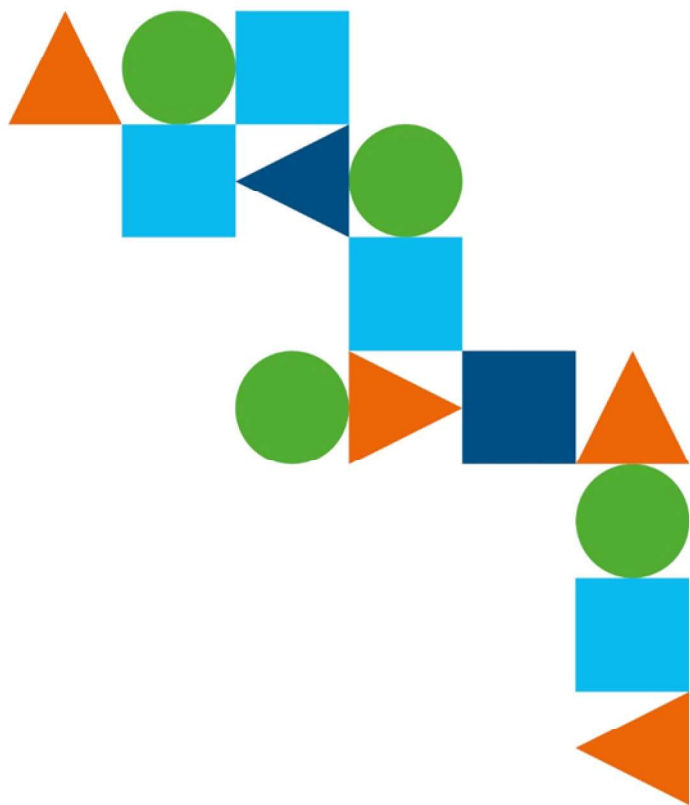


Groen van Prinsterercollege Vlaardingen

Aanvraag omgevingsvergunning - bouwfysica



Datum	28-02-2025
Projectnummer	P0529
Status	Concept
Auteur(s)	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Algemene toelichting verschillende kwaliteitsniveaus	3
2.1	Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)	3
2.2	Project specifiek kwaliteitsniveau	3
3	Daglicht.....	5
3.1	Eisen	5
3.2	Daglichtopeningen.....	5
4	Ventilatie en spuiventilatie	7
4.1	Ventilatie	7
4.2	Spuiventilatie	7
5	Isolatiewaarden	10
6	Geluid en akoestiek	12
6.1	Geluidwering van de gevel	12
6.2	Geluidwering gevel.....	12
6.3	Interne geluidisolatie	13
6.4	Geluid van installaties	15
6.5	Galm.....	15
	Bijlage 1 Berekeningen Rc-waarden	16

1 Inleiding

Het Groen van Prinstererlyceum is een Rijks monumentale school in Vlaardingen. Het Groen van Prinstererlyceum is in 1953 gebouwd naar een ontwerp van architect Elffers. Spring architecten werkt momenteel aan het ontwerp waarbij het bestaande rijks monumentale gebouw weer ingezet wordt als schoolgebouw. Daarnaast vindt uitbreiding van het pand plaats met nieuwbouw.

Binnen de randvoorwaarden van het Rijksmonument dient een veilige en gezonde school te worden gerealiseerd die voldoet aan de huidige normen voor comfort en energiezuinigheid. De ambitie is om een gebouw met een gezond binnenklimaat conform het “Programma van Eisen Frisse Scholen” te realiseren.

Uitgangspunten voor deze aanvraag omgevingsvergunning zijn de tekeningen (gevels, doorsneden, plattegronden), Spring architecten van 28-02-2025.

Bij het nemen van maatregelen dient minimaal het rechtens verkregen niveau van de BBL-voorschriften te worden behouden. In deze rapportage zijn de maatregelen opgenomen om te voldoen aan de bouwfysische eisen.

Het ontwerp van het gebouw is tot stand gekomen met de volgende partijen.

- Architect: Spring architecten
- Bouwmanagement: Onyx Vastgoedstrategie
- Adviseur installaties, bouwfysica en brandveiligheid: Merosch
- Constructeur: WSP Nederland

2 Algemene toelichting verschillende kwaliteitsniveaus

2.1 Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)

Het BBL maakt onderscheid tussen het kwaliteitsniveau voor nieuwbouwniveau (nieuwbouw en verbouw) en bestaande bouw. Voor het Groen van Prinstererlyceum geldt dit onderscheid eveneens, in verband met de verbouwing en hergebruik van het bestaande gebouw. In dit hoofdstuk zijn de kwaliteitsniveaus weergegeven, inclusief de invulling daarvan voor de onderdelen van het gebouw.

2.1.1 Nieuwbouw

Het BBL geeft voorschriften voor een te bouwen bouwwerk. Op het geheel of gedeeltelijk vernieuwen of veranderen of het vergroten van een bouwwerk zijn de nieuwbouwvoorschriften van toepassing tenzij anders (verbouwsituatie) is aangegeven.

2.1.2 Verbouw

Verbouwen heeft volgens het BBL de volgende definitie: *gedeeltelijk vernieuwen, veranderen of vergroten, anders dan vernieuwen na sloop waarbij alleen de oorspronkelijke fundering resteert.*

2.1.3 Bestaande bouw

Bij het wijzingen van een gebruiksfunctie van een bouwwerk of het opnieuw aanvragen van een omgevingsvergunning dient het gebouw te voldoen aan de voorschriften die voor een bestaande gebruiksfunctie van die categorie gelden. Dit is de absolute ondergrens en komt overeen met het reeds verkregen niveau (het actuele kwaliteitsniveau of het minimale kwaliteitsniveau voor bestaande bouw).

2.2 Project specifiek kwaliteitsniveau

Voor de Het Groen van Prinstererlyceum zijn de volgende uitgangspunten relevant

- De school betreft een bestaand gebouw. Hiervoor geldt in basis het reeds verkregen niveau/ niveau bestaande bouw.
- Voor de voorgenomen ingrepen en uitbreiding geldt het nieuwbouwniveau, tenzij er een verbouwartikel is opgenomen. Het verbouwartikel wijst minder zware voorschriften voor (verbouwniveau, VBN) of verwijst naar het reeds verkregen niveau (RVN).
- Het reeds verkregen niveau is de maatgevende kwaliteit van de huidige situatie of het BBL-niveau voor bestaande bouw.

Naast bovenstaande kunnen aanvullende eisen van toepassing zijn vanuit energiezuinigheid, gezondheid en/of comfort (bijvoorbeeld PVE frisse scholen). Deze eisen zijn toegepast, maar niet wettelijk verplicht.

Het bestaande gedeelte betreft een Rijksmonument waarbij niet alle ingrepen mogelijk zijn. Dit geeft beperkingen om te voldoen aan de (nieuwbouw) eisen van het BBL.

In tabel 1 zijn de eisen en uitgangspunten opgenomen. In de tabel zijn de volgende afkortingen aangehouden.

- NN: nieuwbouw niveau,
- RVG: reeds verkregen niveau,
- VBN: verbouwniveau,
- VG: verblijfsgebied,
- VR: verblijfsruimte.

Tabel 2-1 Overzicht kwaliteitsniveau voor onderwijsfunctie (anders dan basisonderwijs)

Gevelaspecten	Nieuwbouw niveau (NN)	Verbouw niveau (VBN)	Rechtens verkregen niveau (RVN)	Streefwaarde / advies
Spuiventilatie	VO-onderwijs: VG: geen eis VR: geen eis	VO-onderwijs: VG: geen eis VR: geen eis	VO-onderwijs: VG: geen eis VR: geen eis	VG: 6dm ³ /sm ²
Geluidwering van de gevel	VG: geluidniveau binnen: 33dB en minimaal GA,k=20dB VR: 2dB lager	= RVN	huidige situatie	VG: geluidniveau binnen: 33dB En minimaal GA,k=20dB VR: 2dB lager (Nieuwbouwniveau)
Equivalent daglicht openingen (Aeq)	VG: 5% van het vloeroppervlak VR: ≥0,5m ² .	= RVN	huidige situatie en minimaal VR: ≥0,5m ² .	VG: 5% van het vloeroppervlak VR: ≥0,5m ² . (nieuwbouwniveau) Uitzondering zijn de ruimten die vanwege de beperkingen door het monument voldoen aan het RVN
Isolatie waarden	Rc _{dak} : 6,3m ² K/W Rc _{gevel} : 4,7 m ² K/W Rc _{vloer} : 3,7 m ² K/W. U=1,65 W/m ² K glas/ kozijnen	(bij vervangen isolatie) Minimaal: Rc _{dak} 2,1 m ² K/W Rc _{gevel} 1,4 m ² K/W Rc _{vloer} 2,6 m ² K/W Uramen: U _w =2,2 W/m ² K	huidige situatie	Vloer: Rc>3,7m ² K/W (bij na-isolatie) Dak: Rc≥6,3m ² K/W (bij na-isolatie) Gevel: Rc>4,7m ² K/W (bij na-isolatie) Uramen: U _w ≤ 1,0W/m ² K (triple glas)
Geluidbeheersing	Nieuwbouw niveau (NN)	Verbouw niveau (VBN)	Rechtens verkregen niveau (RVN)	Streefwaarde / advies
Geluidisolatie (lucht/ contact)	VG: geen eis VR: geen eis	VG: geen eis VR: geen eis	VG: geen eis VR: geen eis	DNTA=39dB LNTA=59dB
Galm	VG: geen eis VR: geen eis	VG: geen eis VR: geen eis	VG: geen eis VR: geen eis	T30=0,6 seconden in de ingerichte ruimte
Installaties	Nieuwbouw niveau (NN)	Verbouw niveau (VBN)	Rechtens verkregen niveau (RVN)	Streefwaarde / advies
Ventilatie-debiet	VG: 8,5dm ³ /s per persoon	RVN	huidige situatie en minimaal VG: 3,44dm ³ /s per persoon	950ppm VG: 8,5dm ³ /s per persoon
Geluid van installaties	VR: ≤35dB	VR: ≤45dB	huidige situatie	VR: ≤33dB

3 Daglicht

3.1 Eisen

Hieronder zijn de eisen opgenomen voor de daglichttoetreding in een verblijfsruimte met onderwijsfunctie.

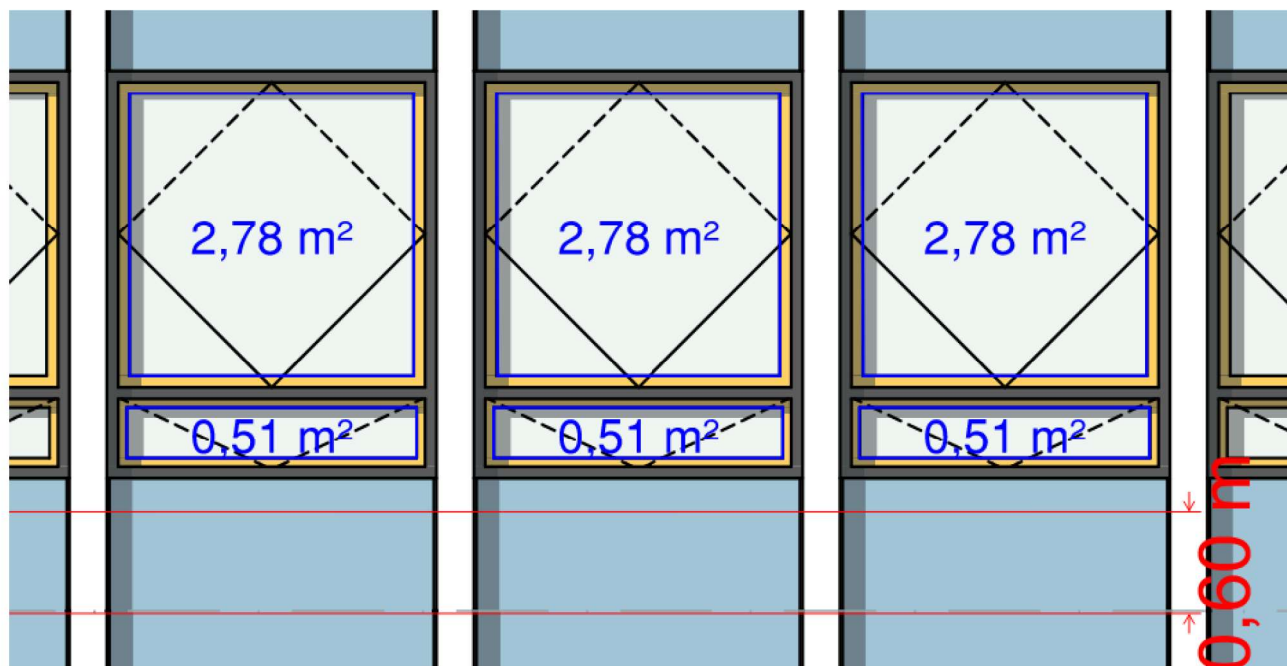
- Onderwijsfunctie: $VG > 5\%$ van het vloeroppervlak en minimaal $0,5\text{m}^2$ per verblijfsruimte
- Kantoorfunctie: $VG > 2,5\%$ van het vloeroppervlak en minimaal $0,5\text{m}^2$ per verblijfsruimte
- Bijeenkomstfunctie: geen voorschriften
- Overige gebruiksfunctie: geen voorschriften

3.2 Daglichtopeningen

Alle ruimten met een daglichteis zijn gelegen aan de gevel en voorzien van daglichtopeningen. Voor het bestaande gebouw worden geen wijzigingen aan gebracht aan de grootte van de daglichtopeningen. Met de voorgestelde grootte van de daglichtopeningen wordt voldaan aan de voorschriften uit het besluit bouwwerken leefomgeving.

- Alle ruimten met een daglichteis voldoen aan de nieuwbouweisen. Uitzondering hierop is ruimte 1.15 (kunst en cultuur). In deze ruimte wordt wel voldaan aan de eisen voor bestaande bouw.
- Er zijn enkele inpandige ruimten zonder daglicht (bijvoorbeeld de studio's in de kelder, de studieruimte/stilteruimte). Deze ruimten worden aangemerkt als bijeenkomstfunctie, geen verblijfsruimte of overige ruimte. Volgens de Arbo normen is de maximale werkduur in deze ruimten 2 uren per dag. (In ruimten waar langer dan 2 uur per dag gewerkt wordt is toetreding van daglicht verplicht).

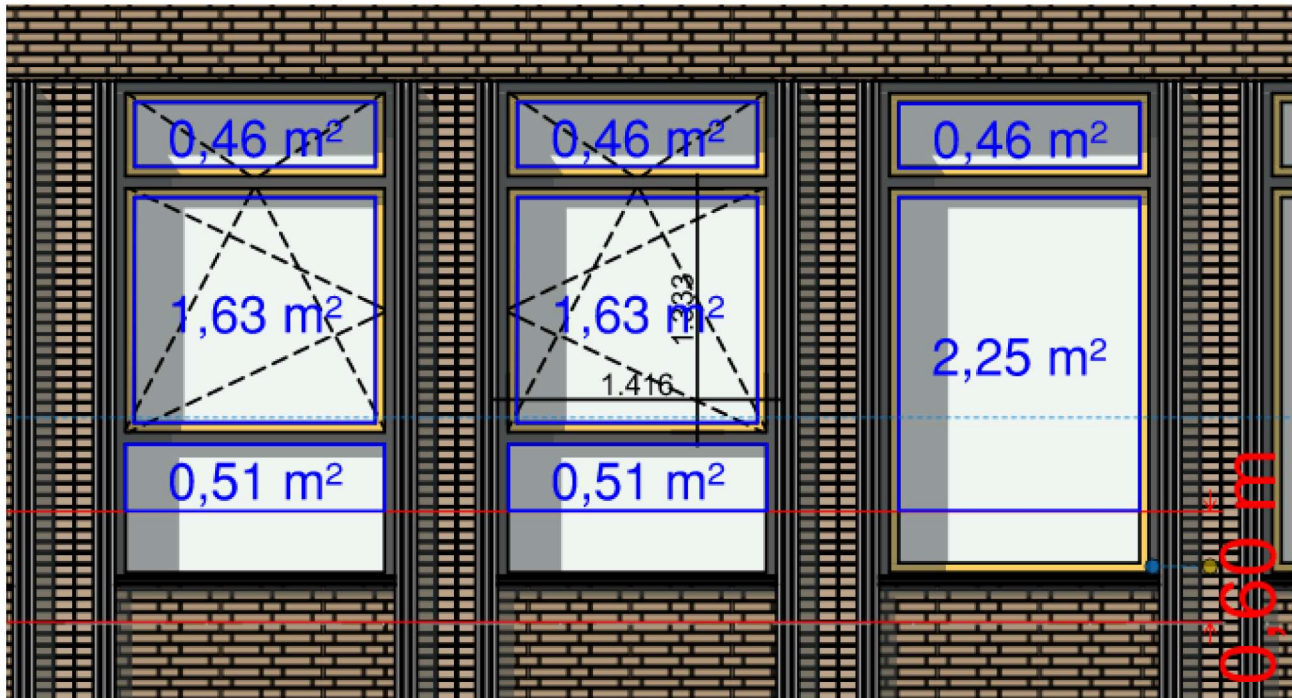
Figuur 3-1 Daglichtopeningen leslokaal bestaande bouw



Bestaande bouw:

- Eis: $A_{eq} = 55 \cdot 5\% = 2,75\text{m}^2$ per lokaal
- Aanwezig: $A_{eq} = A_d \cdot C_{bi} \cdot C_{ui} = 9,87\text{m}^2 \cdot 0,78 \cdot 1 = 7,7\text{m}^2$ per lokaal.
- Conclusie: voldoet ruimschoots aan de eis

Figuur 3-2 Daglichtopeningen leslokaal nieuwbouw



Nieuwbouw:

- Eis: $A_{eq} = 55 \cdot 5\% = 2,75 \text{ m}^2$ per lokaal
- Aanwezig: $A_{eq} = A_d \cdot C_{bi} \cdot C_{ui} = 7,91 \text{ m}^2 \cdot 0,78 \cdot 1 = 6,1 \text{ m}^2$ per lokaal.
- Conclusie: voldoet ruimschoots aan de eis

4 Ventilatie en spui ventilatie

4.1 Ventilatie

In het BBL zijn voorschriften opgenomen ten aanzien van de luchtverversing voor nieuwbouw. In dit hoofdstuk zijn de eisen voor ventilatie opgenomen.

