

Platdak

Platdak
aangemaakt op 27.1.2025

Thermische isolatie

$$R_c = 4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$$

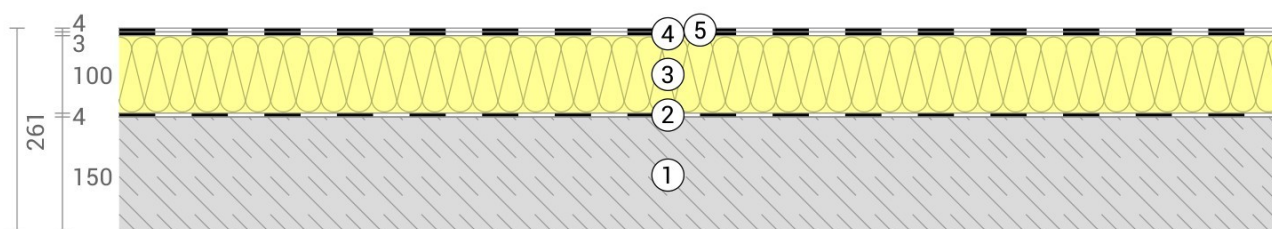
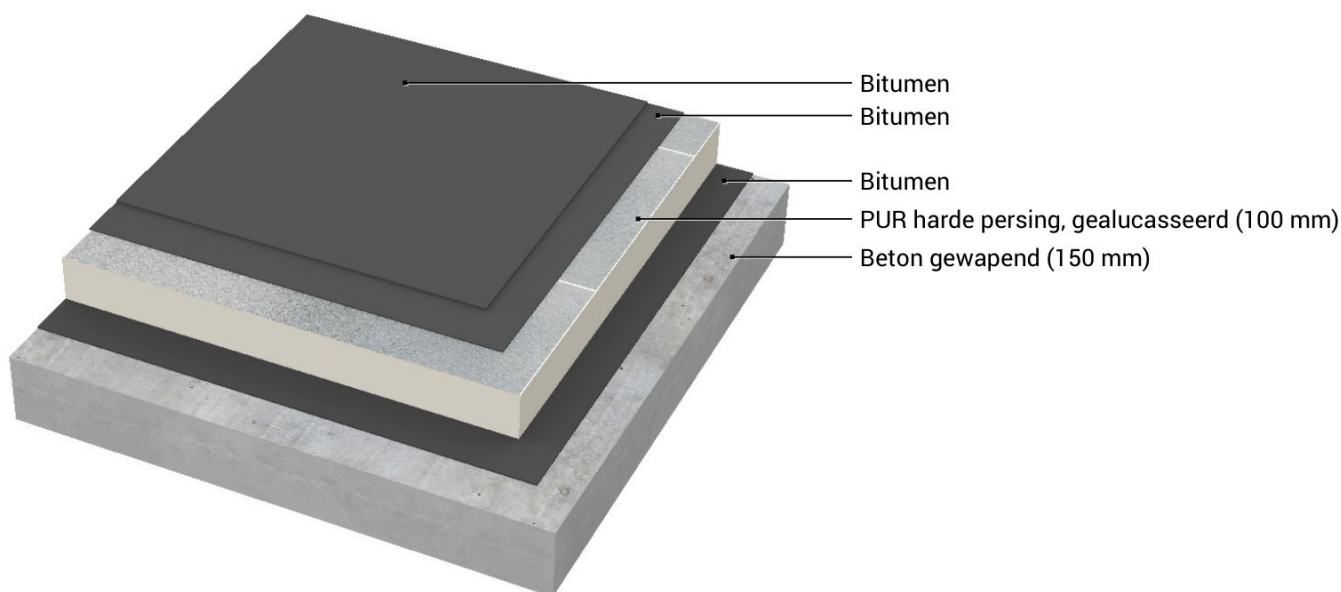
NTA 8800 Renovatie*: $U < 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

Vochtbescherming

Geen condensatiewater



Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 96
Faseverschuiving: 7,7 h
Warmtecapaciteit binnen: 303 kJ/m²K

- ① Beton gewapend (150 mm)
② Bitumen

- ③ PUR harde persing, gealucasseerd (100 mm)
④ Bitumen

- ⑤ Bitumen

Kamerlucht: 20,0°C / 50%
Omgevingslucht: -5,0°C / 80%
Oppervlaktetemperatuur.: 18,6°C / -4,8°C

