

## Wand cassette 600x300 standaard opbouw met 22 mm celit en met isolatie installatiespouw

Buitenwand  
aangemaakt op 2.5.2018

### Thermische isolatie

$U = 0,140 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $R_c = 6,876 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$   
EnEV Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



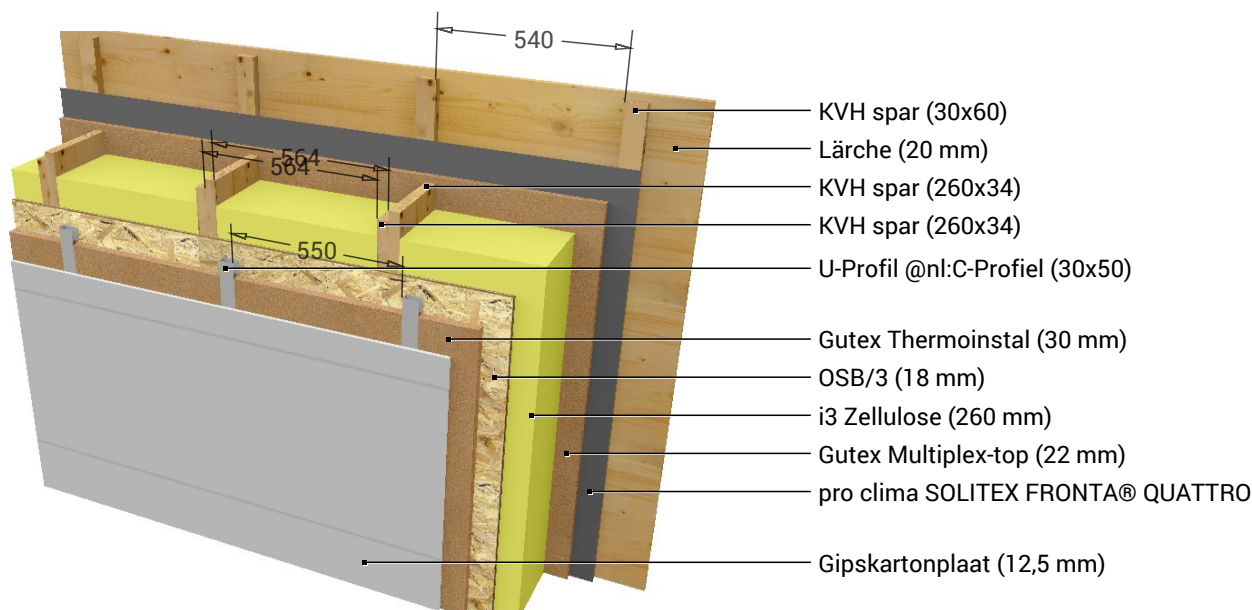
### Vochtbescherming

Droogreserve:  $2298 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$   
Geen condensatiewater