4.1.1 Eisen BBL

In de onderstaande tabel zijn de eisen voor het ventilatiedebiet weergegeven. De luchthoeveelheden dienen te worden bepaald overeenkomstig de Nederlandse norm NEN 1087.

Tabel 4-1 Eisen ventilatiedebiet

Ruimte	BBL
Onderwijsfunctie	8,5 dm ³ /s per persoon
Bijeenkomstfunctie	4 dm ³ /s per persoon
Bijeenkomstfunctie (kinderopvang)	6,5 dm ³ /s per persoon
Kantoorfunctie	6,5 dm ³ /s per persoon
Sportfunctie (gymzaal)	6,5 dm ³ /s per persoon 6 tot 10- voudige ventilatie van kleed- en wasruimten
Verblijfsruimte met opstelplaats voor kooktoestel	21 dm ³ /s
Schacht voor een lift	3,2 dm ³ /s·m ²
Opslagruimte huishoudelijk afval > 1,5m ²	10 dm ³ /s·m ²

Bij een bezetting van 31 personen per lokaal is het minimale debiet 950m³/h per lokaal. Er wordt gebalanceerde ventilatie toegepast. Het ontwerp van het ventilatiesysteem is verder uitgewerkt in het definitief ontwerp installaties.

4.2 Spuiventilatie

In de onderstaande tabel zijn de eisen opgenomen voor de spuiventilatie in een verblijfsruimte met onderwijsfunctie. Voor een bijeenkomstfunctie en overige gebruiksfunctie zijn er geen eisen.

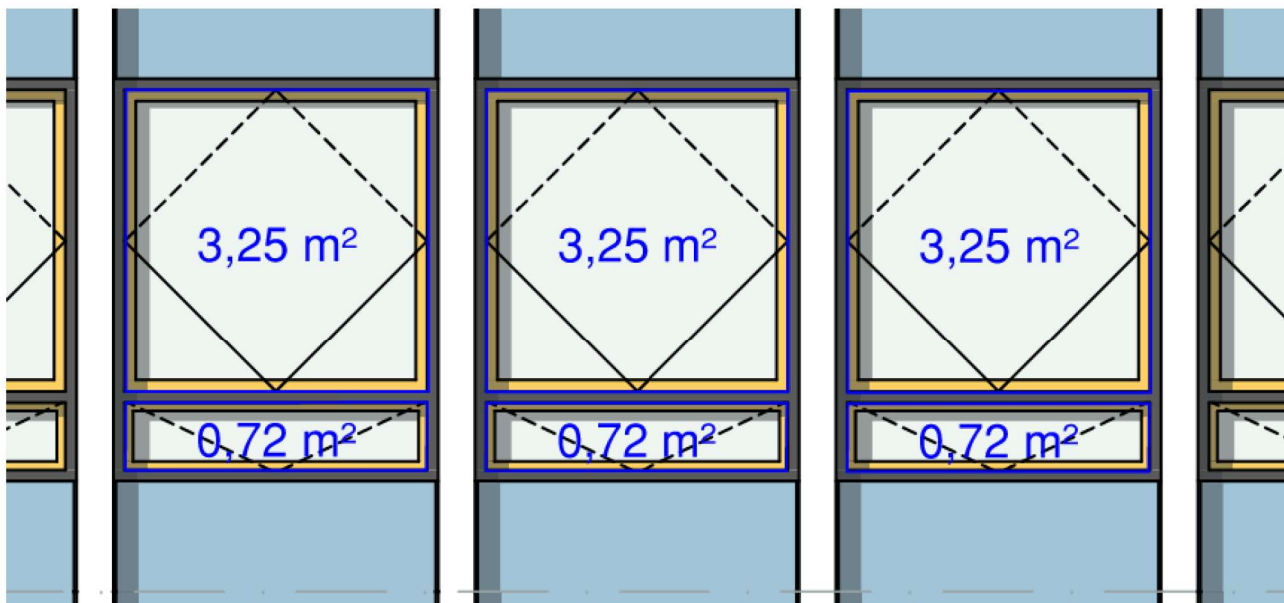
Tabel 4-2 Eisen spuiventilatie

Gevelaspecten	Nieuwbouw niveau (NN)	Verbouw niveau (VBN)	Rechtens verkregen niveau (RVN)	Uitgangspunt/ advies
Spuiventilatie	VO-onderwijs: VG: geen eis VR: geen eis	VO-onderwijs: VG: geen eis VR: geen eis	VO-onderwijs: VG: geen eis VR: geen eis	VG: 6dm ³ /sm ²

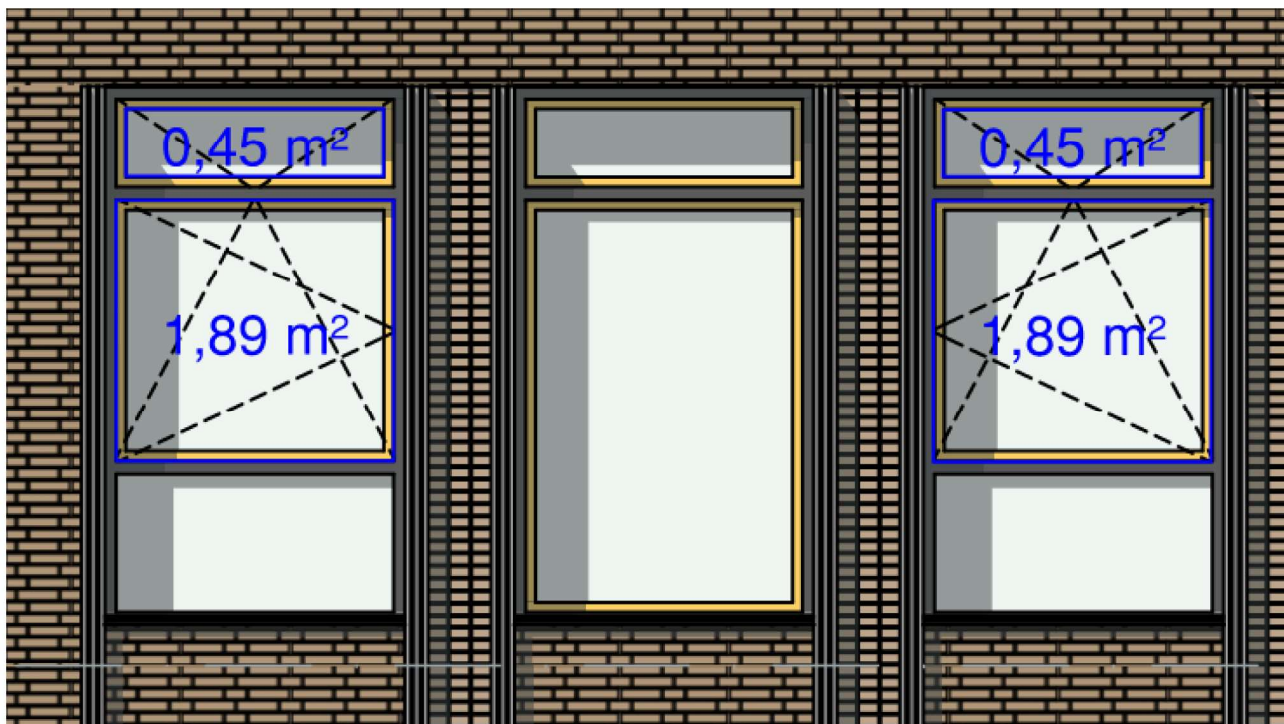
Naast de capaciteitseis (6dm³/sm²) zijn de volgende aanvullende eisen gesteld (VANUI):

- In de lokalen/ ruimten met onderwijsfunctie zijn te openen ramen opgenomen.
 - De ramen in het bestaande gebouw hebben een maximale openstand van 15°
 - De grote ramen in de nieuwbouw kunnen 90° open en de bovenlichten 15°
- Met de te openen delen in de ramen wordt voldaan aan de eisen voor de spuicapaciteit. In de onderstaande figuren zijn voor de lokalen van de bestaande bouw en van de nieuwbouw de te openen delen opgenomen.

Figuur 4-1 Bestaande situatie met in totaal 6 te openen ramen



Figuur 4-2 Nieuwe situatie met in totaal 4 te openen ramen



- In de volgende tabel zijn de lokalen getoetst aan de eisen voor spuiventilatie.

Figuur 4-3 Berekening spuiventilatie

Berekening spuiventilatie												
Onderwijsruimte bestaand	Oppervlakte [m2]	Benodigde ventilatie		Voorziening	A [m2]	Ψ	j	ΔAeff [m2]	v [m/s]	qv = Anetto x V x 1000		Opmerking
		Eis [dm3/sm2]	Capaciteit [dm3/s]							qv [dm3/s]		
Lokaal begane grond (3 ramen)	58	3	174	3x raam onder	2,16	15	0,40	0,86	0,1	86,4	150 open	
		6	348	3x raam boven	9,75	15	0,40	3,9	0,1	390	150 open	
476,4											VOLDOET	
Onderwijsruimte bestaand	Oppervlakte [m2]	Benodigde ventilatie		Voorziening	A [m2]	Ψ	j	ΔAeff [m2]	v [m/s]	qv = Anetto x V x 1000		Opmerking
		Eis [dm3/sm2]	Capaciteit [dm3/s]							qv [dm3/s]		
Lokaal begane grond (4 ramen)	53	3	159	4x raam onder	2,88	15	0,40	1,15	0,1	115,2	150 open	
		6	318	4x raam boven	13,00	15	0,40	5,2	0,1	520	150 open	
635,2											VOLDOET	
Onderwijsruimte nieuwbouw	Oppervlakte [m2]	Benodigde ventilatie		Voorziening	A [m2]	Ψ	j	ΔAeff [m2]	v [m/s]	qv = Anetto x V x 1000		Opmerking
		Eis [dm3/sm2]	Capaciteit [dm3/s]							qv [dm3/s]		
Lokaal 1e verdieping	58	3	174	2x raam onder	3,78	90	1,00	3,78	0,1	378	90o open	
		6	348	2x raam boven	0,90	15	0,40	0,36	0,1	36	150 open	
414,0											VOLDOET	

Uit bovenstaande berekeningen blijkt dat in de lokalen wordt voldaan aan de eisen voor de capaciteit van de spuiventilatie.

5 Isolatiewaarden

De berekende isolatiewaarden (Rc-waarden en U-waarden) van de thermische schil zijn weergegeven in onderstaande tabellen (bestaande bouw en nieuwbouw).

Tabel 5-1 Isolatiewaarde van de thermische schil bestaand gebouw

Scheidingsconstructie – bestaand bouwdeel	Opbouw van de constructie	Berekende isolatie waarde
Keldervloer (detail DO-400.M01)	Geen na-isolatie/ niet bereikbaar 25mm cementdekvloer 120mm betonvloer	Rc = 0,08 m²K/W
Kelderwand (detail DO-400.M01)	Voorzetwand binnenzijde, Faay 9,5mm gips 80mm PIR (0,022W/m·K) (spouw) 220mm betonwand	Rc = 4,0 m²K/W
Gevel (detail DO-400.M02)	Voorzetwand binnenzijde, Faay 9,5mm gips 80mm PIR ($\lambda=0,022\text{W/m}\cdot\text{K}$) (spouw) 220mm betonwand	Rc = 4,0 m²K/W
Dak (detail DO-400.M04)	240mm isolatie onderzijde van het bestaande dak ($\lambda=0,022\text{W/m}\cdot\text{K}$ en 5 spouwankers/m²)	Rc = 6,5 m²K/W
Ramen inclusief kozijnen (gemiddeld)	Vervangen ramen: $U=1,0\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ Triple glas Toepassen screens op zonbelaste oriëntaties	
Deuren	Geïsoleerde deuren $U = 1,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	

Tabel 5-2 Isolatiewaarde van de thermische schil nieuwbouw

Scheidingsconstructie – nieuwbouw deel	Opbouw van de constructie	Berekende isolatie waarde
Vloer boven grond of kruipruimte (detail DO-400.N06c)	70mm zandcement dekvloer 260mm betonvloer 150mm EPS isolatie ($\lambda=0,036\text{W/m}\cdot\text{K}$)	Rc = 4,3 m²K/W
HSB Gevel (detail DO-400.N06b)	100mm metselwerk 55mm spouw gevelfolie 10mm cementvezelplaat 275mm isolatie ($\lambda=0,035\text{W/m}$ en 25% hout) 12,5mm OSB 12,5mm gipskartonplaat	Rc = 5,3 m²K/W
Dak (detail DO-400.N07b)	260mm betonvloer 200-260mm afschotisolatie EPS ($\lambda=0,035\text{W/m}$ en RVS dakschroeven) 4mm bitumen	Rc = 6,4 m²K/W
Ramen inclusief kozijnen (gemiddeld)	Triple glas Zonwerend glas Geïsoleerde kozijnen Zonwering (screens) toepassen	$U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ZTA = 0,4)
Deuren	Geïsoleerde deuren Hr ⁺⁺ glas in deuren	$U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

In bijlage 1 zijn de berekeningen van de Rc-waarden opgenomen.

- Bij het vervangen van het glas en het toepassen van voorzetwanden worden ook maatregelen getroffen waarmee de luchtdichtheid van de gebouwschil zal verbeteren.
 - Een q_{v10} waarde van $< 0,6 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$ voor de gerenoveerde gebouwdelen kan daarbij gehaald worden.
 - Voor de nieuwbouw kan een infiltratiewaarde van $q_{v,10} = 0,30 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ worden bereikt. Bij het ontwerp en uitvoering dient hierbij aandacht te zijn voor het toepassen van luchtdichting.

6 Geluid en akoestiek

6.1 Geluidwering van de gevel

6.1.1 Geluidbelasting

In de onderstaande tabel zijn de eisen opgenomen voor de geluidisolatie van de gevel met onderwijsfunctie. Voor een bijeenkomstfunctie en overige gebruiksfunctie zijn er geen eisen.