μ d-waarde: 100562,0 m
Droogreserve: 0 g/m²a

Dikte: 26,1 cm
Gewicht: 375 kg/m²
Warmtecapaciteit: 333 kJ/m²K

☒ NTA 8800 Renovatie☐ BEG Einzelmaßn.☐ GEG 2020/24 Bestand☐ GEG 2023/24 Neubau

Platdak, $R_c=4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

U-waardeberekening volgens DIN EN ISO 6946

#	Materiaal	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Warmteovergangsweerstand binnen (Rsi)			0,100
1	Beton gewapend (2%)	15,00	2,500	0,060
2	Bitumen	0,40	0,170	0,024
3	PUR harde persing, gealucasseerd	10,00	0,025	4,000
4	Bitumen	0,30	0,170	0,018
5	Bitumen	0,40	0,170	0,024
	Warmteovergangsweerstand buiten (Rse)			0,040

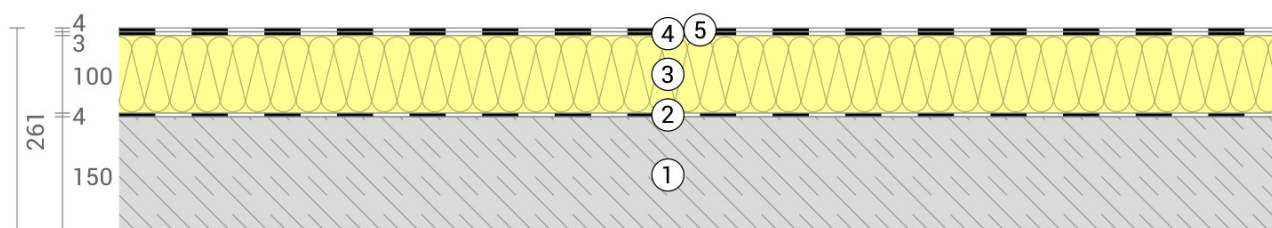
De warmteovergangsweerstanden werden volgens DIN 6946 Tabel 7 geselecteerd.

Rsi: Richting van de warmtestroom opwaarts

Rse: Richting van de warmtestroom opwaarts, buiten: Directe overgang naar buitenlucht

Warmte weerstand $R_{\text{tot}} = 4,265 \text{ m}^2\text{K/W}$

Warmtedoorgangscoefficiënt $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Platdak, $R_c=4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

Milieubalans

Warmteverlies: 15 kWh/m^2 per verwarmingsperiode Hoeveelheid warmte die tijdens de verwarmingsperiode door een vierkante meter van dit onderdeel ontsnapt. Let op: Door interne en zonnewinsten is de warmtebehoefte minder dan het warmteverlies.



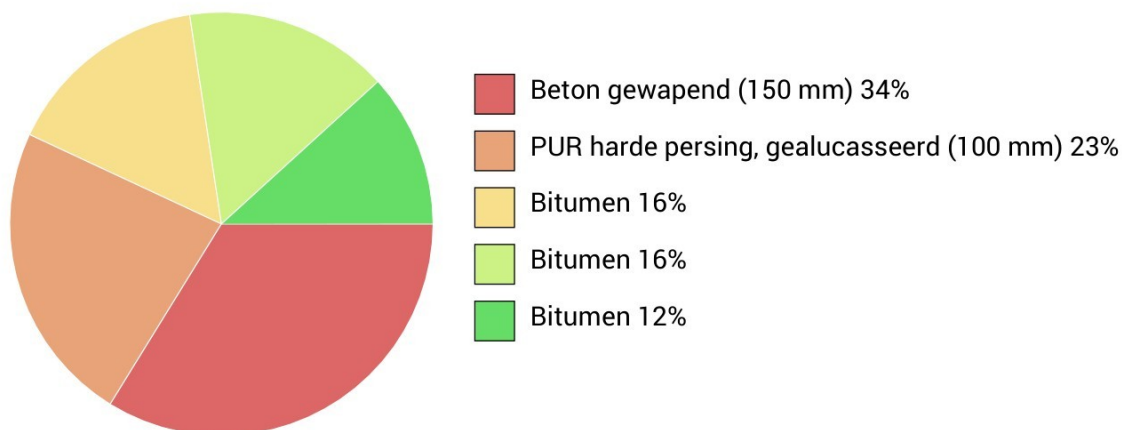
Primaire energie (niet-hernieuwbaar): 281 kWh/m^2 Niet-hernieuwbare primaire energie (=energie uit fossiele brandstoffen en kernenergie) die werd gebruikt om de gebruikte bouwmaterialen te produceren ("cradle to gate").