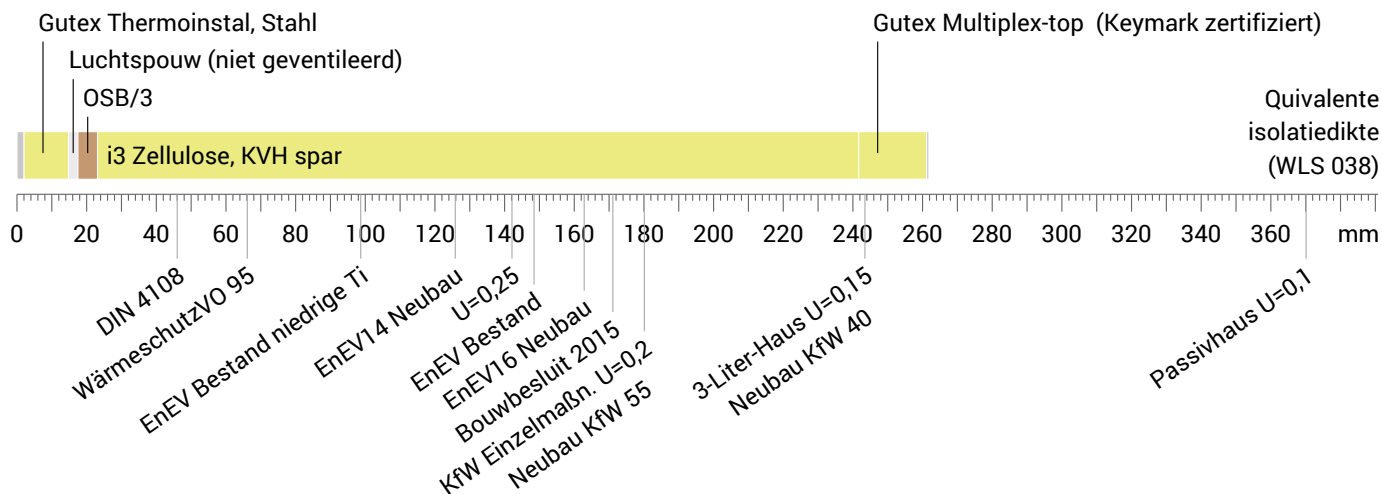
### Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 67  
Faseverschuiving: 16,0 h  
Warmtecapaciteit binnen:  $61 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



### 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  $0,038 \text{ W}/\text{mK}$ .



Kamerlucht:  $20,0^\circ\text{C} / 50\%$   
Omgevingslucht:  $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$   
Oppervlaktetemperatuur.:  $18,7^\circ\text{C} / -4,9^\circ\text{C}$

sd-waarde: 7,3 m  
Droogreserve:  $2298 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$

Dikte: 39,6 cm  
Gewicht:  $65 \text{ kg}/\text{m}^2$   
Warmtecapaciteit:  $98 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

EnEV Bestand  Bouwbesluit 2015  EnEV16 Neubau  EnEV14 Neubau

Wand cassette 600x300 standaard opbouw met 22 mm celit en met isolatie installatiespouw,  $U=0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## U-waardeberekening volgens DIN EN ISO 6946

#	Materiaal	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Warmteovergangswaarde binnen (Rsi)			0,130
1	Gipskartonplaat	1,25	0,250	0,050
2	Gutex Thermostal	3,00	0,042	0,714
	Stahl (0,10%)	3,00	50,000	0,001
	Stahl (Breedte: 5 cm)	0,06	50,000	0,000
	Stahl (Breedte: 5 cm)	0,06	50,000	0,000
3	Luchtspouw (niet geventileerd)	0,30	0,045	0,066
4	OSB/3	1,80	0,130	0,138
5	i3 Zellulose	26,00	0,038	6,842
	KVH spar (5,7%)	26,00	0,130	2,000
	KVH spar (5,7%)	26,00	0,130	2,000
6	Gutex Multiplex-top (Keymark zertifiziert)	2,20	0,046	0,478
7	pro clima SOLITEX FRONTA® QUATTRO (connect)	0,06	0,170	0,004
	Warmteovergangswaarde buiten (Rse)			0,130
	Gehele constructie	39,61		

De warmteovergangswaarden werden volgens DIN 6946 Tabel 1 geselecteerd.

Rsi: Richting van de warmtestroom horizontaal

Rse: Richting van de warmtestroom horizontaal, buiten: Ventilatie niveau

Bovenste grenswaarde van de warmteovergangswaarde  $R'_T = 7,448 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

Onderste grenswaarde van de warmteovergangswaarde  $R''_T = 6,679 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