Tabel 6.1 Eisen

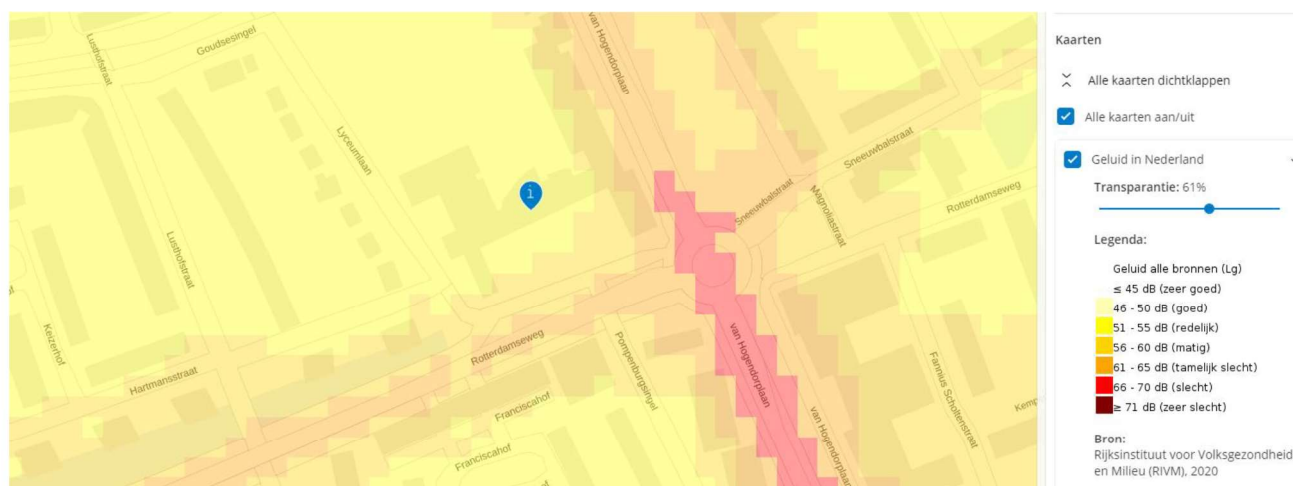
Gevelaspecten	Nieuwbouw niveau (NN)	Verbouw niveau (VBN)	Rechtens verkregen niveau (RVN)	Uitgangspunt/ advies
Geluidwering van de gevel	VG: geluidniveau binnen: 33dB en minimaal GA,k=20dB VR: 2dB lager	= RVN	huidige situatie	VG: geluidniveau binnen: 33dB En minimaal GA,k=20dB VR: 2dB lager (Nieuwbouwniveau)

De geluidbelasting op de locatie van het Groen van Prinstererlyceum is ontleend aan de geluidkaarten van Atlas Leefomgeving. Deze geluidkaarten geven een indicatie van de geluidbelasting ten gevolge van omgevingsgeluid. Op basis van deze kaart blijkt een geluidbelasting ten gevolge van wegverkeerslawaai van:

- Oostgevel (Van Hogendorplaan): $L_p = 61\text{dB}$.
- Zuidgevel (Rotterdamse weg): $L_p = 53\text{dB}$.
- Westgevel (Lyceumlaan): $L_p = 50\text{dB}$. (uitbouw tot 53dB)
- Noordgevel (binnenterrein): $L_p = 50\text{dB}$.

In de volgende figuur is de geluidkaart weergegeven.

Figuur 6-1 Geluidbelasting op de gevels van het groen van Prinsterer Lyceum in Vlaardingen



6.2 Geluidwering gevel

Bij een binnen niveau van 33dB is de minimale geluidwering van de gevel als volgt:

Tabel 6-2 Karakteristieke geluidwering van de gevel

Gevel	Geluidbelasting	Karakteristieke geluidwering van de gevel GA,k [dBA]
Oostgevel (Van Hogendorplaan)	61dB	28
Zuidgevel (Rotterdamseweg)	55dB	22

Westgevel (Lyceumlaan)	53dB (uitbouw tot 57dB)	20 / 24
Noordgevel (binnenterrein)	53dB	20

De geluidbelasting op de oostgevel bedraagt $GA,k=28\text{dB}$. Met nieuwe beglazing kan hier aan worden voldaan. De volgende maatregelen worden toegepast:

Tabel 6-3 maatregelen geluidwering van de gevel

Geveldeel	$GA,k=28\text{dB}$	$GA,k=24\text{dB}$	$GA,k=20-22\text{dB}$
Gevels	Steenachtig/ metselwerk $m>200\text{kg/m}^2$	Steenachtig/ metselwerk $m>200\text{kg/m}^2$	Steenachtig/ metselwerk $m>200\text{kg/m}^2$
Beglazing	Glas met $RA, tr=32\text{dB}$.	Glas met $RA, tr=28\text{dB}$.	Glas met $RA, tr=26\text{dB}$.
Kierdichting	Dubbel kierdichting bij te (nieuwe) openen delen.	Dubbel kierdichting bij te (nieuwe) openen delen.	Dubbel kierdichting bij te (nieuwe) openen delen.
Kozijnen	(aluminium, kunststof of hout) $RA, tr=31\text{dB}$.	(aluminium, kunststof of hout) $RA, tr=31\text{dB}$.	(aluminium, kunststof of hout) $RA, tr=31\text{dB}$.
Aansluiting kozijnen/ gevel	Voorzien van een lat	Voorzien van een lat	Voorzien van een lat
Ventilatie	balansventilatie (geen gevelroosters)	balansventilatie (geen gevelroosters)	balansventilatie (geen gevelroosters)

6.3 Interne geluidisolatie

6.3.1 Geluideisen

Om aan de gewenste luchtgeluidisolatie tussen de verschillende ruimten te voldoen, dienen geluidwerende maatregelen te worden genomen. In het BBL zijn geen voorschriften opgenomen. Maar in het programma van eisen frisse scholen zijn de volgende voorschriften voor luchtgeluidisolatie en de contactgeluidisolatie tussen de ruimten in de school opgenomen (deze zijn dus niet wettelijk vereist):

- De luchtgeluidisolatie (DnT,A) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijv. kantoren), sanitair en technische ruimten is ten minste 39dB.
- De luchtgeluidisolatie (DnT,A) tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten minste 25dB.
- De luchtgeluidisolatie (DnT,A) tussen een leslokaal en een leerplein is ten minste 31 dB.
- Bij een tussendeur in de scheidingswand tussen twee leslokalen is de luchtgeluidisolatie (DnT,A) ten minste 34dB.
- Het gewogen contactgeluidniveau (LnT,A) tussen leslokalen onderling en aangrenzende verblijfsruimten (bijv. leerpleinen, kantoren), sanitair en technische ruimten is ten hoogste 59 dB.
- Het gewogen contactgeluidniveau (LnT,A) tussen leslokalen en aangrenzende verkeersruimten en bergingen is ten hoogste 69 dB.
- Hinderlijke trillingen van de vloer of trappen door lopen/bewegen of muziek worden voorkomen. Met de onderstaande maatregelen vind hiervoor een sterke verbetering plaats ten opzichte van de huidige situatie.

6.3.2 Toegepaste wanden

- Met metselwerkwanden wordt voldaan aan de gestelde eis van $DNTA=39\text{dB}$ en lager.
- Bij toepassing van een nieuwe metalstudwand is de geluidisolatiewaarde
 - Voor de wanden tussen lokalen: $Rw\geq 49\text{dB}$.
 - Voor de gangwanden: $Rw\geq 41\text{dB}$
- Geen doorgaande kanalen of kabelgoten aanbrengen door de wanden tussen 2 verblijfsruimten.
- De wanden die worden hergebruikt dienen goed te worden afgedicht.
 - Doorvoeren
 - (Sonorex) geluidscherm boven het verlaagd plafond
- Let op de geluidisolatie bij de gangwanden
 - Doorvoeren van technische installaties (ventilatiekanalen en overstroomvoorzieningen)
 - Kieren en naden bij de deuren

6.3.3 Muzieklokalen en studio's

Voor de muzieklokalen en studio's zijn aanvullende eisen geformuleerd. De luchtgeluidisolatie is $RA=50\text{dB}$ naar aangrenzende verblijfsruimten. Voor de gangwanden geldt een eis van $DNTA=39\text{dB}$. De volgende maatregelen dienen te worden genomen:

- Studio's en muzieklokalen: uitvoeren als doos-in-doos constructie.
- De wanden tussen de studio's uitvoeren met een metalstud wand met gescheiden stijlen en regels, vulling met minerale wol en aan weerszijden 2 gips(vezel)platen. De geluidprestatie van de wand is minimaal $R_w=69\text{dB}$.
- Het plafond voorzien van een extra geluidwerend plafond door middel van een gesloten vrij hangend metal stud plafond onder de constructievloer. (2x gipsplaat op spouw met minerale wol en verend afgehangen). Daaronder akoestisch plafond (galm)
- De gangdeuren moeten geluidwerend worden uitgevoerd met een praktijkgemeten waarde van $R_{w,p}>45\text{dB}$ (deurblad inclusief kozijnen en kieren).

6.3.4 Toegepaste vloeren

In verband met het gewenste luchtgeluidniveauverschil en contactgeluidniveau worden de vloeren als volgt te worden uitgevoerd.

Tabel 6-4 Opbouw van de vloeren

Constructiedeel met vereiste massa	Nieuwbouw met werkelijke massa massieve vloer	Bestaande bouw met werkelijke massa massieve vloer
Dak 250-300kg/m ²	260mm / 320mm kanaalplaatvloer (383/429kg/m ²) Verlaagd plafond Totaal >300kg/m ²	90mm beton (216kg/m ²) Verlaagd plafond Totaal ca 216kg/m ² .
Verdiepingsvloer: 600kg/m ² massieve vloer	320mm kanaalplaatvloer (429kg/m ²) 70mm cementdekvloer (120kg/m ²) Verlaagd plafond Totaal ca 550kg/m ²	25mm cementdekvloer (42kg/m ²) 120mm betonvloer (288kg/m ²) Verlaagd plafond Totaal ca 330kg/m ²
Begane grondvloer 450-500kg/m ² massieve vloer	260mm kanaalplaatvloer (383kg/m ²) 70mm cementdekvloer (120kg/m ²) Totaal ca 500kg/m ²	25mm cementdekvloer 120mm betonvloer Totaal ca 330kg/m ²
Gevels	HSB binnen spouwblad ontkoppeld ter plaatse van wanden tussen de lokalen Metselwerk: 200kg/m ²	220mm beton

Onder de vloer wordt overal een akoestisch (systeem) plafond aangebracht ten behoeve van de nagalmtijd in de ruimte. Dit plafond draagt ook iets bij aan de geluidisolatie tussen de ruimten (tot ca 5dB).

Verdiepingsvloeren bestaande bouw

- De bestaande vloeren hebben een massa van ca 330kg/m². Deze vloer blijft gehandhaafd. Met deze massa worden de volgende prestaties gehaald:
 - $DNTA=51\text{dB}$
 - $LNTA=67\text{dB}$

Verdiepingsvloeren nieuwbouw

- De vloeren hebben een massa van ca 550kg/m². Met deze massa worden de volgende prestaties gehaald:
 - $DNTA=55\text{dB}$
 - $LNTA=60\text{dB}$

6.4 Geluid van installaties

Volgens het PVE frisse scholen klasse B geldt een maximaal geluidniveau in de leslokalen van $L_{i,A}=33\text{dB}$. (De BBL norm is $L_{iA,k}=35\text{dB}$). Om te voldoen aan deze eisen worden de volgende maatregelen getroffen.

- De aanvoer en retourkanalen van de luchtbehandeling kasten voorzien van geluiddempers. Dit geldt ook voor de afblaas en aanzuigkanalen.
- De aansluiting van de inblaas/afzuig roosters van de kanalen dienen te worden voorzien van goede geluiddempers, bijvoorbeeld flexibele akoestische slangen.
- Een bocht in het kanaalsysteem altijd uitvoeren met een vast element, niet met een flexibele slang.
- Alle verbindingen in het kanalenstelsel luchtdicht afwerken
- Sanitaire toestellen en installaties voor de aan- en afvoer van water worden overeenkomstig de NPR 5075 ontworpen met een voordruk van maximaal 0,6 MPa.
- Geen plaatselijke snelheidsverhoging in de toevoerleidingen van het water door scherpe bochten, vernauwingen en aftakkingen.
- Appendages en leidingen niet star op de constructie bevestigen, maar door middel van trilling isolerende bevestigingsmiddelen.
- De geluidsproductie van de warmtepomp dient nader te worden bepaald. (Geluidstechnisch heeft het de voorkeur om een water-water warmtepomp op te stellen voor de ruimteverwarming).

Zie verder het installatietechnisch ontwerp

6.5 Galm

Om de nagalmtijd voldoende te beperken worden de volgende voorzieningen getroffen.

6.5.1 Leslokalen

- Overall een hoogwaardig akoestisch verlaagd plafond met een absorptiewaarde van 0,95
- Afhanghoogte/ plenum >220mm.
- De absorptiewaarde bij 125Hz is $\geq 0,6$ (met extra inlage).
- Toepassen van geluidabsorptie aan de achterwand, afhankelijk van de absorptiewaarde van het gekozen (systeem)plafond. Houdt rekening met 6m^2 per lokaal (bij de lokalen met een hoogte van 3,2 meter).

6.5.2 Overige ruimten

- Advies in de trappenhuizen: akoestische absorptie onder de bordessen en plafonds.
- In de verkeersruimten/ leerpleinen dient een geluidsabsorberend plafond te worden toegepast met een absorptie coëfficiënt van $\alpha_w > 0,9$.
- Een plafond met een absorptiewaarde van $\alpha_w > 0,9$ wordt eveneens toegepast in de andere verblijfsruimten (kantoren, spreekkamers etc.).
- In de sanitaire ruimten een akoestisch plafond toepassen met een absorptie coëfficiënt van $\alpha_w > 0,7$.
- In de volgende ruimten worden extra (wand)voorzieningen toegepast:
 - Kantine 0.06b: gehele plafond en 80m^2 wandvoorzieningen, Ecophon wall panel o.g.
 - Collegezalen: gehele plafond en gehele achterwand vanaf 2 meter hoog tot plafond, Ecophon wall panel o.g.
 - Kunst en cultuur (1.16 en 1.17): gehele plafond en 50m^2 wandvoorzieningen, Ecophon wall panel o.g.
 - kunst en cultuur werkplek (1.20): gehele plafond en 15m^2 wandvoorzieningen, Ecophon wall panel o.g.

6.5.3 Overig

- Wandvoorzieningen en interieur (nissen, kasten, digibord etc.) voor verstrooiing van het geluid.
- Geen/ beperkt harde evenwijdige (wand)vlakken toepassen.
- Het genoemde systeemplafond heeft hoogwaardige absorberende eigenschappen. Bij de keuze voor een ander plafond is het mogelijk dat aanvullende voorzieningen moeten worden getroffen.

Bijlage 1 Berekeningen Rc-waarden

Keldervloer

Vloer
aangemaakt op 30.1.2025

Thermische isolatie

$R_c = 0,0779 \text{ m}^2\text{K/W}$

DIN 4108*: $R > 0,9 \text{ m}^2\text{K/W} + R_{si} + R_{se}$

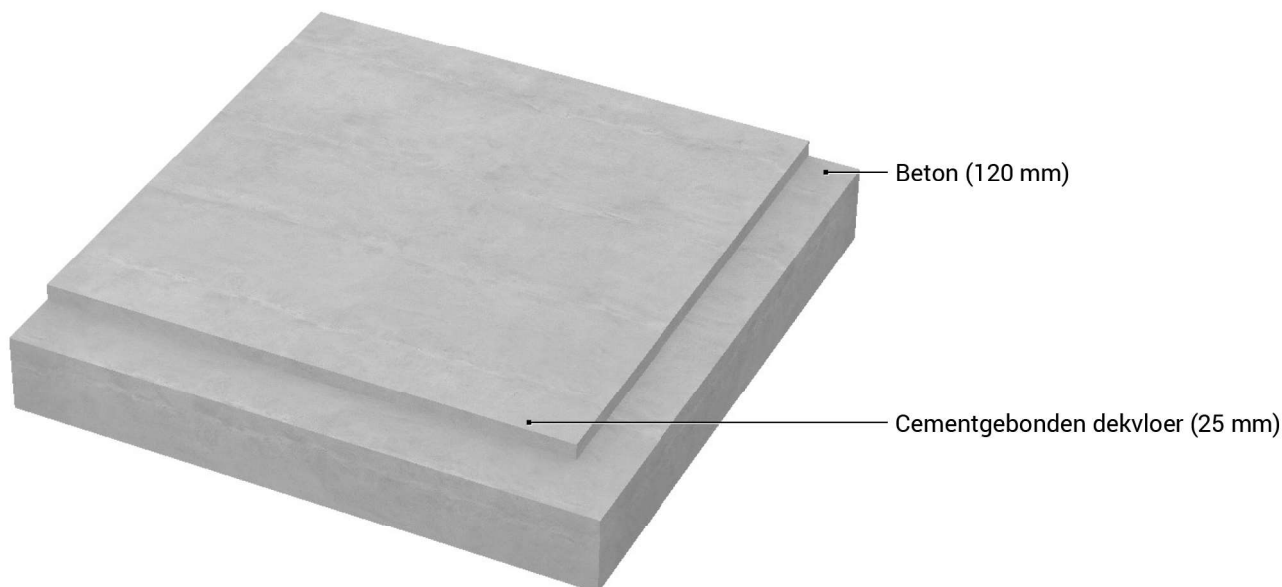


Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

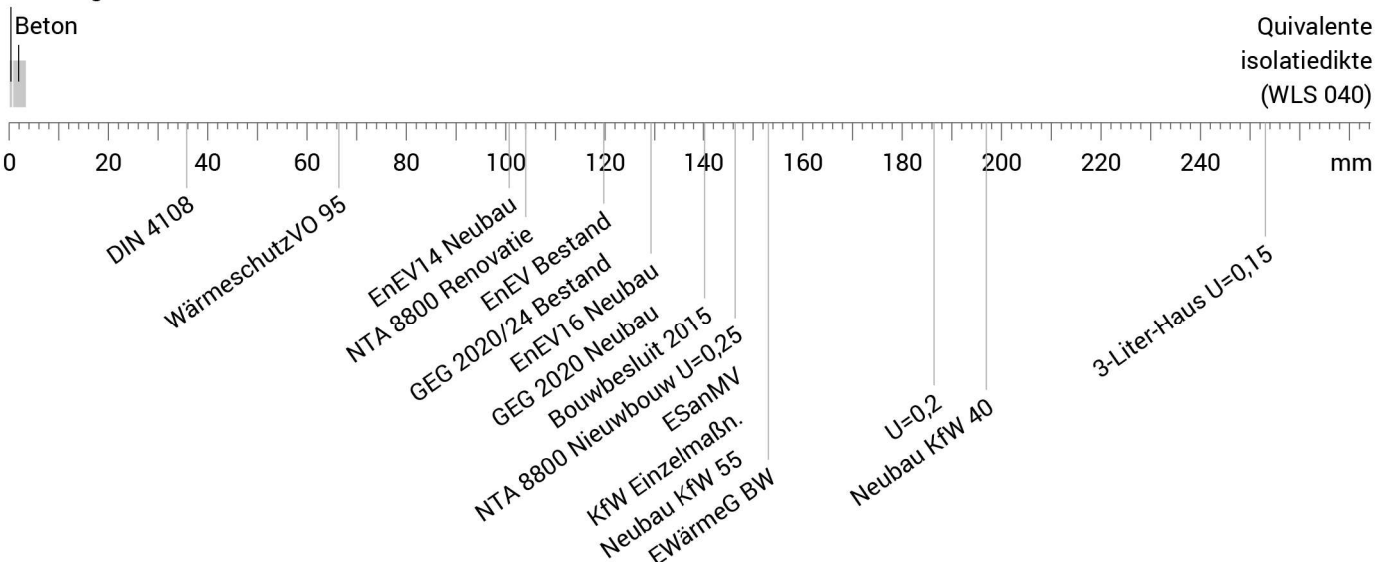
Temperatuur amplitude demping: 1,2
Faseverschuiving: 3,0 h
Warmtecapaciteit binnen: 69 kJ/m²K



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 W/mK.