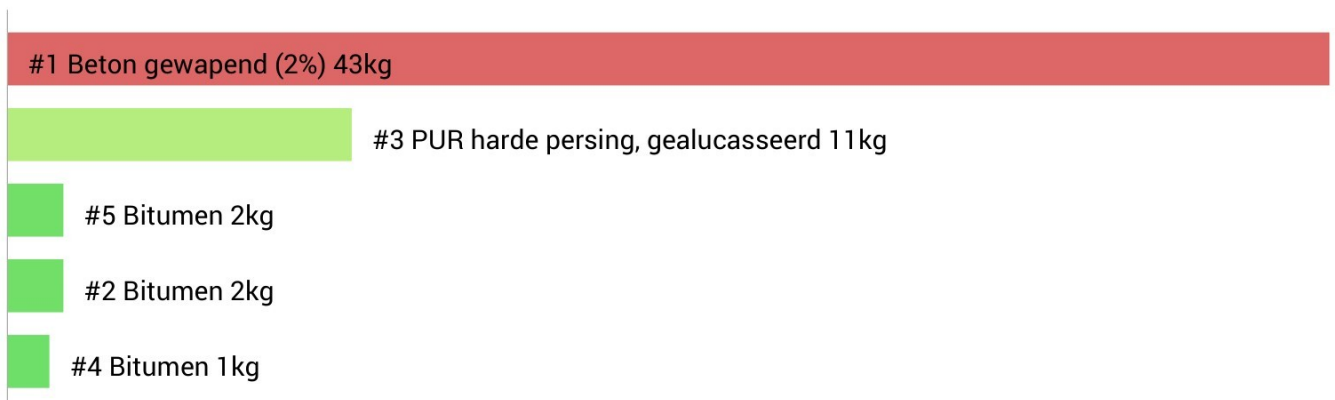
Opwarmingsvermogen: $59 \text{ kg CO}_2 \text{ Äqv./m}^2$ Hoeveelheid broeikasgassen die vrijkomen bij de productie van de gebruikte bouwmaterialen ("cradle to gate").



Samenstelling van de niet-hernieuwbare primaire energie-input van de productie:

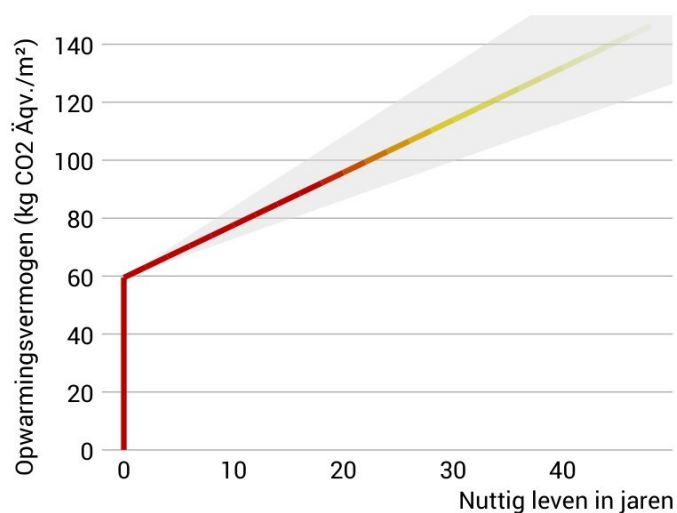


Samenstelling van het aardopwarmingsvermogen van de productie:



Platdak, $R_c=4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

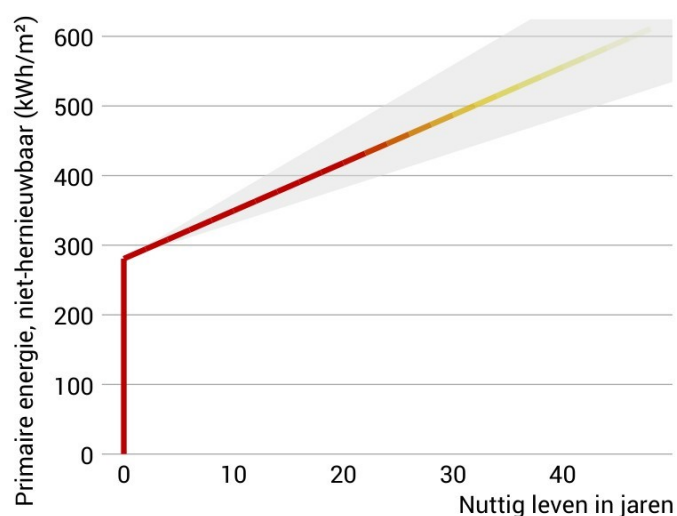
Opwarmingsvermogen van de aarde en primaire energie voor bouw en gebruik