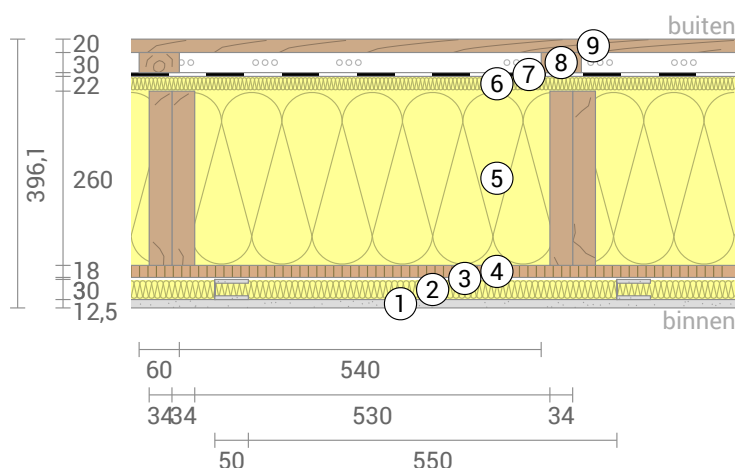
Toepasselijkheid controleren:  $R'_T / R''_T = 1,115$  (maximaal toegestaan: 1,5)

De procedure kan worden gebruikt.

Warmteovergangswaarde  $R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 7,064 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Schatting van de maximale relatieve fout volgens 6.2.5: 5,4%

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



---

Wand cassette 600x300 standaard opbouw met 22 mm celit en met isolatie installatiespouw,  $U=0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## Jaarlijks warmteverlies

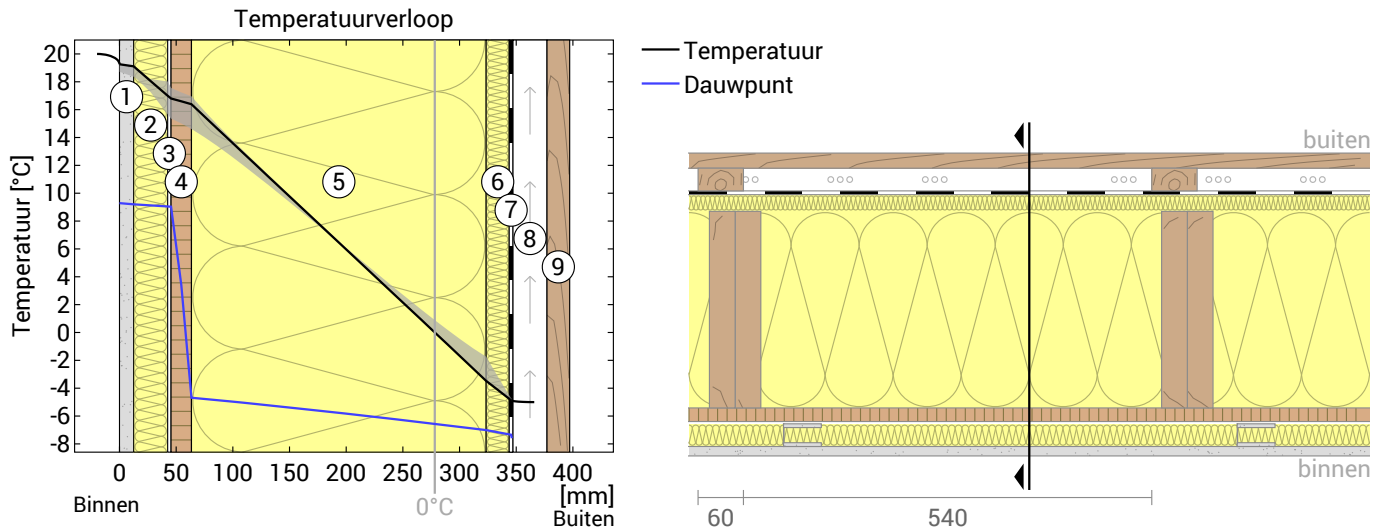
Warmteverlies door deze component: 9,2 kWh per m<sup>2</sup> en verwarmingsperiode (ca. 0,92 liter stookolie per m<sup>2</sup>)

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.