Cementgebonden dekvloer



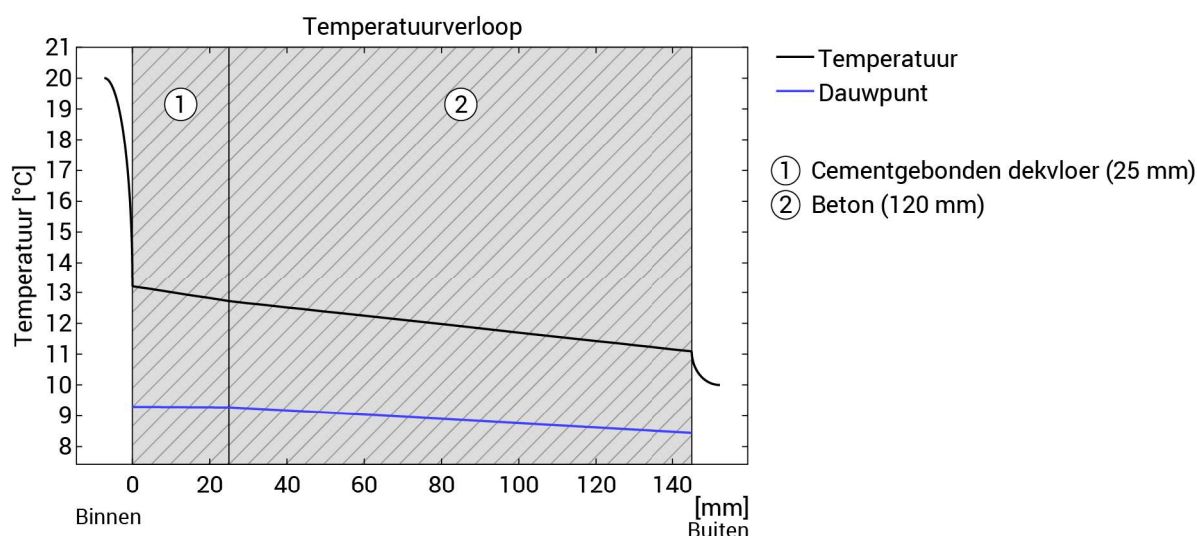
Kamerlucht: 20,0°C / 50%
Onverwarmde kamer: 10,0°C / 90%
Oppervlaktetemperatuur.: 13,2°C / 11,1°C

µd-waarde: 16,0 m
Droogreserve: 199 g/m²a

Dikte: 14,5 cm
Gewicht: 338 kg/m²
Warmtecapaciteit: 324 kJ/m²K

☐ BEG Einzelmaßn. ☐ GEG 2020/24 Bestand ☐ GEG 2023/24 Neubau ☐ DIN 4108

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*		0,170	13,2	20,0	
1	2,5 cm Cementgebonden dekvloer	1,400	0,018	12,7	13,2	50,0
2	12 cm Beton	2,000	0,060	11,1	12,7	288,0
	Warmteovergangsweerstand*		0,170	10,0	11,1	
	14,5 cm Gehele constructie		0,418			338,0

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening. Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn $R_{si}=0,25$ en $R_{se}=0,04$ volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	13,2°C	13,2°C	13,2°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	11,1°C	11,1°C	11,1°C

Keldervloer, $R_c=0,0779 \text{ m}^2\text{K/W}$

Vochtbescherming

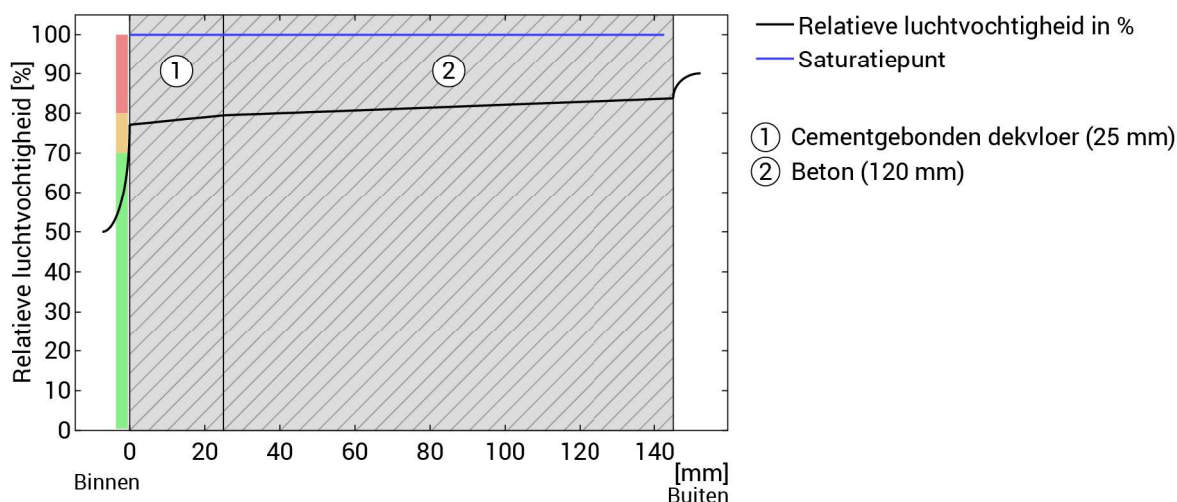
Voor de berekening van de hoeveelheid condensatiewater werd de component gedurende 90 dagen blootgesteld aan het volgende constante klimaat: binnen: 20°C und 50% Luchtvochtigheid; buiten: 10°C und 90% Luchtvochtigheid (Klimaat volgens gebruikersinvoer).

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

#	Materiaal	μ d-waarde [m]	Condenswater [kg/m ²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	2,5 cm Cementgebonden dekvloer	0,38	-	50,0
2	12 cm Beton	15,60	-	288,0
	14,5 cm Gehele constructie	15,98	0	338,0

Luchtvochtigheid

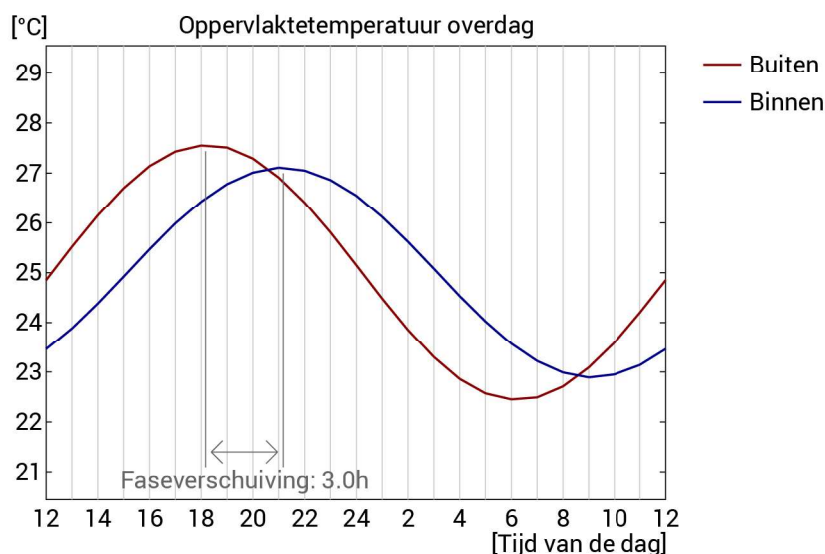
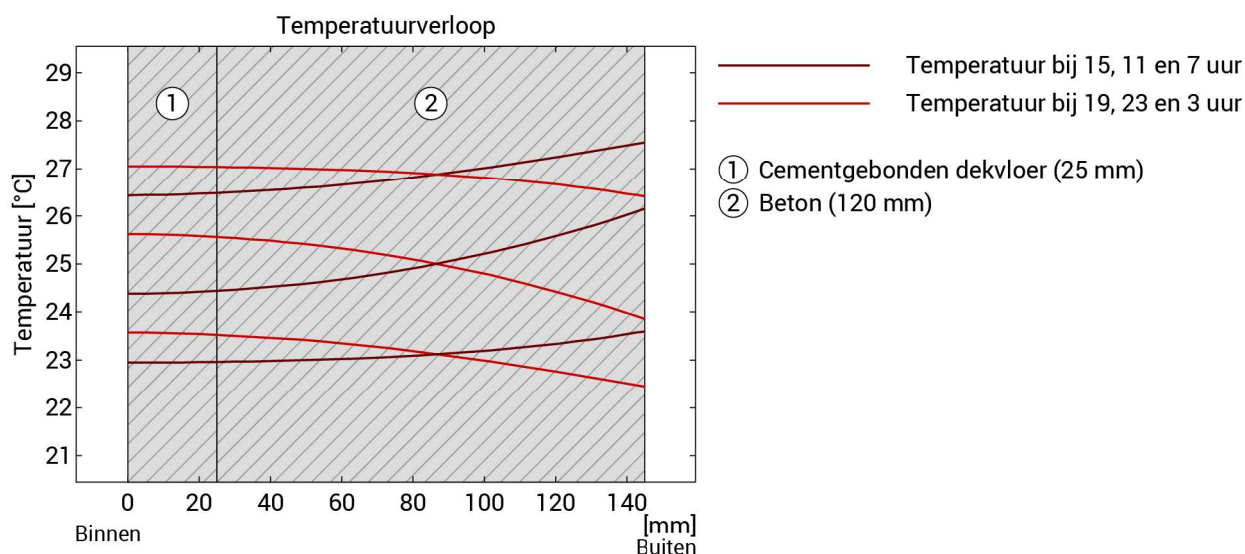
De oppervlaktetemperatuur aan de kamerzijde is 13,2°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 77%. Sommige schimmelsoorten gedijen bij een luchtvochtigheid van 70% of meer, schimmelgroei kan niet worden uitgesloten. Om schimmelgroei te voorkomen moet de oppervlaktetemperatuur verhoogd worden door (aanvullende) isolatie. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.



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

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*	3,0 h	Thermische opslagcapaciteit (complete constructie):	324 kJ/m ² K
Amplitude damping**	1,2	Warmteopslagcapaciteit van de binnenlagen:	69 kJ/m ² K
TAV***	0,824		

* 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 binnenkant, 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.

Gevel/kelderwand bestand

Buitenwand
aangemaakt op 1.9.2025

Thermische isolatie

$R_c = 3,62 \text{ m}^2\text{K/W}$

Bouwbesluit 2015*: $R_c > \text{m}^2\text{K/W}$



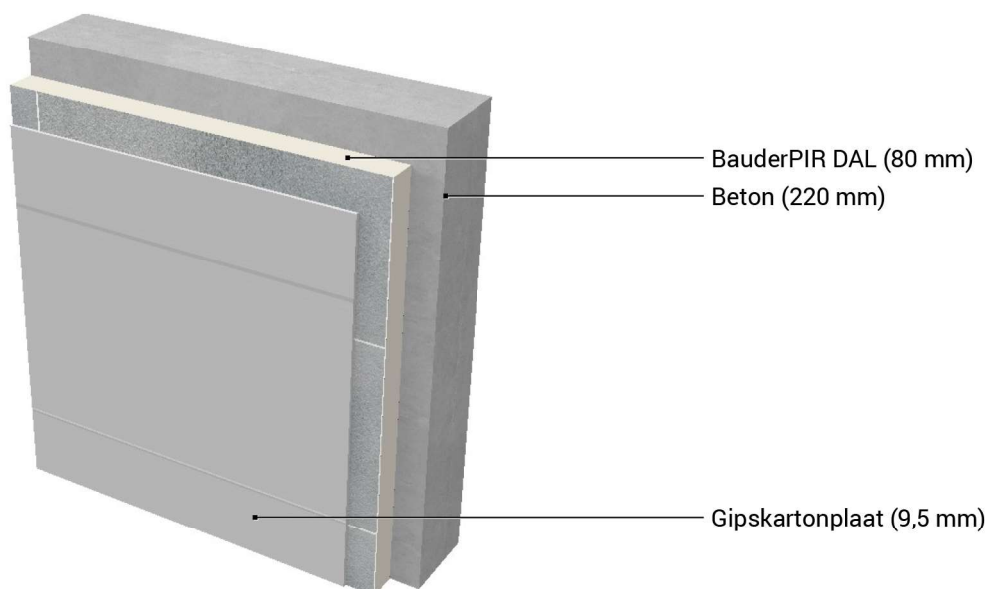
Vochtbescherming

Droogt 57 dagen
Condenswater: $1,3 \text{ g/m}^2$



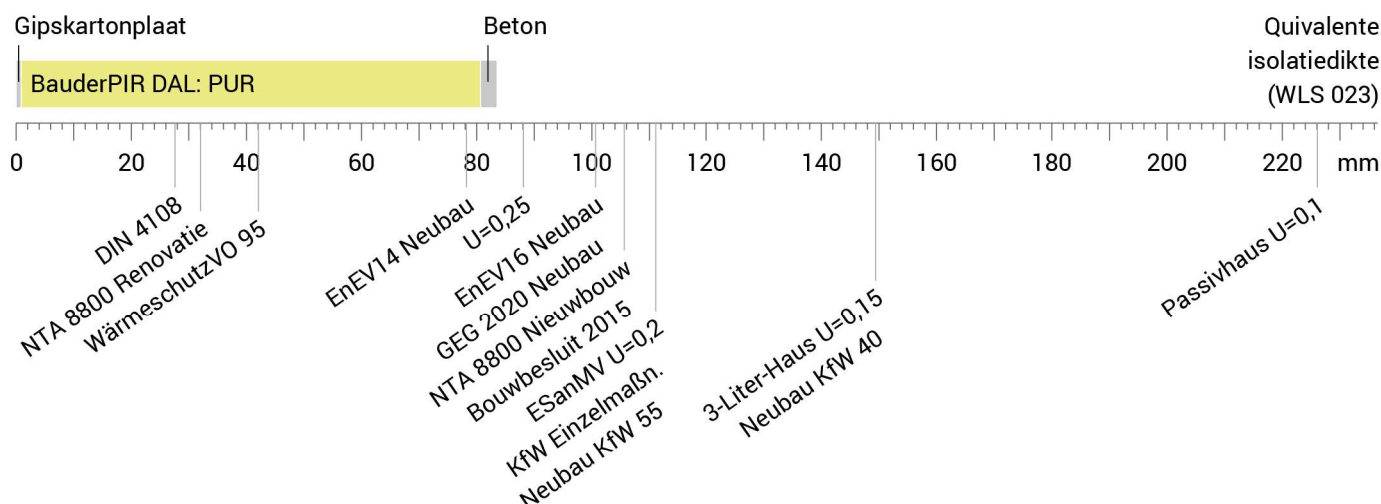
Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 4,2
Faseverschuiving: 9,8 h
Warmtecapaciteit binnen: $20 \text{ kJ/m}^2\text{K}$



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 $0,023 \text{ W/mK}$.