De **figuur links** toont in het verticale deel van de curve het kaspotentieel van de productie van het onderdeel. De broeikasgasemissies die tijdens het gebruik van het gebouw (door de verwarming) worden gegenereerd, worden weergegeven door de curve die diagonaal naar boven loopt.

De **figuur linksonder** toont in het verticale deel van de curve de niet-hernieuwbare primaire energie-input voor de productie van de component. De primaire energie die nodig is tijdens het gebruik van het gebouw (door middel van verwarming) wordt weergegeven door de curve die diagonaal naar boven loopt.

Hoe langer het onderdeel onveranderd wordt gebruikt, hoe milieuvriendelijker het is, omdat de productie-inspanning minder bijdraagt aan de totale uitstoot (aangegeven door de kleur van de curve).



Door onbekende zonne- en inwendige winsten kan de vraag naar verwarming alleen maar worden geschat. De vraag naar primaire energie en het aardopwarmingsvermogen tijdens de gebruiksfase zijn dan ook slechts onnauwkeurig bekend. Voor de schatting werd aangenomen dat zonne-energie en interne winsten bijdragen met 4 kWh/a/m² aan het oppervlak van de bouwcomponenten. Het lichtgrijze gebied markeert het gebied waar de curve zich zeker bevindt. Voor de warmteopwekking werd uitgegaan van een primaire energie-input van 0,60 kWh per kWh warmte en een global warming potential van 0,16 kg CO₂ eqv/m² per kWh warmte. Warmtebron: Warmtepomp (lucht).

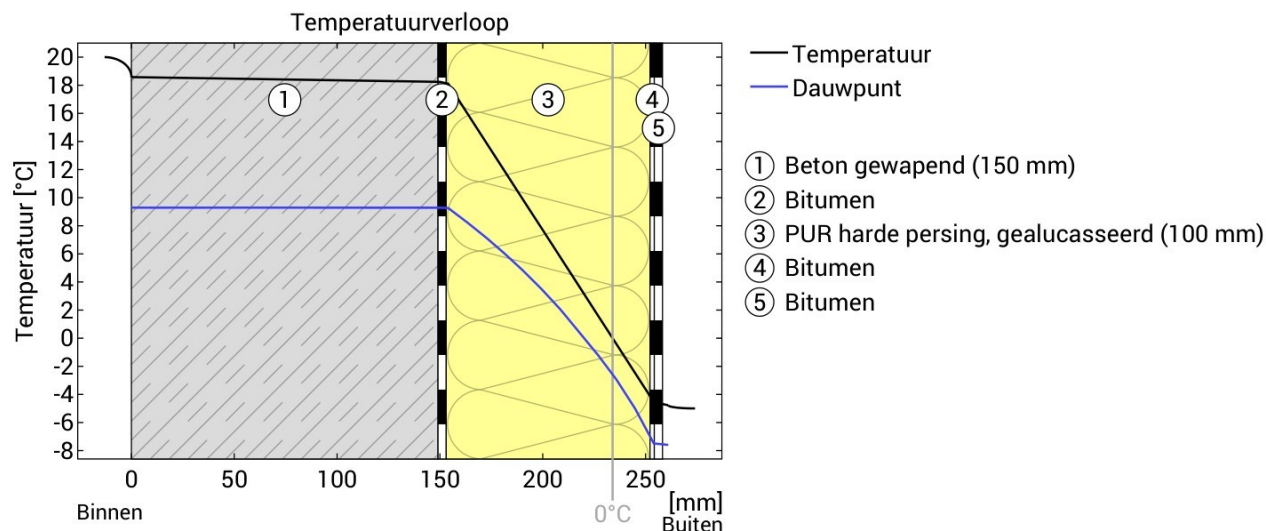
Aanwijzing

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

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

Platdak, $R_c=4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

Temperatuurverloop



Verloop van temperatuur en dauwpunt in de constructie. 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 curven elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

Lagen (van binnen naar buiten)