Wand cassette 600x300 standaard opbouw met 22 mm celit en met isolatie installatiespouw, U=0,14 W/(m²K)

## Temperatuurverloop



- |                              |                               |   |
|------------------------------|-------------------------------|---|
| ① Gipskartonplaat (12,5 mm)  | ④ OSB/3 (18 mm)               | ⑦ pro clima SOLITEX FRONTA® QUATTRO     |
| ② Gutex Thermoinstal (30 mm) | ⑤ i3 Zellulose (260 mm)       | ⑧ Sterk geventileerde luchtlage (30 mm) |
| ③ Luchtspouw (3 mm)          | ⑥ Gutex Multiplex-top (22 mm) | ⑨ Lärche (20 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	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatuur [°C]		Gewicht [kg/m²]
				min	max	
	Warmteovergangswaarde*		0,250	18,7	20,0	
1	1,25 cm Gipskartonplaat	0,250	0,050	18,4	19,3	8,5
2	3 cm Gutex Thermoinstal	0,042	0,714	15,7	19,1	4,5
	3 cm Stahl (0,10%)	50,000	0,001	18,0	18,4	0,2
	0,06 cm Stahl (Breedte: 5 cm)	50,000	0,000	17,8	17,9	0,4
	0,06 cm Stahl (Breedte: 5 cm)	50,000	0,000	18,5	18,6	0,4
3	0,3 cm Luchtspouw (niet geventileerd)	0,045	0,066	15,4	18,0	0,0
4	1,8 cm OSB/3	0,130	0,138	14,6	17,6	11,2
	26 cm i3 Zellulose	0,038	6,842	-3,5	17,0	11,5
	26 cm KVH spar (5,7%)	0,130	2,000	-2,1	15,2	6,9
	26 cm KVH spar (5,7%)	0,130	2,000	-2,1	14,9	6,9
6	2,2 cm Gutex Multiplex-top (Keymark zertifiziert)	0,046	0,478	-4,9	-1,7	4,4
7	0,06 cm pro clima SOLITEX FRONTA® QUATTRO (connect)	0,170	0,004	-4,9	-4,7	0,2
	Warmteovergangswaarde*		0,040	-5,0	-4,8	
8	3 cm Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht)			-5,0	-5,0	0,0
9	2 cm Lärche			-5,0	-5,0	9,2
	39,61 cm Gehele constructie		7,136			65,7

\*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.)	18,7°C	19,1°C	19,3°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,9°C	-4,9°C	-4,8°C

Wand cassette 600x300 standaard opbouw met 22 mm celit en met isolatie installatiespouw, U=0,14 W/(m²K)

## Vochtbescherming

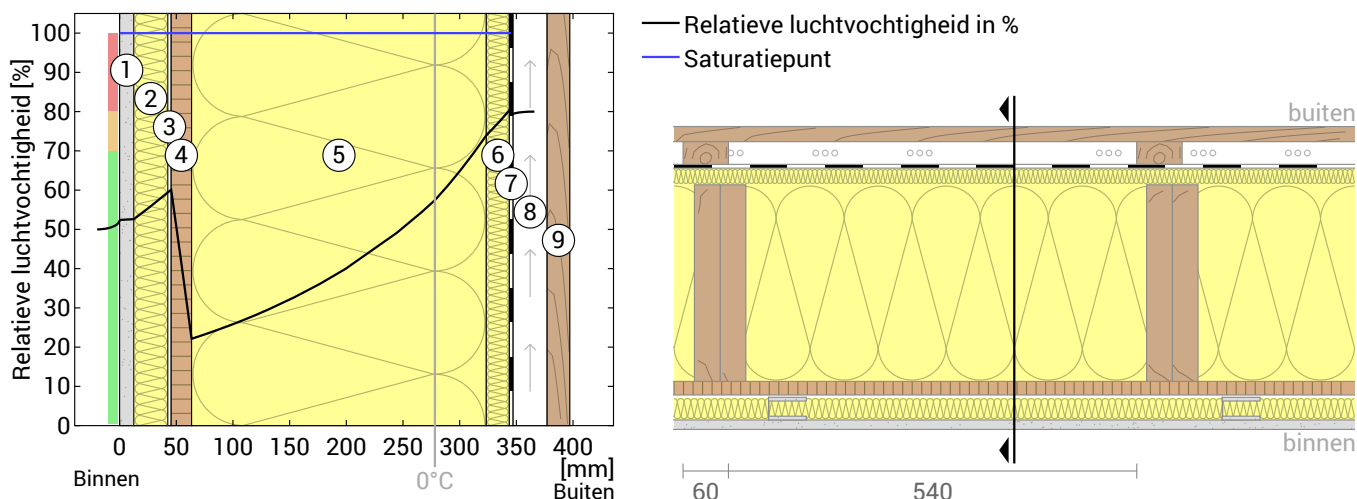
Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.  
Die Trocknungsreserve dieses Bauteils beträgt 2298 g/(m²a). Von der DIN 68800-2 gefordert: mindestens 100 g/(m²a).