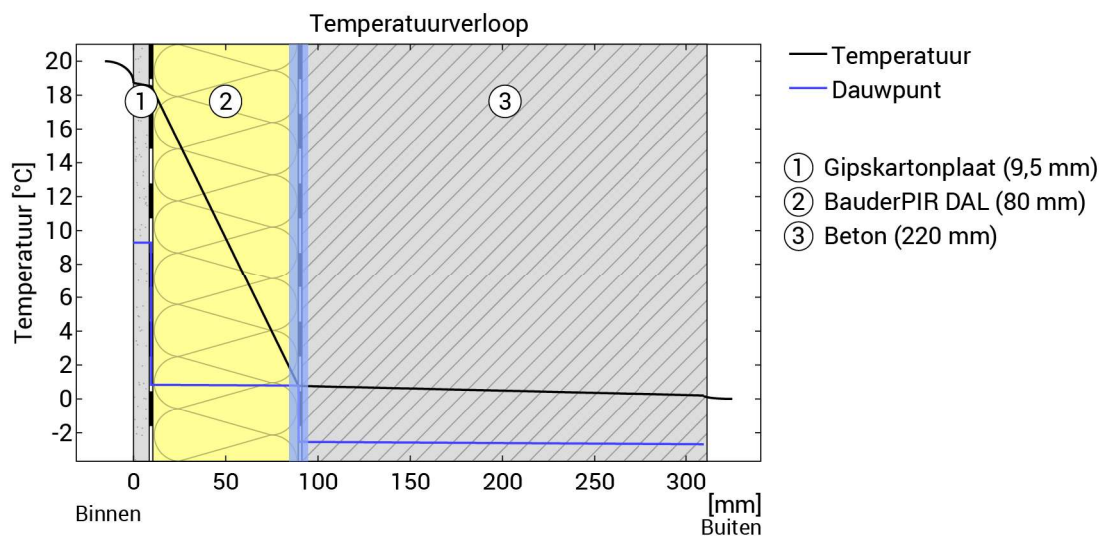
Kamerlucht: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Omgevingslucht: $0,0^\circ\text{C} / 80\%$
Oppervlaktetemperatuur.: $18,7^\circ\text{C} / 0,2^\circ\text{C}$

μ_d -waarde: 1531,8 m
Droogreserve: $1 \text{ g/m}^2\text{a}$

Dikte: 30,9 cm
Gewicht: 537 kg/m^2
Warmtecapaciteit: $511 \text{ kJ/m}^2\text{K}$

☐ Bouwbesluit 2015 ☐ BEG Einzelmaßn. ☐ GEG 2020/24 Bestand ☐ GEG 2023/24 Neubau

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*		0,130	18,7	20,0	
1	0,95 cm Gipskartonplaat	0,250	0,038	18,5	18,7	6,5
2	0,01 cm BauderPIR DAL: Alu	160,000	0,000	18,5	18,5	0,3
	7,98 cm BauderPIR DAL: PUR	0,023	3,470	0,8	18,5	1,8
	0,01 cm BauderPIR DAL: Alu	160,000	0,000	0,8	0,8	0,3
3	22 cm Beton	2,000	0,110	0,2	0,8	528,0
	Warmteovergangsweerstand*		0,040	0,0	0,2	
	30,95 cm Gehele constructie		3,788			536,8

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening. Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn $R_{si}=0,25$ en $R_{se}=0,04$ volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,7°C	18,7°C	18,7°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	0,2°C	0,2°C	0,2°C

Gevel/kelderwand bestaand, $R_c=3,62 \text{ m}^2\text{K/W}$

Vochtbestendigheid volgens DIN 4108-3:2014 Aanhangsel A

De door u opgegeven temperaturen en/of luchtvochtigheid komt niet overeen met DIN 4108-3. Deze analyse werd uitgevoerd met de waarden gespecificeerd door DIN 4108-3: 20°C / 50% vochtigheid binnenin en -5°C / 80% vochtigheid buiten.

Dit vochtbeschermingscertificaat is alleen geldig voor **niet-airconditioned** woongebouwen.

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]
Warmteovergangswaarde			0,250					
1	0,95 cm Gipskartonplaat	0,250	0,038	0,04	680	18,40	2116	0
2	0,01 cm BauderPIR DAL: Alu	160,000	0,000	750	2700	18,16	2084	0,04
	7,98 cm BauderPIR DAL: PUR	0,023	3,470	3,19	23	18,16	2084	750
	0,01 cm BauderPIR DAL: Alu	160,000	0,000	750	2700	-4,04	436	753
3	22 cm Beton	2,000	0,110	28,6	2400	-4,04	436	1503
Warmteovergangswaarde			0,040			-4,74	410	1532

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

Vochtigheid aan het oppervlak van de component

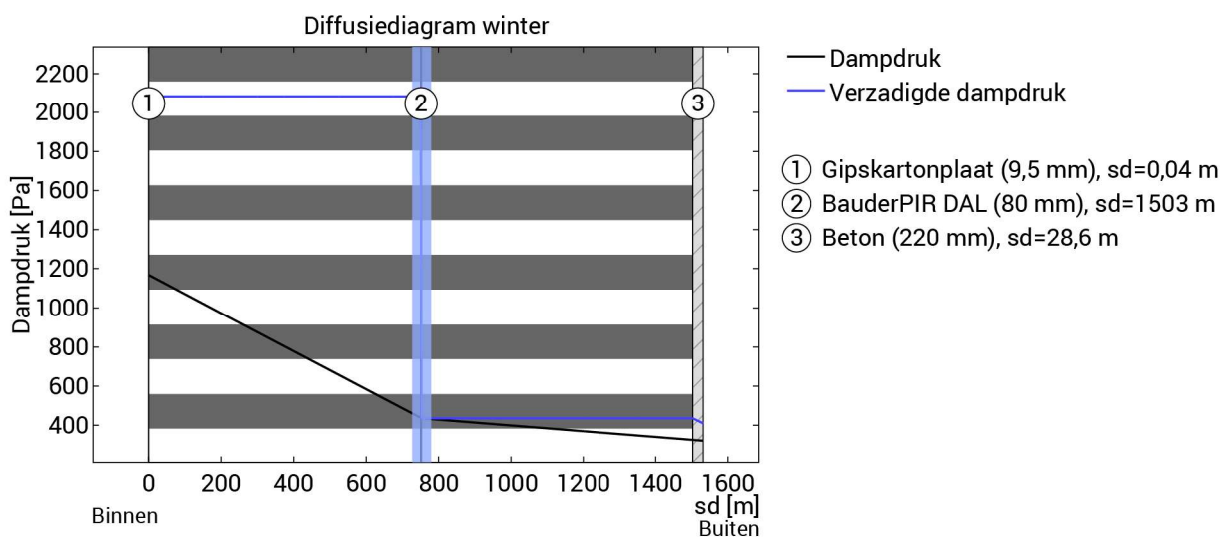
De relatieve luchtvochtigheid op het componentoppervlak aan de kamerzijde is 55%. Eisen voor het voorkomen van corrosie van bouwmaterialen zijn afhankelijk van materiaal en coating en zijn niet onderzocht.



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	$\delta_0 = 2.0E-10 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{sPa})$
μ -waarde (Volledig constructie)	$sde = 1.531,83 \text{ m}$



condensatieniveau c_1 : Tussen BauderPIR DAL: PUR en BauderPIR DAL: Alu
bij $sd_{c1}=753,23 \text{ m}$; $p_{c1}=436 \text{ Pa}$; $x_1=8,94 \text{ cm}$

Condensatiewaterhoeveelheid: $M_c = t_c * \delta_0 * ((p_i - p_{c1})/sd_{c1} - (p_{c1} - p_e)/(sde - sd_{c1})) = 0,001 \text{ kg/m}^2$

Für Schicht BauderPIR DAL: PUR wurde noch kein Wasseraufnahmekoeffizient hinterlegt. Es wird deshalb angenommen, dass mindestens eine Schicht nicht kapillar Wasseraufnahmefähig ist.

Für Schicht BauderPIR DAL: Alu wurde noch kein Wasseraufnahmekoeffizient hinterlegt. Es wird deshalb angenommen, dass mindestens eine Schicht nicht kapillar Wasseraufnahmefähig ist.

De maximaal toelaatbare hoeveelheid condenswater is ten minste 0,5 kg/m².

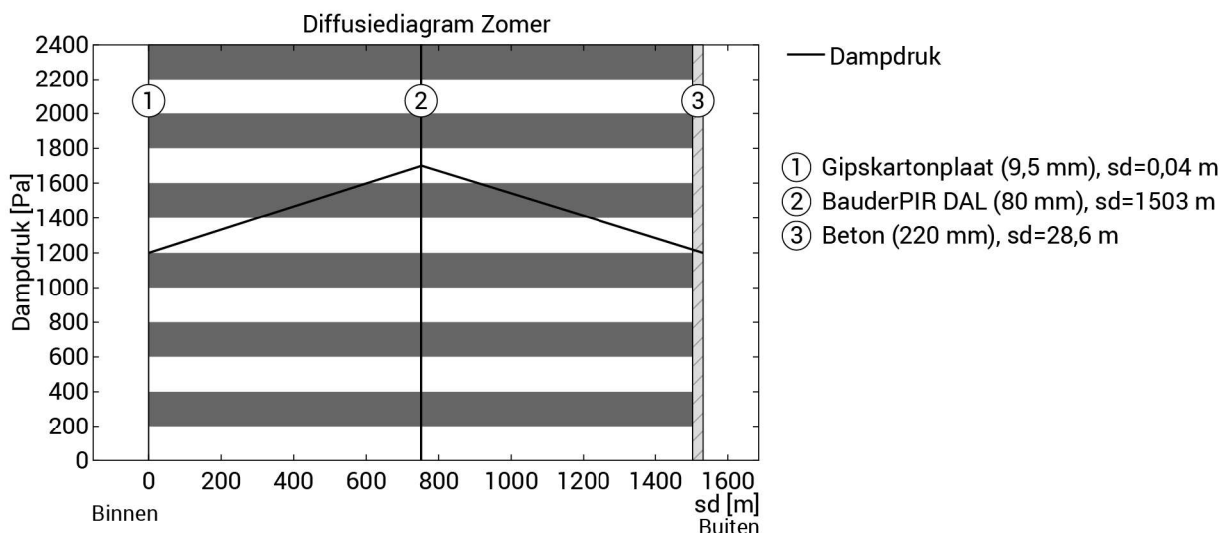
Totaal condensatiewater: $M_c = 0,001 \text{ kg/m}^2$



Gevel/kelderwand bestaand, $R_c=3,62 \text{ m}^2\text{K/W}$

Verdampingsperiode (zomer)

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)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
μ -waarden blijven ongewijzigd.	



Maximaal mogelijke verdampingssnelheid:

$$M_{ev} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i)/s_{d_{c1}} + (p_s - p_e)/(s_{d_e} - s_{d_{c1}})) = 0,002 \text{ kg/m}^2$$

De hoeveelheid condenswater van $0,001 \text{ kg/m}^2$ kan volledig droog zijn.



Evaluatie volgens DIN 4108-3

De constructie is diffusietechnisch toegestaan.

Droogreserve (DIN 68800-2)

$$\text{Droogreserve: } M_r = (M_{ev} - M_c) \cdot 1000 = 1 \text{ g/m}^2/\text{a}$$

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

Aanwijzing

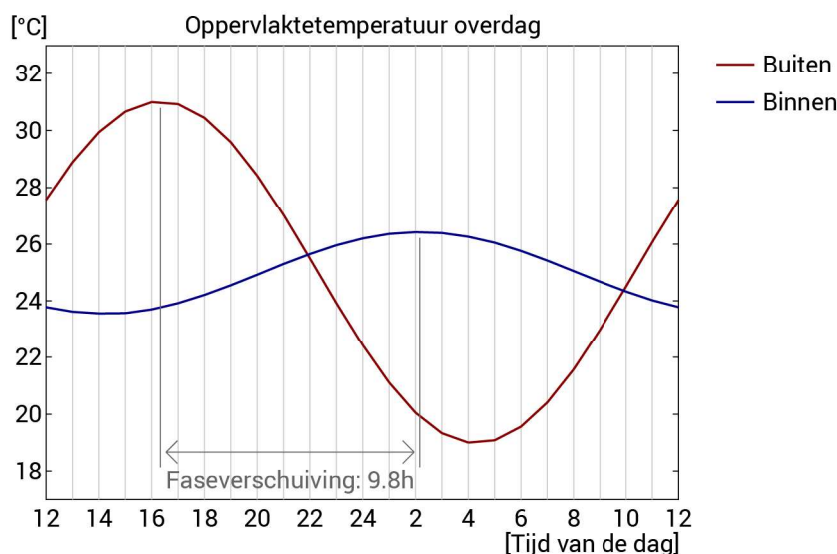
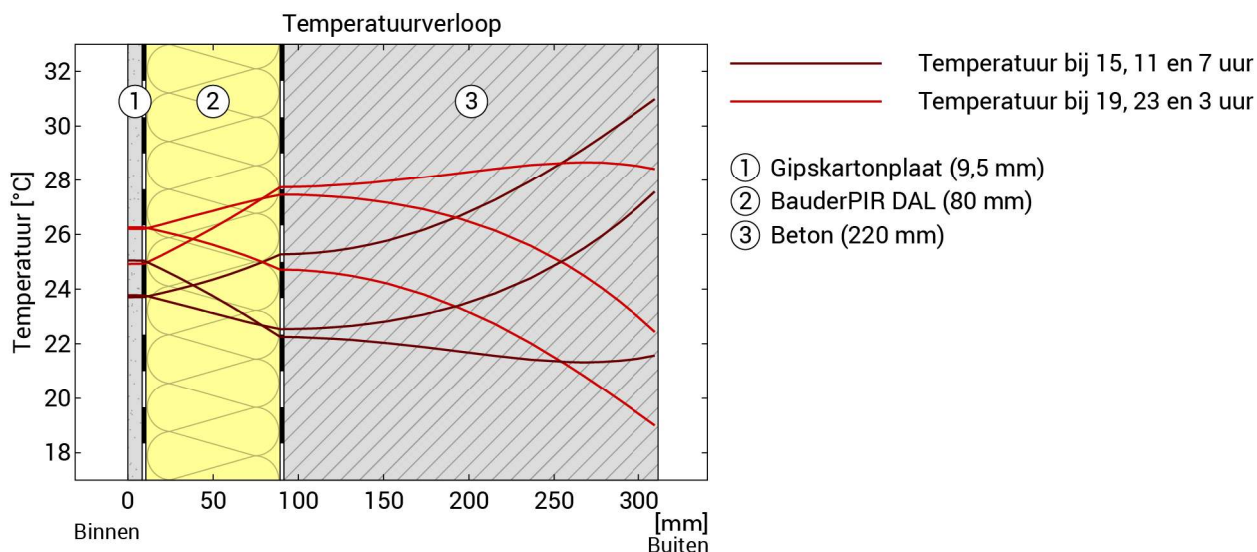
De methode van DIN 4108-3 is niet van toepassing voor latere inwendige isolatie met $R > 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ op enkelwandige buitenwanden met duidelijke verzonken en capillaire eigenschappen. De waterabsorptiecoëfficiënt van het metselwerk is $A_w = 0,75 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0.5})$, d.w.z. gemarkeerde verzonken en capillaire eigenschappen worden niet verondersteld. De procedure is van toepassing.

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.

Gevel/kelderwand bestaand, $R_c=3,62 \text{ m}^2\text{K/W}$

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*	9,8 h	Thermische opslagcapaciteit (complete constructie):	511 kJ/m ² K
Amplitude damping**	4,2	Warmteopslagcapaciteit van de binnenlagen:	20 kJ/m ² K
TAV***	0,238		

* 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 binnenkant, 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.

