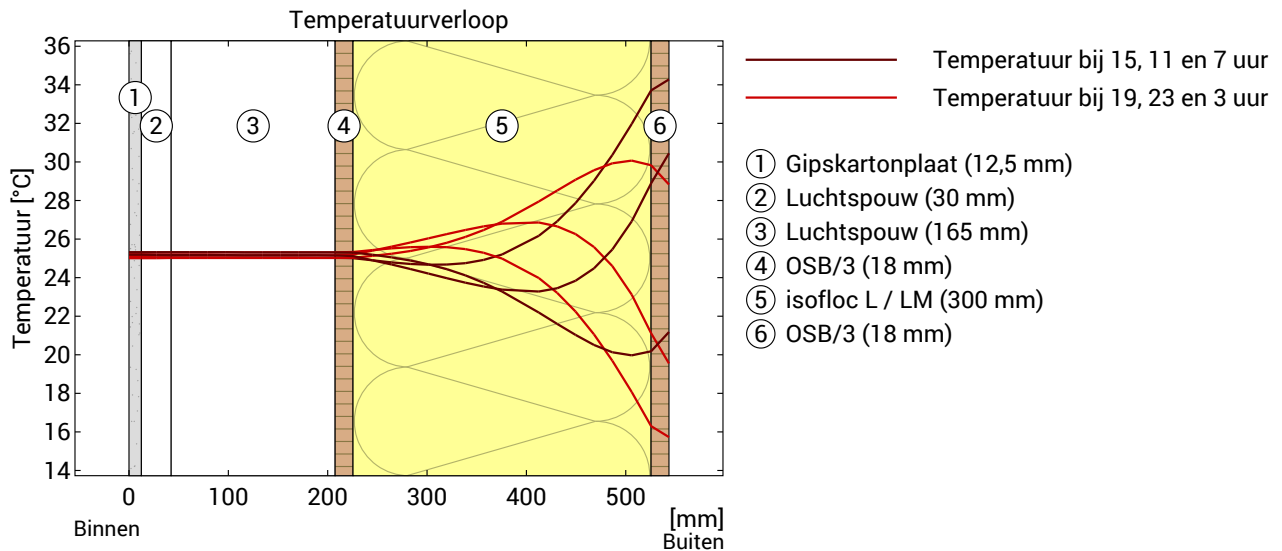
DIN 4108-3 beschrijft in paragraaf 5.3 componenten, waarvoor geen berekend bewijs van condensvorming vereist is, omdat er geen gevaar voor condensatie bestaat of omdat de procedure niet geschikt is voor beoordeling. Aan de hand van de beschikbare informatie kan niet worden beoordeeld of het onderzochte constructie is opgenomen.

Voor inhomogene constructies, zoals skelet-, tap- of kozijnconstructies, maar ook voor houten balken, dakspanten of houtskeletconstructies en dergelijke. de ééndimensionale diffusieberekeningen hoeven alleen voor het toepassingsgebied te worden geverifieerd. Uitzonderingen zijn speciale constructies, waarbij de diffusie-remmende laag ook in secties over het buitenoppervlak wordt gelegd. In deze uitzonderlijke gevallen is de hier uitgevoerde berekening ongeldig.

MOD Vloerelement verdiepingsvloer, U=0,15 W/(m²K)

## Hittebescherming

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag:



**Bovenste figuur:** Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Bruine lijnen van boven naar beneden, bruine lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

**Onderste figuur:** Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving*	15,2 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	6:45
Amplitude demping**	57,1	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	18,6°C
TAV***	0,018	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van het oppervlak:	0,3°C

\* De faseverschuiving geeft de tijd aan in uren waarna de maximale middagwarmte de binnenzijde van het constructie bereikt.

\*\* Amplitude demping beschrijft de demping van de temperatuur golf tijdens het passeren van de component. Een waarde van 10 betekent dat de temperatuur aan de buitenkant 10 keer zo hoog is als aan de binnenzijde, bijv. 15-35°C buiten, binnen 24-26°C.

\*\*\* De temperatuuramplitude ratio TAV is de onderlinge verhouding van de demping: TAV = 1/Amplitude demping

Bovenstaande berekeningen werden gemaakt voor een 1-dimensionale dwarsdoorsnede van de component.