#	Materiaal	sd-waarde [m]	Condenswater [kg/m²]	Gewicht [kg/m²]
1	1,25 cm Gipskartonplaat	0,05	-	8,5
2	3 cm Gutex Thermoinstal	0,09	-	4,5
	3 cm Stahl (0,10%)	30,00	-	0,2
	0,06 cm Stahl (Breedte: 5 cm)	1500	-	0,4
	0,06 cm Stahl (Breedte: 5 cm)	1500	-	0,4
3	0,3 cm Luchtspouw (niet geventileerd)	0,01	-	0,0
4	1,8 cm OSB/3	5,40	-	11,2
5	26 cm i3 Zellulose	0,52	-	11,5
	26 cm KVH spar (5,7%)	10,40	-	6,9
	26 cm KVH spar (5,7%)	10,40	-	6,9
6	2,2 cm Gutex Multiplex-top (Keymark zertifiziert)	0,07	-	4,4
7	0,06 cm pro clima SOLITEX FRONTA® QUATTRO (connect)	0,05	-	0,2
	39,61 cm Gehele constructie	7,28		65,7

## Luchtvochtigheid

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 18,7°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 54%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten.

Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.



- |                              |                               |   |
|------------------------------|-------------------------------|---|
| ① Gipskartonplaat (12,5 mm)  | ④ OSB/3 (18 mm)               | ⑦ pro clima SOLITEX FRONTA® QUATTRO     |
| ② Gutex Thermoinstal (30 mm) | ⑤ i3 Zellulose (260 mm)       | ⑧ Sterk geventileerde luchtlage (30 mm) |
| ③ Luchtspouw (3 mm)          | ⑥ Gutex Multiplex-top (22 mm) | ⑨ Lärche (20 mm)                        |

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

Wand cassette 600x300 standaard opbouw met 22 mm celit en met isolatie installatiespouw,  $U=0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## 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 [m <sup>2</sup> K/W]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	T [°C]	ps [Pa]	$\Sigma$ sd [m]
Warmteovergangswaarde			0,250			19,27	2234	0
1	1,25 cm Gipskartonplaat	0,250	0,050	0,05	680	19,13	2214	0,05
2	3 cm Gutex Thermoinstal	0,042	0,714	0,09	150	17,05	1943	0,14
3	0,3 cm Luchtspouw (niet geventileerd)	0,045	0,066	0,01	1	16,85	1919	0,15
4	1,8 cm OSB/3	0,130	0,138	3,6	620	16,45	1871	3,75
5	26 cm i3 Zellulose	0,038	6,842	0,26	50	-3,48	457	4,01
6	2,2 cm Gutex Multiplex-top (Keymark zertifiziert)	0,046	0,478	0,07	200			
7	0,06 cm pro clima SOLITEX FRONTA® QUATTRO (connect)	0,170	0,004	0,05	300	-4,87	406	4,08
Warmteovergangswaarde			0,040			-4,88	405	4,13