Dak bestand

Dakconstructie
aangemaakt op 1.9.2025

Thermische isolatie

$R_c = 6,56 \text{ m}^2\text{K/W}$

Bouwbesluit 2015*: $R_c > \text{m}^2\text{K/W}$



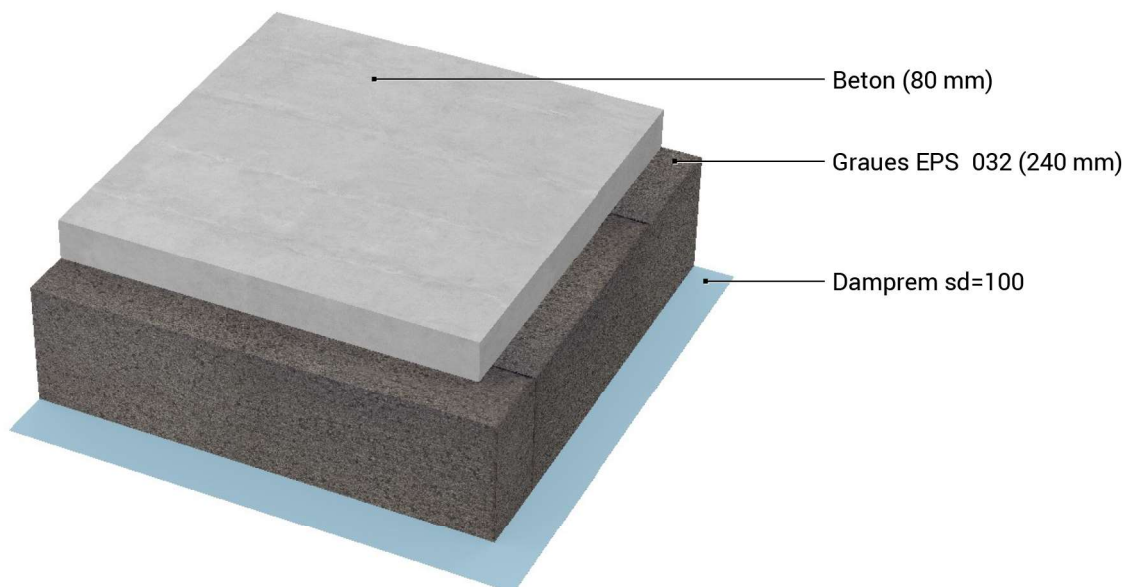
Vochtbescherming

Geen condensatiewater



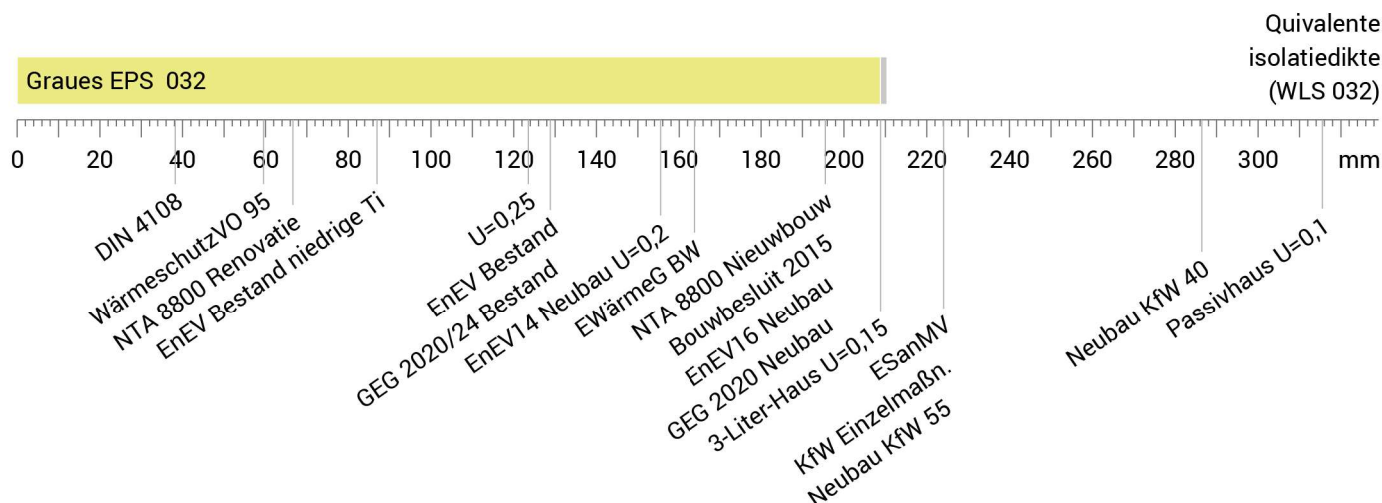
Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 1,7
Faseverschuiving: 5,5 h
Warmtecapaciteit binnen: 4,4 kJ/m²K



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 0,032 W/mK.



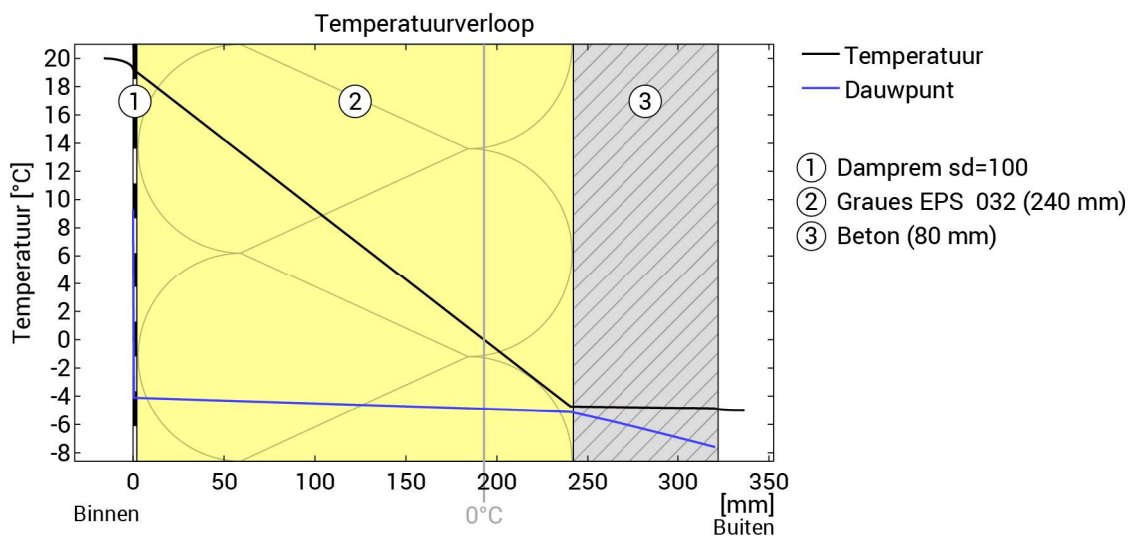
Kamerlucht: 20,0°C / 50%
Omgevingslucht: -5,0°C / 80%
Oppervlaktetemperatuur.: 19,2°C / -4,9°C

µd-waarde: 115,2 m
Droogreserve: 96 g/m²a

Dikte: 32,0 cm
Gewicht: 196 kg/m²
Warmtecapaciteit: 188 kJ/m²K

☒ Bouwbesluit 2015 ☐ BEG Einzelmaßn. ☒ GEG 2020/24 Bestand ☐ GEG 2023/24 Neubau

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*		0,100	19,2	20,0	
1	0,05 cm Damprem sd=100	0,220	0,002	19,2	19,2	0,1
2	24 cm Graues EPS 032	0,032	7,500	-4,7	19,2	3,6
3	8 cm Beton	2,000	0,040	-4,9	-4,7	192,0
	Warmteovergangsweerstand*		0,040	-5,0	-4,9	
	32,05 cm Gehele constructie		7,682			195,7

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening. Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn $R_{si}=0,25$ en $R_{se}=0,04$ volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Thermische bruggen

De U-waarde bevat de volgende toevoegingen volgens DIN 6946 voor luchtspleten en/of mechanische bevestigingen:.

Laagbevestiging 2 (Graues EPS 032) 0,019 W/(m²K)

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,2°C	19,2°C	19,2°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,9°C	-4,9°C	-4,9°C

Dak bestaand, $R_c = 6,56 \text{ m}^2\text{K/W}$

Vochtbestendigheid volgens DIN 4108-3:2014 Aanhangsel A

Dit vochtbeschermingscertificaat is alleen geldig voor **niet-airconditioned** woongebouwen.

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]	$\sum sd$ [m]
Warmteovergangswaarde			0,250					
1	0,05 cm Damprem sd=100	0,220	0,002	100	260	19,20	2224	0
2	24 cm Graues EPS 032	0,032	7,500	4,8	15	19,19	2223	100
3	8 cm Beton	2,000	0,040	10,4	2400	-4,74	410	105
Warmteovergangswaarde			0,040			-4,87	406	115

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

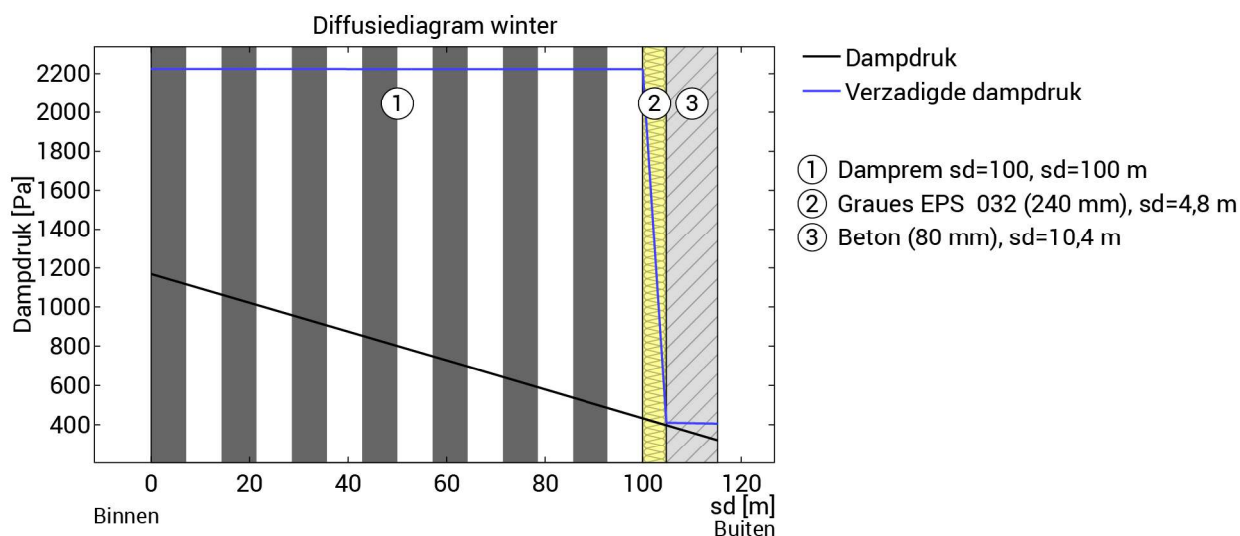
Vochtigheid aan het oppervlak van de component

De relatieve luchtvochtigheid op het componentoppervlak aan de kamerzijde is 53%. 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	$\delta_0 = 2.0 \times 10^{-10} \text{ kg/(m}^2\text{sPa)}$
μ -waarde (Volledig constructie)	$s_{de} = 115,20 \text{ m}$



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



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

$sd = 104,80 \text{ m}$; $x = 24,05 \text{ cm}$; $ps = 410 \text{ Pa}$:

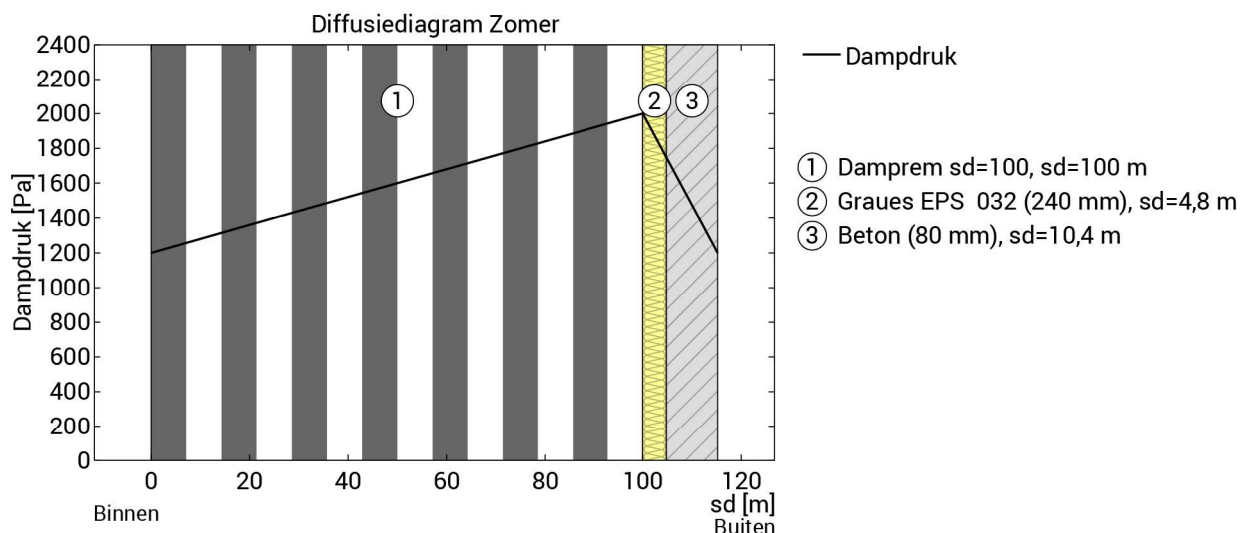
Laagscheiding tussen Graues EPS 032 en Beton

$$M_{ev, \text{Tauperiode}} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i) / s_{d_{ev}} + (p_s - p_e) / (s_{de} - s_{d_{ev}})) = 0,002 \text{ kg/m}^2$$

Dak bestaand, $R_c = 6,56 \text{ m}^2\text{K/W}$

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 -waarden blijven ongewijzigd.	



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

bij $s_d=100,00 \text{ m}$; $x=0,05 \text{ cm}$:

Laagscheiding tussen Damprem $s_d=100$ en Graues EPS 032

Verdampingshoeveelheid: $M_{ev} = \delta_0 \cdot t_{ev} \cdot [(p_s - p_i)/s_d + (p_s - p_e)/(s_d - s_d)] = 0,09 \text{ kg/m}^2$

Evaluatie volgens DIN 4108-3

De constructie is diffusietechnisch toegestaan.

Droogreserve (DIN 68800-2)

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

Droogreserve: $M_r = (M_{ev} + M_{ev, \text{Tauperiode}}) \cdot 1000 = 96 \text{ g/m}^2/\text{a}$

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

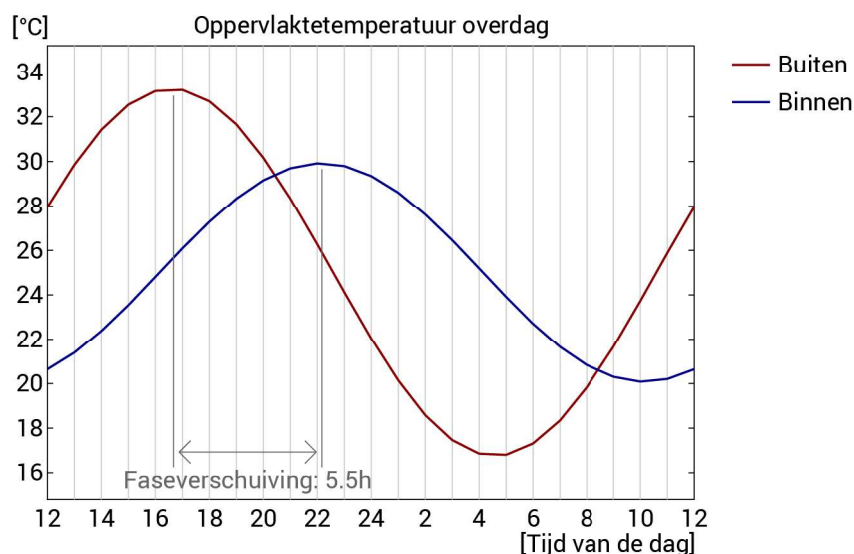
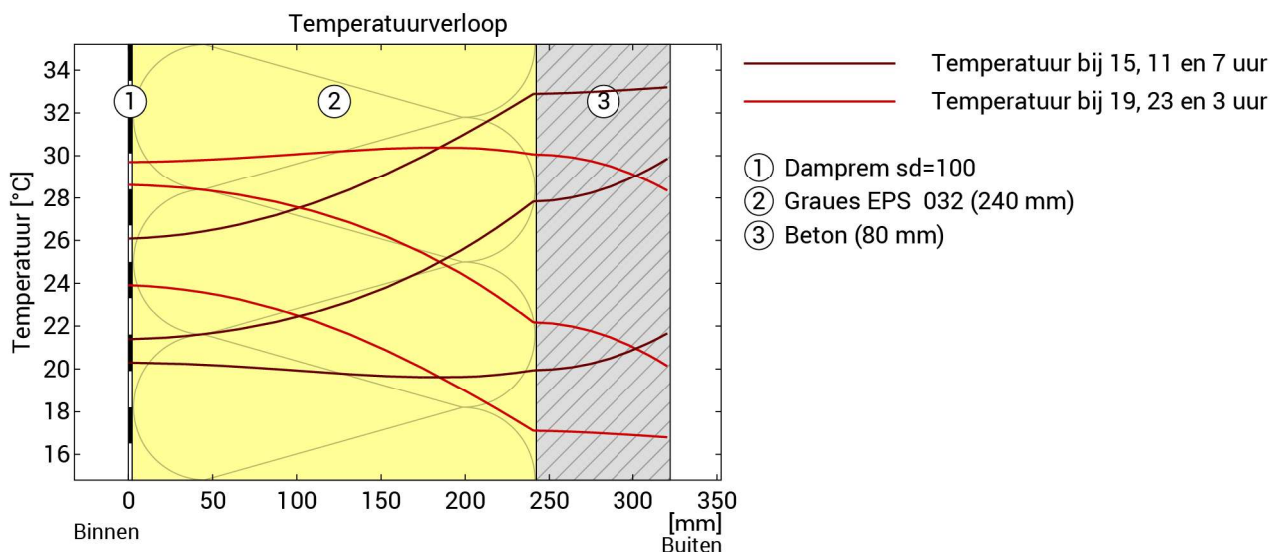
Aanwijzing

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.