#	Materiaal	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatuur [°C]		Gewicht [kg/m ²]
				min	max	
	Warmteovergangsweerstand*		0,250	18,6	20,0	
1	15 cm Beton gewapend (2%)	2,500	0,060	18,2	18,6	360,0
2	0,4 cm Bitumen	0,170	0,024	18,1	18,2	4,2
3	10 cm PUR harde persing, gealucasseerd	0,025	4,000	-4,5	18,1	3,0
4	0,3 cm Bitumen	0,170	0,018	-4,6	-4,5	3,2
5	0,4 cm Bitumen	0,170	0,024	-4,8	-4,6	4,2
	Warmteovergangsweerstand*		0,040	-5,0	-4,8	
	26,1 cm Gehele constructie		4,265			374,6

*Warmteovergangsweerstanden 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.)	18,6°C	18,6°C	18,6°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,8°C

Platdak, $R_c=4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

Vochtbescherming

Voor de berekening van de hoeveelheid condensatiewater werd de component gedurende 90 dagen blootgesteld aan het volgende constante klimaat: binnen: 20°C und 50% Luchtvochtigheid; buiten: -5°C und 80% Luchtvochtigheid. Dit klimaat voldoet aan DIN 4108-3.

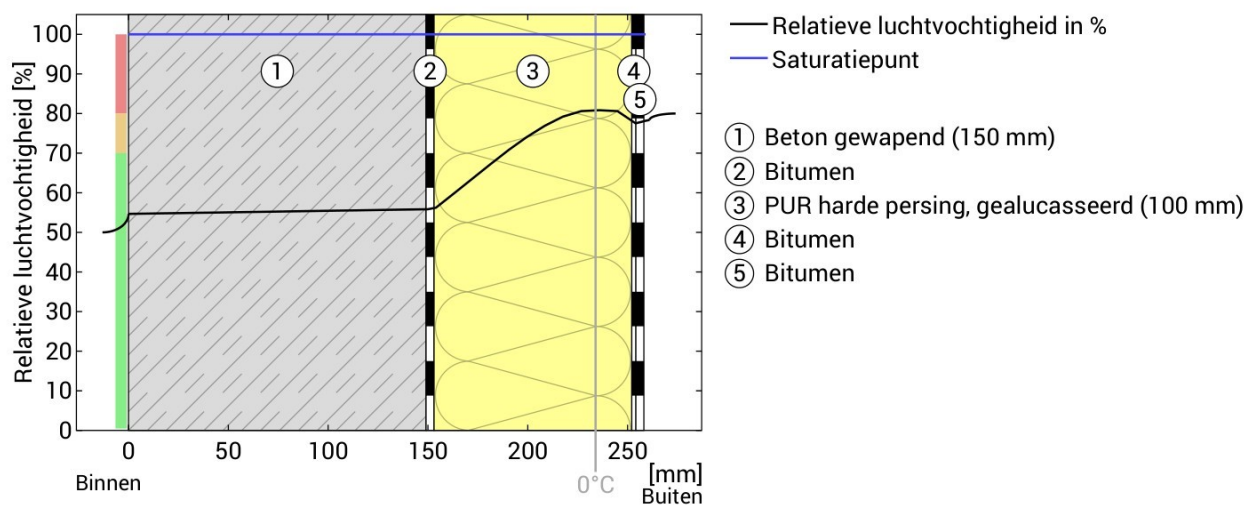
Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

#	Materiaal	μ -waarde [m]	Condenswater [kg/m ²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	15 cm Beton gewapend (2%)	12,00	-	360,0
2	0,4 cm Bitumen	200,00	-	4,2
3	10 cm PUR harde persing, gealucasseerd	100000	-	3,0
4	0,3 cm Bitumen	150,00	-	3,2
5	0,4 cm Bitumen	200,00	-	4,2
	26,1 cm Gehele constructie	100.561,98	0	374,6

Luchtvochtigheid

De oppervlaktetemperatuur aan de kamerzijde is 18,6°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 55%. Onder deze omstandigheden is schimmeligroei niet te verwachten.

Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.



Opmerkingen: Berekening met behulp van de 2D-FE-methode van Ubakus. Convectorie en de capillariteit van de bouwmaterialen werden niet overwogen. De droogtijd kan langer duren onder ongunstige omstandigheden (schaduw, vochtige / koele zomers) dan hier berekend.