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

### Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

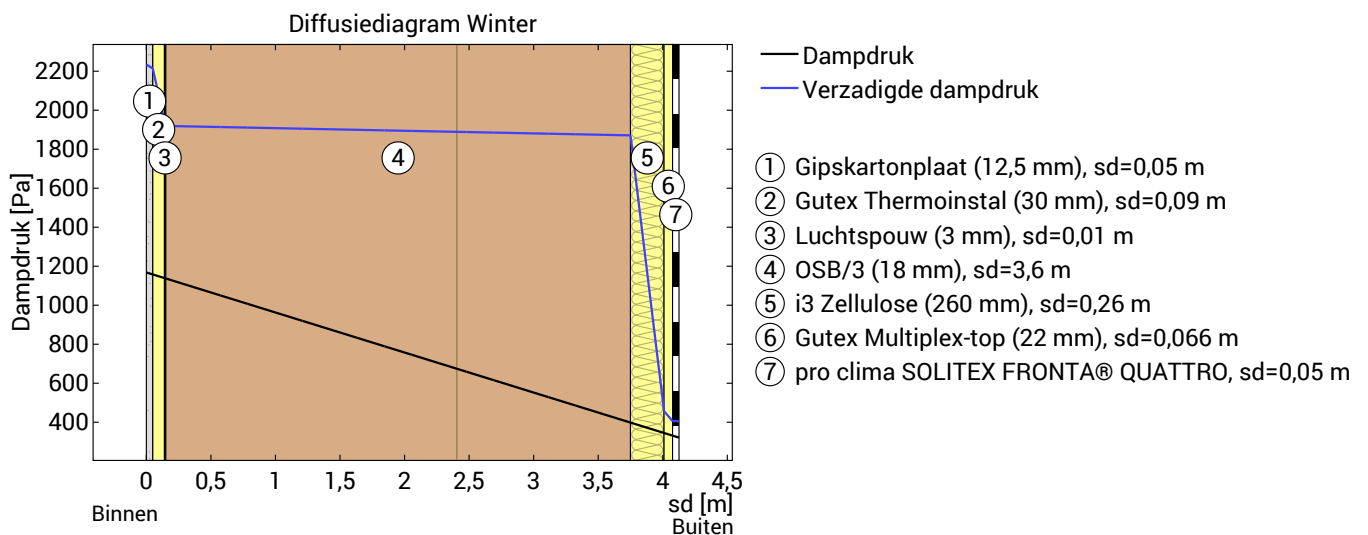
Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 52%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.



### 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	$\delta_0 = 2.0E-10 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s}\cdot\text{Pa})$
sd-waarde (Volledig constructie)	$s_{de} = 4,13 \text{ m}$



Onder de veronderstelde omstandigheden is de onderzochte dwarsdoorsnede vrij van condenswater in de constructie.



Berechnen Verdunstungspotential für die Trocknungsreserve in der Tauperiode für die Ebene mit dem geringsten Verdunstungspotential (bei  $s_{d_{ev}}=4,01 \text{ m}$  und  $p_s=457 \text{ pa}$ ):

$$M_{ev, \text{Tauperiode}} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i) / s_{d_{ev}} + (p_s - p_e) / (s_{d_e} - s_{d_{ev}})) = 1,544 \text{ kg/m}^2$$