DIN 4108-3 gaat ervan uit dat het dak niet overwegend in de schaduw is en geen erg helder oppervlak heeft. Dit heeft een positief effect op de droogcapaciteit.

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*	5,5 h	Thermische opslagcapaciteit (complete constructie):	188 kJ/m ² K
Amplitude damping**	1,7	Warmteopslagcapaciteit van de binnenlagen:	4.4 kJ/m ² K
TAV***	0,597		

* 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 binnenkant, 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.

HSB gevel nieuw

Buitenwand
aangemaakt op 30.1.2025

Thermische isolatie

$R_c = 5,38 \text{ m}^2\text{K/W}$

NTA 8800 Nieuwbouw*: $U < 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



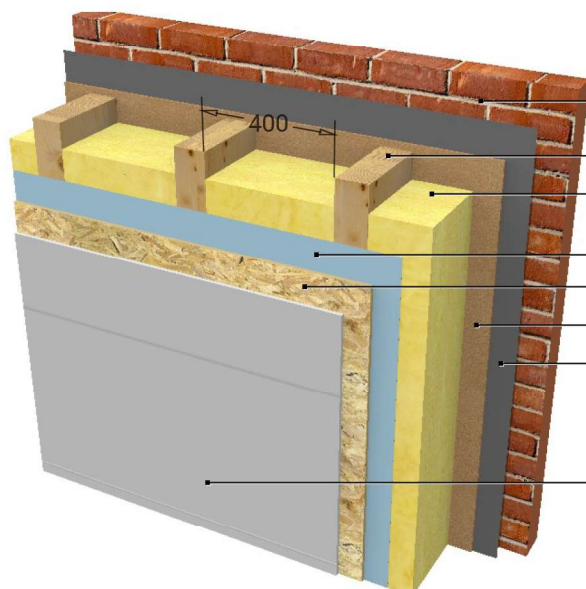
Vochtbescherming

Droogreserve: $516 \text{ g/m}^2\text{a}$
Geen condensatiewater



Hittebescherming

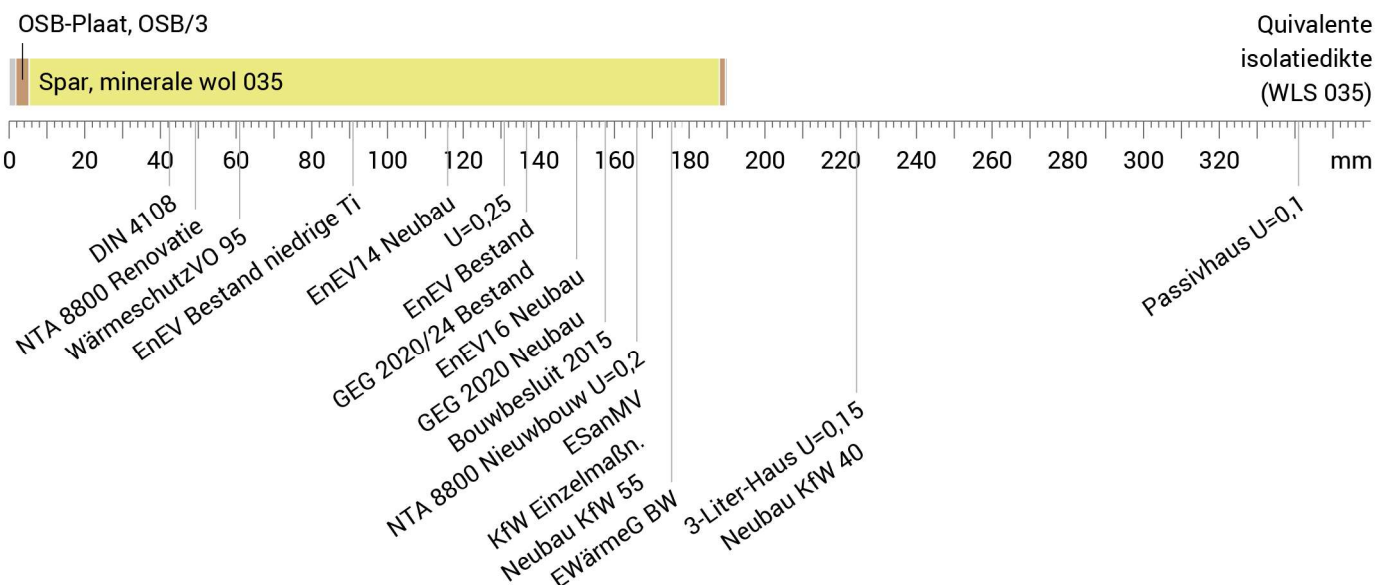
Temperatuur amplitude demping: 13
Faseverschuiving: 7,7 h
Warmtecapaciteit binnen: $42 \text{ kJ/m}^2\text{K}$



- Massieve baksteen 2000 kg/m^3 , DIN 105 (100 mm)
- Spar (275x100)
- minerale wol 035 (275 mm)
- Dampremmende folie $s_d=10$
- OSB-Plaat, OSB/3 (12,5 mm)
- Cementgebonden vezelplaat (10 mm)
- Waterkerende dampdoorlatende folie
- Gipskartonplaat (12,5 mm)

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 $0,035 \text{ W/mK}$.



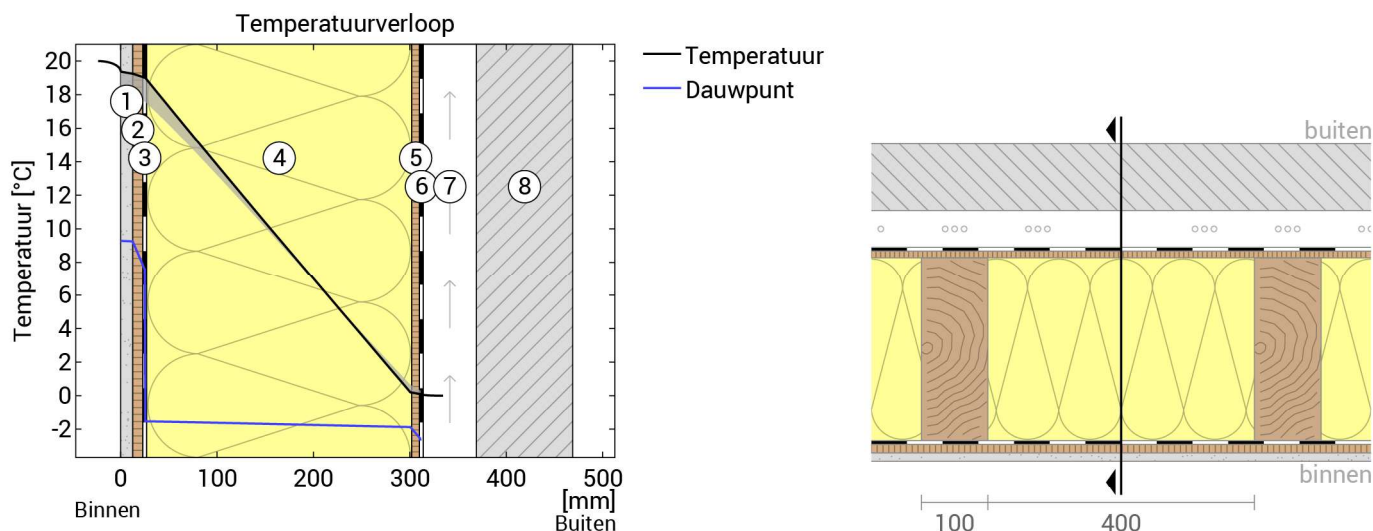
Kamerlucht: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Omgevingslucht: $0,0^\circ\text{C} / 80\%$
Oppervlaktetemperatuur.: $18,5^\circ\text{C} / 0,1^\circ\text{C}$

μ_d -waarde: 14,7 m
Droogreserve: $516 \text{ g/m}^2\text{a}$

Dikte: 46,6 cm
Gewicht: 258 kg/m^2
Warmtecapaciteit: $83 \text{ kJ/m}^2\text{K}$

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

Temperatuurverloop



- ① Gipskartonplaat (12,5 mm) ④ minerale wol 035 (275 mm) ⑦ Sterk geventileerde luchtlage (55 mm)
- ② OSB-Plaat, OSB/3 (12,5 mm) ⑤ Cementgebonden vezelplaat (10 mm) ⑧ Massieve baksteen 2000 kg/m³, D...
- ③ Dampremmende folie sd=10 ⑥ Waterkerende dampdoorlatende folie

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 ² K/W]	Temperatuur [°C]		Gewicht [kg/m ²]
				min	max	
	Warmteovergangsweerstand*		0,130	18,5	20,0	
1	1,25 cm Gipskartonplaat	0,250	0,050	18,2	19,4	8,5
2	1,25 cm OSB-Plaat, OSB/3	0,130	0,096	17,6	19,2	7,5
3	0,05 cm Dampremmende folie sd=10	0,220	0,002	17,6	19,0	0,1
4	27,5 cm minerale wol 035	0,035	7,857	0,2	19,0	4,4
	27,5 cm Spar (20%)	0,130	2,115	0,6	18,0	24,8
5	1 cm Cementgebonden vezelplaat	0,230	0,043	0,1	0,7	12,0
6	0,05 cm Waterkerende dampdoorlatende folie	0,500	0,001	0,1	0,3	0,4
	Warmteovergangsweerstand*		0,130	0,0	0,3	
7	5,5 cm Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht)			0,0	0,0	0,0
8	10 cm Massieve baksteen 2000 kg/m ³ , DIN 105			0,0	0,0	200,0
	46,6 cm Gehele constructie		5,677			257,6

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening. Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn $R_{si}=0,25$ en $R_{se}=0,04$ volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,5°C	19,1°C	19,4°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	0,1°C	0,1°C	0,3°C

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: 0°C und 80% Luchtvochtigheid (Klimaat volgens gebruikersinvoer).

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

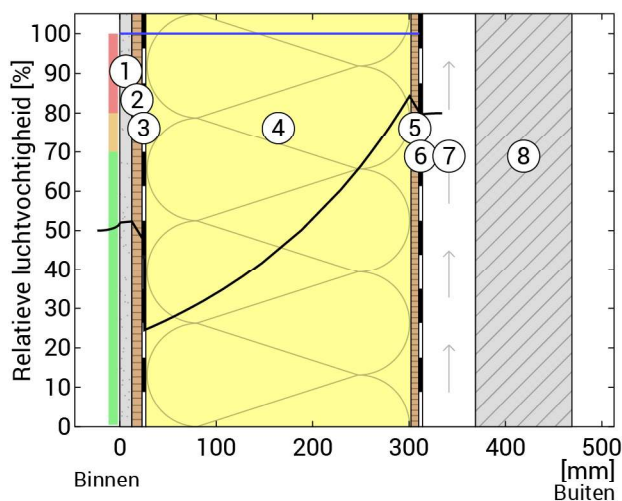
Droogreserve volgens DIN 4108-3:2014: 516 g/(m²a)
Ten minste vereist door DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

#	Materiaal	μd-waarde [m]	Condenswater [kg/m ²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	1,25 cm Gipskartonplaat	0,05	-	8,5
2	1,25 cm OSB-Plaat, OSB/3	2,50	-	7,5
3	0,05 cm Dampremmende folie sd=10	10,00	-	0,1
4	27,5 cm minerale wol 035	0,28	-	4,4
	27,5 cm Spar (20%)	13,75	-	24,8
5	1 cm Cementgebonden vezelplaat	0,50	-	12,0
6	0,05 cm Waterkerende dampdoorlatende folie	0,10	-	0,4
	46,6 cm Gehele constructie	14,73	0	257,6

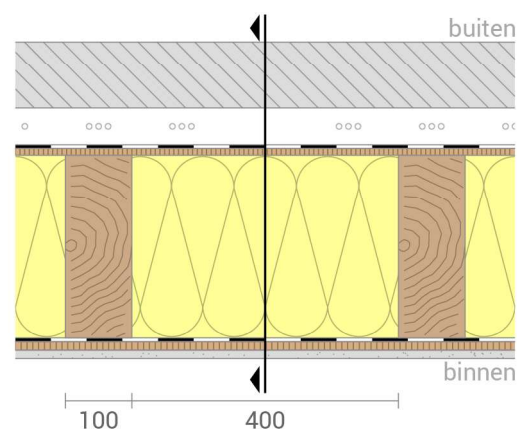
Luchtvochtigheid

De oppervlaktetemperatuur aan de kamerzijde is 18,5°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 55%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten.

Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.



— Relatieve luchtvochtigheid in %
— Saturatiepunt

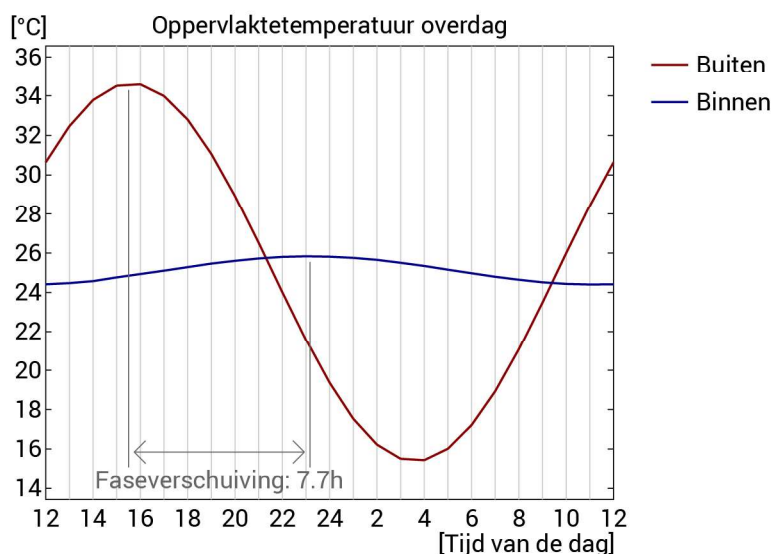
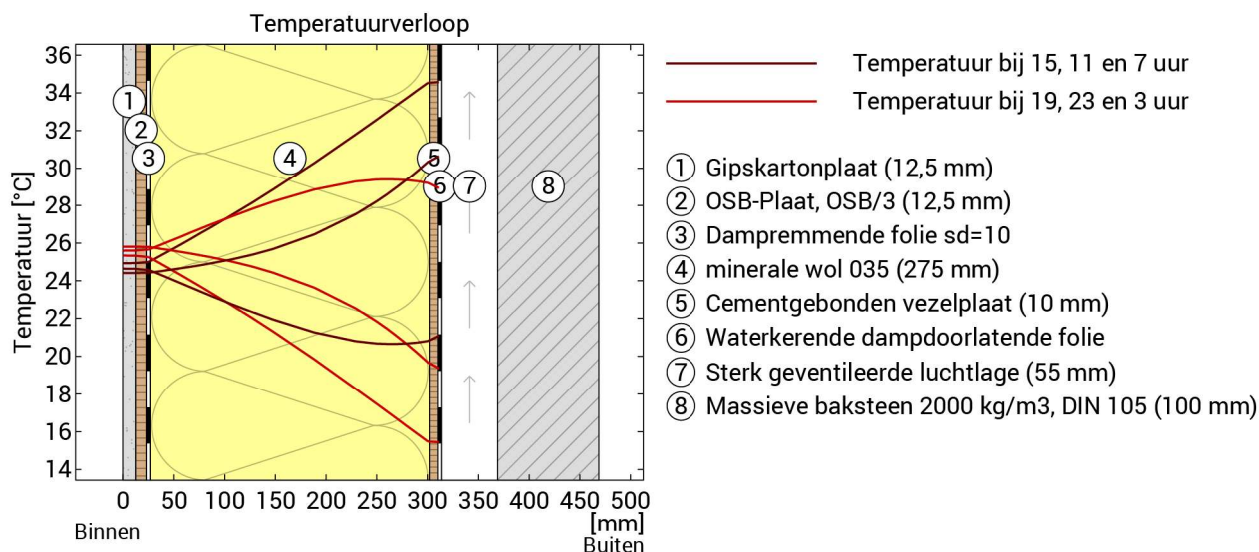


- ① Gipskartonplaat (12,5 mm) ④ minerale wol 035 (275 mm) ⑦ Sterk geventileerde luchtlage (55 mm)
- ② OSB-Plaat, OSB/3 (12,5 mm) ⑤ Cementgebonden vezelplaat (10 mm) ⑧ Massieve baksteen 2000 kg/m³, D...
- ③ Dampremmende folie sd=10 ⑥ Waterkerende dampdoorlatende folie

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

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):	83 kJ/m ² K
Amplitude demping**	13,4	Warmteopslagcapaciteit van de binnenlagen:	42 kJ/m ² K
TAV***	0,075		

* 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 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 binnenkant, bijv. 15-35°C buiten, binnen 24-26°C.