Platdak, $R_c=4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

Vochtbestendigheid volgens DIN 4108-3:2024 Aanhangsel A

Dieser Feuchteschutznachweis ist nur bei **nicht klimatisierten** Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden gültig, die auf einer Höhe von max. 700m NN liegen.

In het geval van dakconstructies met **tegelsbekledingen en houten roosters**, mag deze norm niet worden toegepast. Of deze constructie eronder valt, moet door de planner worden onderzocht.

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

#	Materiaal	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	sd [m]	ρ [kg/m ³]	T [°C]	ps [Pa]	Σsd [m]
	Warmteovergangsweerstand		0,250					
1	15 cm Beton gewapend (2%)	2,500	0,060	12	2400	18,58	2141	0
2	0,4 cm Bitumen	0,170	0,024	200	1050	18,24	2096	12
3	10 cm PUR harde persing, gealucasseerd	0,025	4,000	100000	30	18,11	2078	212
4	0,3 cm Bitumen	0,170	0,018	150	1050	-4,54	418	100212
5	0,4 cm Bitumen	0,170	0,024	200	1050	-4,64	414	100362
	Warmteovergangsweerstand		0,040			-4,77	409	100562

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

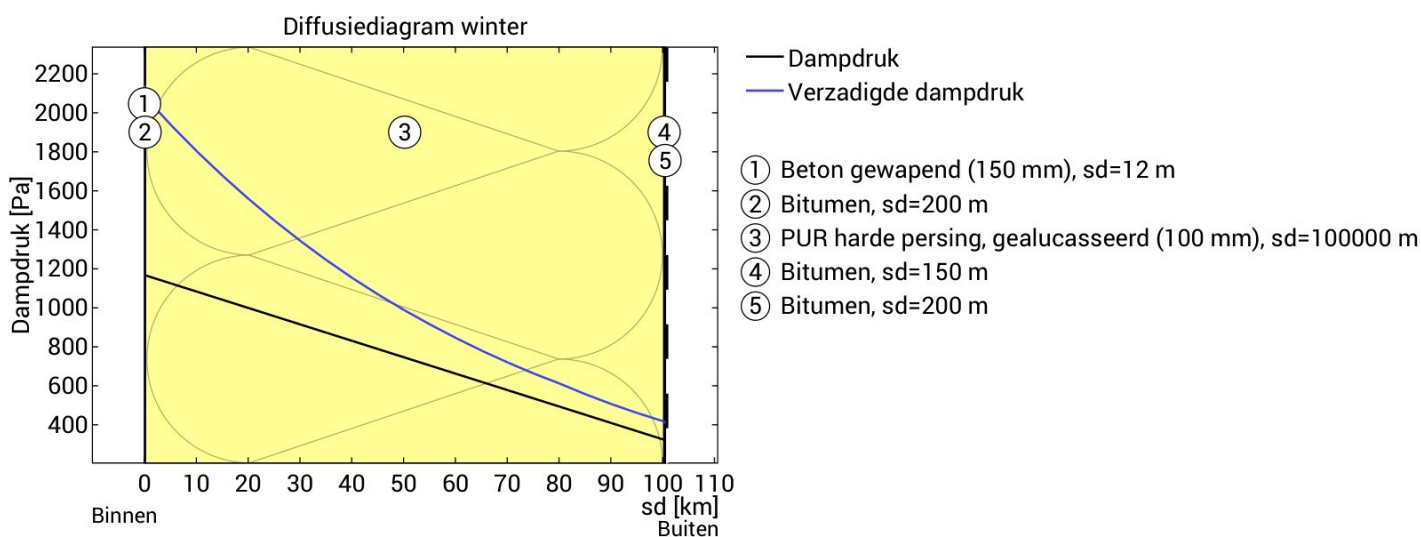
Vochtigheid aan het oppervlak van de component

De relatieve luchtvochtigheid op het componentoppervlak aan de kamerzijde is 55%. Eisen voor het voorkomen van corrosie van bouwmaterialen zijn afhankelijk van materiaal en coating en zijn niet onderzocht.