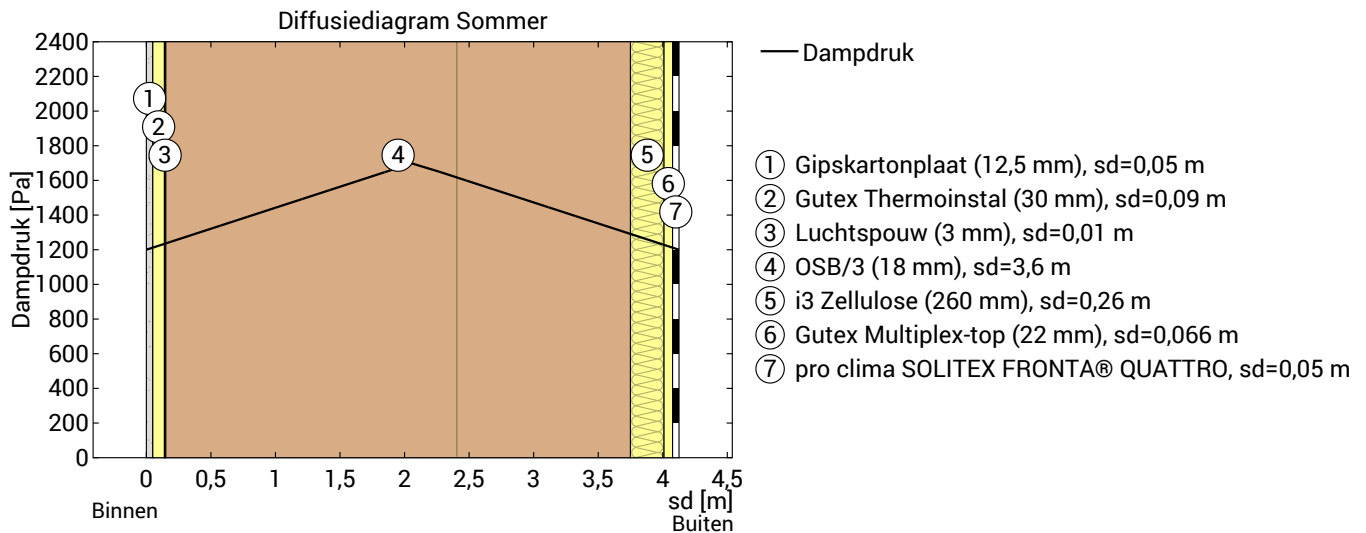
Wand cassette 600x300 standaard opbouw met 22 mm celit en met isolatie installatiespouw, U=0,14 W/(m²K)

## Verdunstungsperiode (Sommer)

### Grenscondities

Dampdruk binnenin	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampdruk buiten	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Verzadigingsdampdruk in het condensatiewaterpeil	$p_s = 1700 \text{ Pa}$
Duur van de verdampingsperiode (90 dagen)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$

sd-waarden blijven ongewijzigd.



Condensatievrij component: De maximaal mogelijke verdampingsmassa voor de droogreserve wordt berekend. Het vlak met de laagste verdampingsmassa binnen het houthoudende gebied wordt beschouwd als volgt

Binnenlaag OSB/3  
met  $sd=2,06 \text{ m}$

Verdampingshoeveelheid:  $M_{ev} = \delta_0 \cdot t_{ev} \cdot [(p_s - p_i)/sd + (p_s - p_e)/(s_{de} - sd)] = 0,75 \text{ kg/m}^2$

### Evaluatie volgens DIN 4108-3

De constructie is diffusietechnisch toegestaan.

### Droogreserve (DIN 68800-2)

Tauwasserfreies Bauteil: Das Verdunstungspotential der Tauperiode wird ebenfalls berücksichtigt.

Droogreserve:  $M_r = (M_{ev} + M_{ev, Tauperiode}) \cdot 1000 = 2298 \text{ g/m}^2/\text{a}$

Ten minste vereist voor wanden en plafonds:  $100 \text{ g/m}^2/\text{a}$



### Aanwijzing

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.

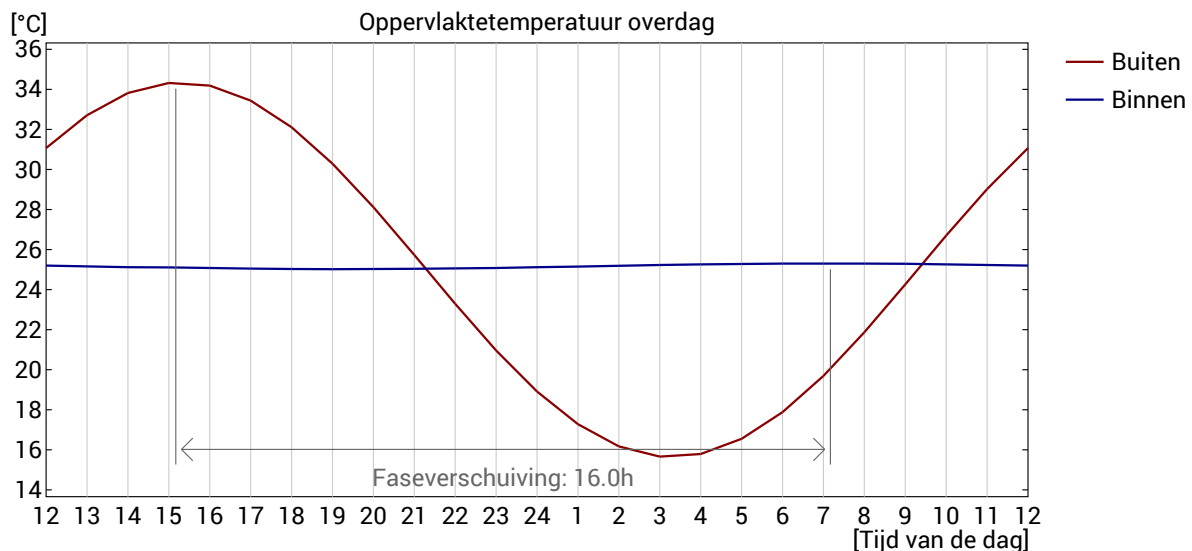
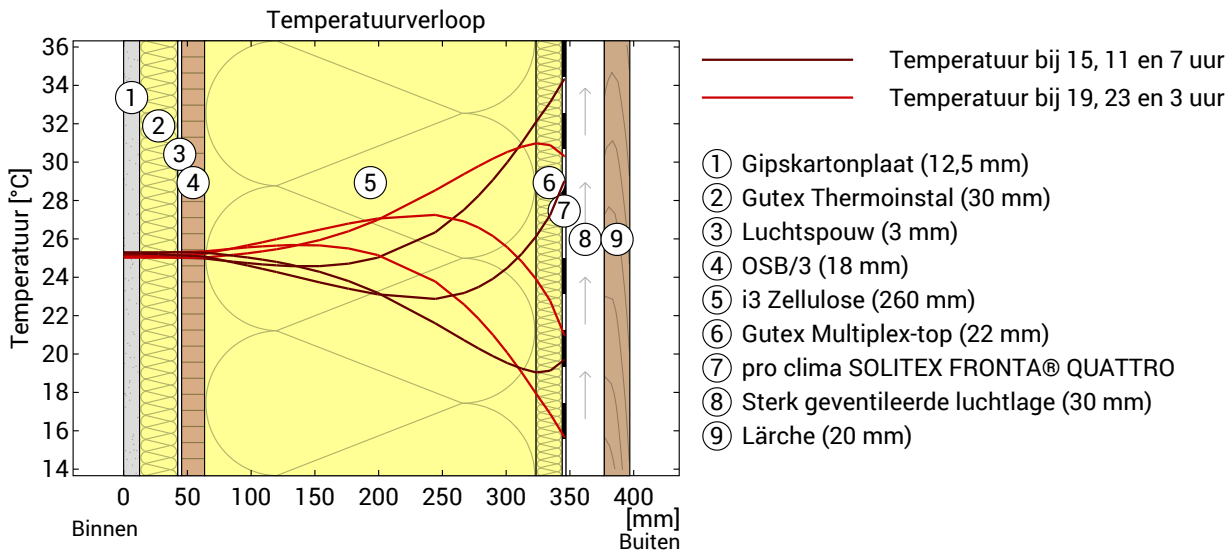
Voor inhomogene constructies, zoals skelet-, tap- of kozijnconstructies, maar ook voor houten balken, daksparren of houtskeletconstructies en dergelijke. de ééndimensionale diffusieberekeningen hoeven alleen voor het toepassingsgebied te worden geverifieerd. Uitzonderingen zijn speciale constructies,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



Wand cassette 600x300 standaard opbouw met 22 mm celit en met isolatie installatiespouw,  $U=0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## 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*	16,0 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	7:15
Amplitude demping**	67,1	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	18,7°C
TAV***	0,015	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 temperatuurloop 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:  $TAV = 1/\text{Amplitude demping}$

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