Dauwperiode (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	$\delta_0 = 2.0\text{E-}10 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$
μd -waarde (Volledig constructie)	$sde = 100.562,00 \text{ m}$



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



Platdak, $R_c = 4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

Bereken het verdampingspotentiaal voor de droogreserve in de dauwperiode voor het vlak met het laagste verdampingspotentiaal:

$s_d = 70.212,00 \text{ m}$; $p_s = 718 \text{ Pa}$, binnen de laag PUR harde persing, gealucasseerd:

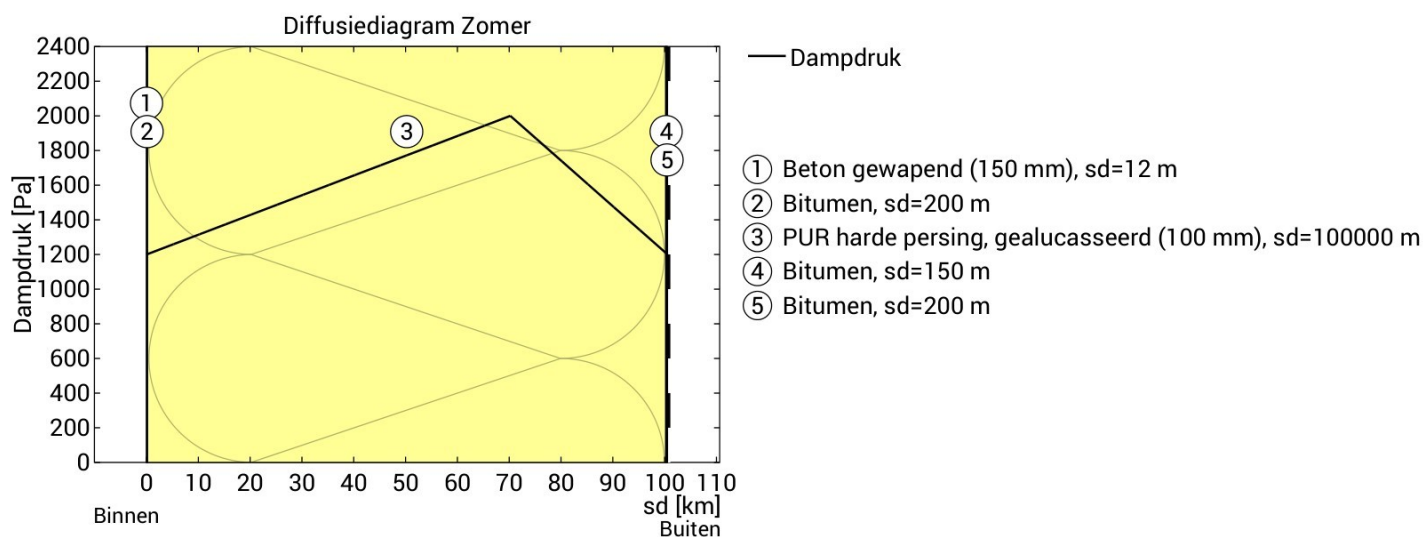
$$M_{ev, \text{Tauperiode}} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i) / s_{d_{ev}} + (p_s - p_e) / (s_{d_e} - s_{d_{ev}})) = 0,000 \text{ kg/m}^2$$

Verdampingsperiode (zomer)

Grenscondities

Dampdruk binnenin	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampdruk buiten	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Verzadigingsdampdruk in het condensatiewaterpeil	$p_s = 2000 \text{ Pa}$ (Dak tegen buitenlucht)
Duur van de verdampingsperiode (90 dagen)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$

μ_d -waarden blijven ongewijzigd.



Condensatievrij component: De maximaal mogelijke verdampingsmassa voor de droogreserve wordt berekend. Overweeg het niveau met het laagste verdampingspotentiaal in de dauwperiode: $s_d = 70.212,00 \text{ m}$, binnen de laag PUR harde persing, gealucasseerd:

$$\text{Verdampingshoeveelheid: } M_{ev} = \delta_0 \cdot t_{ev} \cdot [(p_s - p_i) / s_d + (p_s - p_e) / (s_{d_e} - s_d)] = 0,00 \text{ kg/m}^2$$

Droogreserve (DIN 68800-2)

Dauw-water-vrije component: Het verdampingsvermogen van de dauwperiode wordt ook in aanmerking genomen.

$$\text{Droogreserve: } M_r = (M_{ev} + M_{ev, \text{Tauperiode}}) \cdot 1000 = 0 \text{ g/m}^2/\text{a}$$

Voor componenten die geen hout bevatten, geldt geen minimumvereiste voor de droogreserve.

Evaluatie volgens DIN 4108-3

De constructie is diffusietechnisch toegestaan.

Aanwijzing

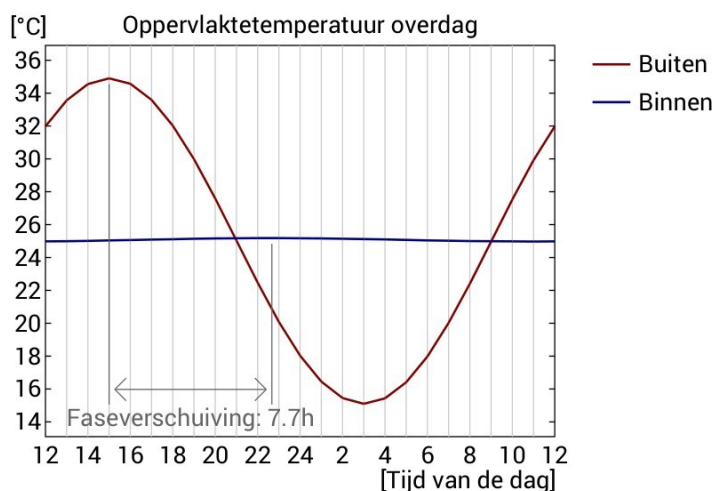
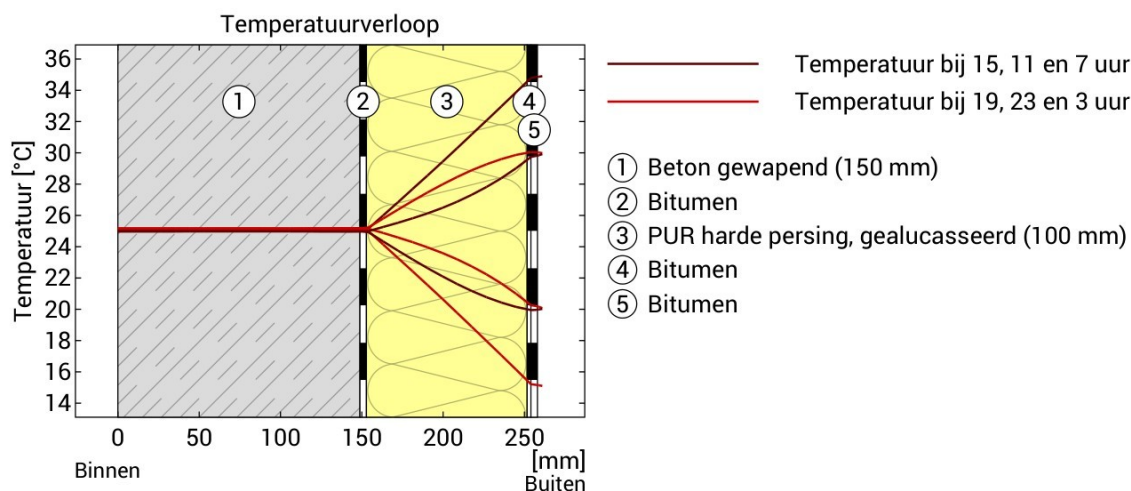
DIN 4108-3 beschrijft in paragraaf 5.3 componenten, waarvoor geen berekend bewijs van condensvorming vereist is, omdat er geen gevaar voor condensatie bestaat of omdat de procedure niet geschikt is voor beoordeling. Aan de hand van de beschikbare informatie kan niet worden beoordeeld of het onderzochte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

Es wird angenommen, dass das Dach nicht überwiegend verschattet ist und keine helle Oberfläche hat (Benutzerangabe). Dit heeft een positief effect op de droogcapaciteit.

Platdak, $R_c=4,12 \text{ m}^2\text{K/W}$

Hittebescherming

De volgende resultaten zijn eigenschappen van de geteste component alleen en doen geen uitspraak over de hittebescherming van de hele kamer:



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*	7,7 h	Thermische opslagcapaciteit (complete constructie):	333 kJ/m ² K
Amplitude damping**	96,2	Warmteopslagcapaciteit van de binnenlagen:	303 kJ/m ² K
TAV***	0,010		

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

** Amplitude damping beschrijft de demping van de temperatuurgolf 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: $TAV = 1/\text{Amplitude damping}$

Aanwijzing: De hittebescherming van een ruimte wordt beïnvloed door verschillende factoren, maar hoofdzakelijk door de directe zonnestraling door ramen en de totale hoeveelheid opslagmassa (inclusief vloer, binnenmuren en fittingen / meubels). Een enkele component heeft meestal slechts een zeer kleine invloed op de hittebescherming van de kamer.