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

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.

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

Vloer nieuwbouw

Vloer
aangemaakt op 30.1.2025

Thermische isolatie

$R_c = 4,35 \text{ m}^2\text{K/W}$

Bouwbesluit 2015*: $R_c > \text{m}^2\text{K/W}$



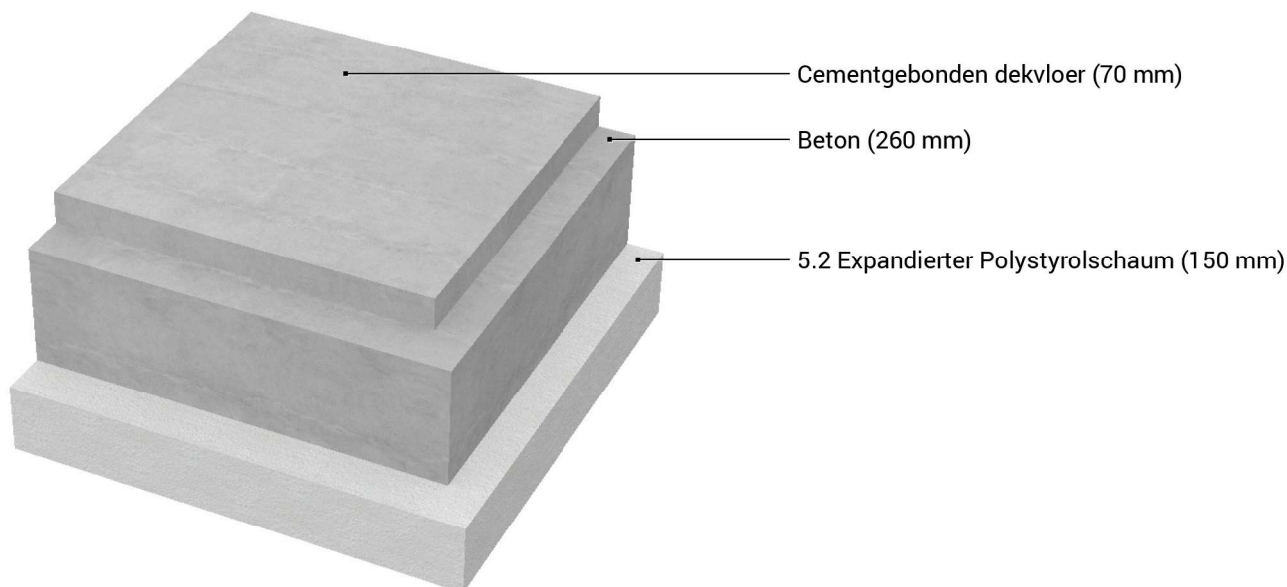
Vochtbescherming

Geen condensatiewater



Hittebescherming

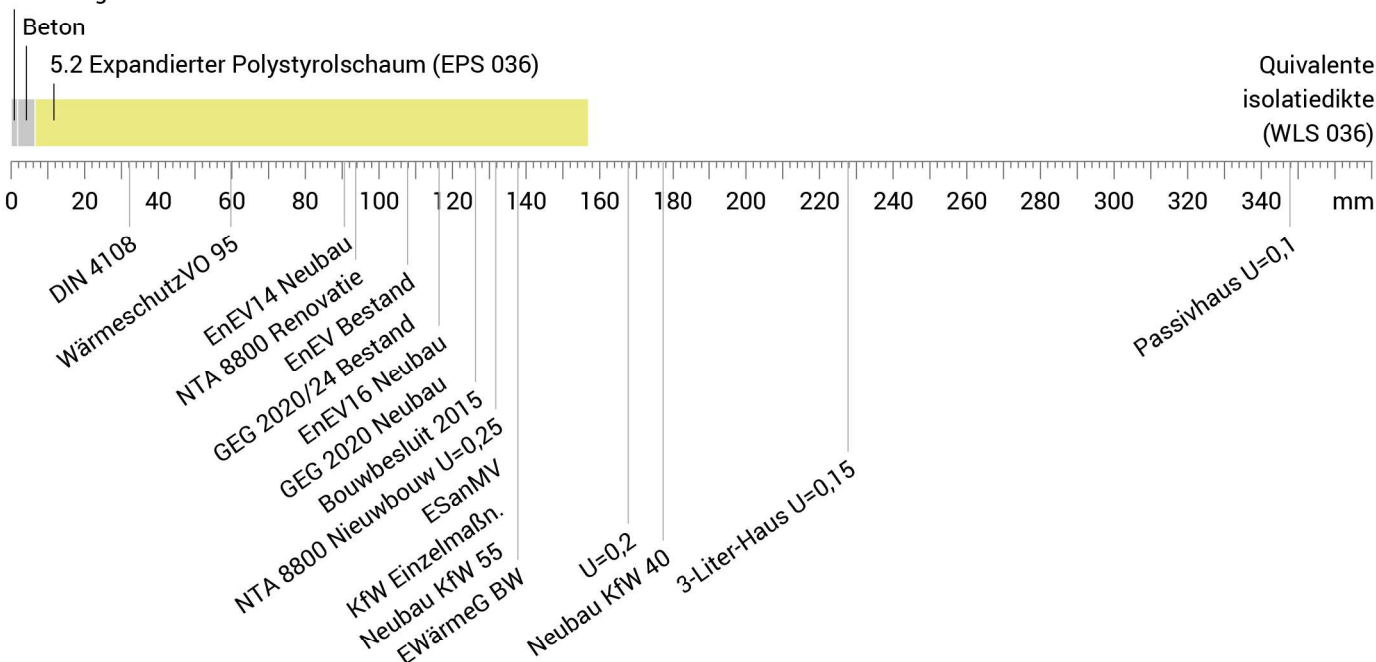
Temperatuur amplitude demping: >100
Faseverschuiving: niet relevant
Warmtecapaciteit binnen: $680 \text{ kJ/m}^2\text{K}$



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 $0,036 \text{ W/mK}$.

Cementgebonden dekvloer



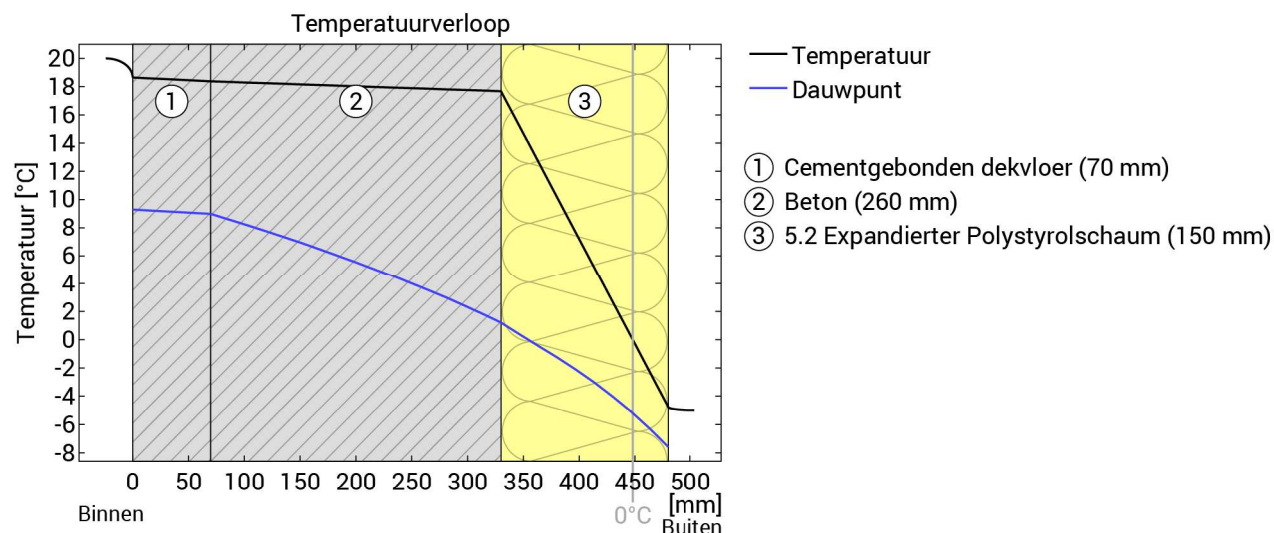
Kamerlucht: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Onverwarmde kamer: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$
Oppervlaktetemperatuur.: $18,7^\circ\text{C} / -4,8^\circ\text{C}$

μ_d -waarde: 36,9 m
Droogreserve: $196 \text{ g/m}^2\text{a}$

Dikte: 48,0 cm
Gewicht: 766 kg/m^2
Warmtecapaciteit: $736 \text{ kJ/m}^2\text{K}$

☒ Bouwbesluit 2015 ☒ BEG Einzelmaßn. ☒ GEG 2020/24 Bestand ☒ GEG 2023/24 Neubau

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*		0,170	18,7	20,0	
1	7 cm Cementgebonden dekvloer	1,400	0,050	18,4	18,7	140,0
2	26 cm Beton	2,000	0,130	17,7	18,4	624,0
3	15 cm 5.2 Expandierter Polystyrolschaum (EPS 036)	0,036	4,167	-4,8	17,7	2,3
	Warmteovergangsweerstand*		0,170	-5,0	-4,8	
	48 cm Gehele constructie		4,687			766,3

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening. Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn $R_{si}=0,25$ en $R_{se}=0,04$ volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,7°C	18,7°C	18,7°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,8°C

Vloer nieuwbouw, $R_c=4,35 \text{ m}^2\text{K/W}$

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.

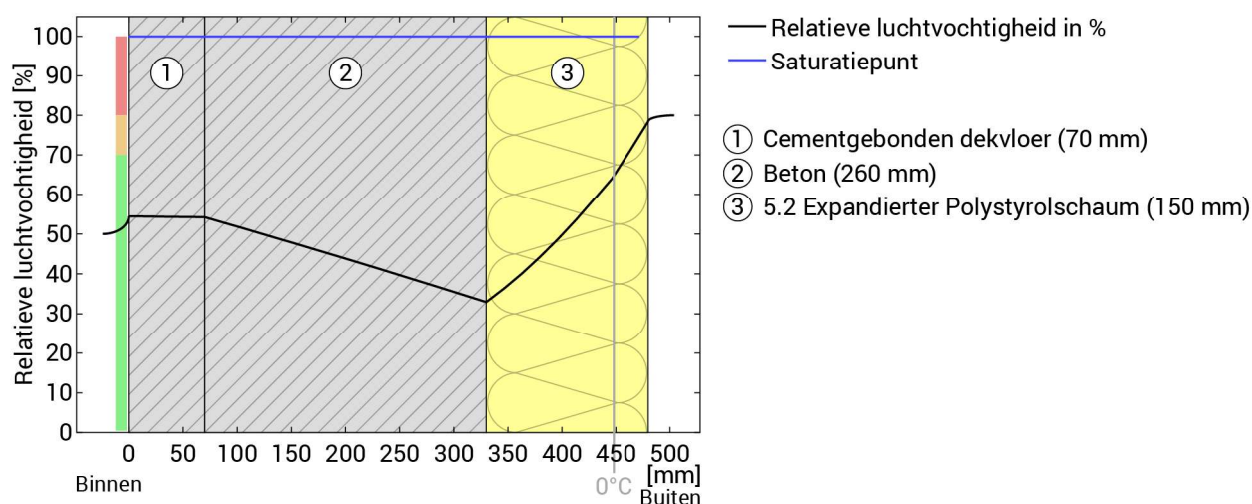
Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

#	Materiaal	μ -waarde [m]	Condenswater [kg/m ²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	7 cm Cementgebonden dekvloer	1,05	-	140,0
2	26 cm Beton	20,80	-	624,0
3	15 cm 5.2 Expandierter Polystyrolschaum (EPS 036)	15,00	-	2,3
	48 cm Gehele constructie	36,85	0	766,3

Luchtvochtigheid

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

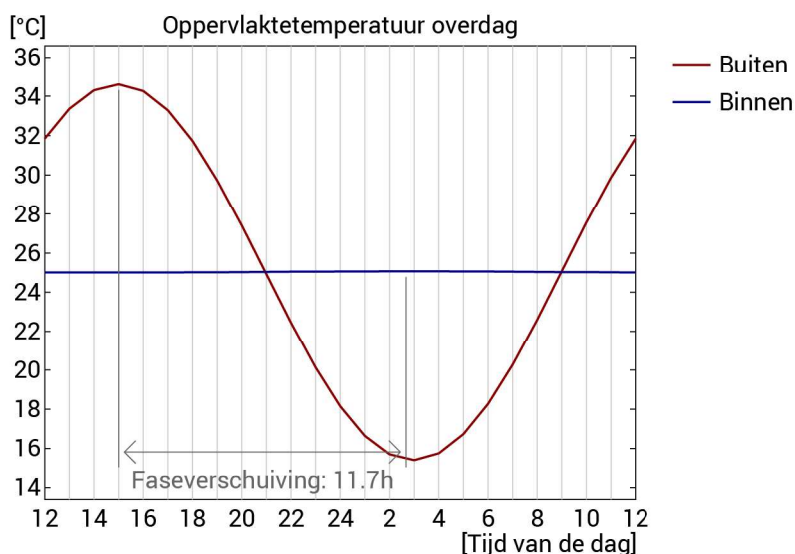
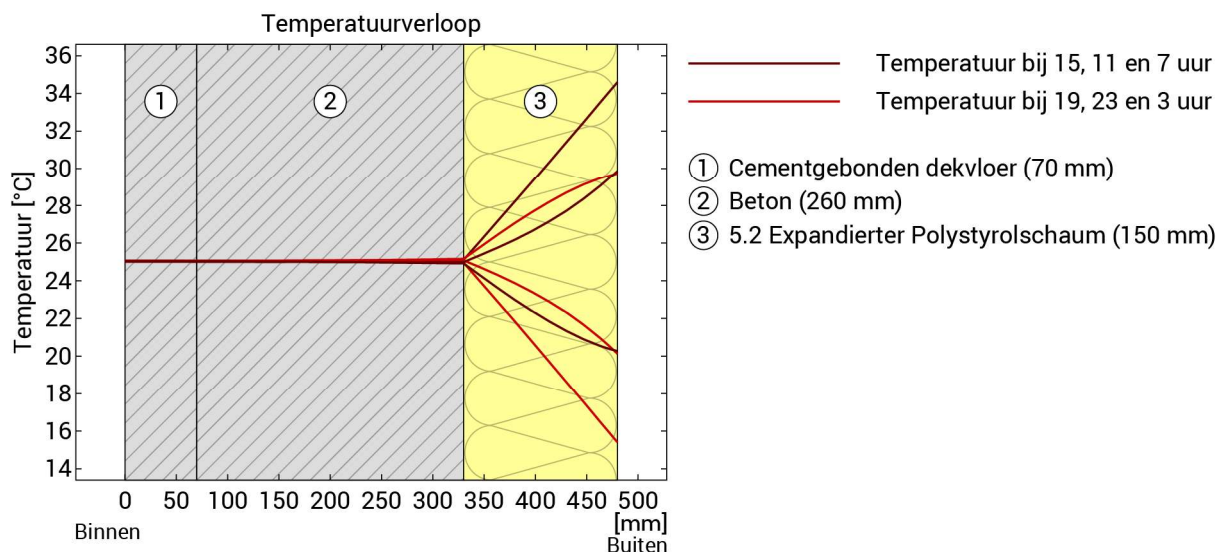
Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.



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

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*	niet relevant	Thermische opslagcapaciteit (complete constructie):	736 kJ/m ² K
Amplitude damping**	>100	Warmteopslagcapaciteit van de binnenlagen:	680 kJ/m ² K
TAV***	0,003		

* 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 binnenkant, 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.

Merosch B.V.

Eendrachtsweg 3
2411 VL Bodegraven
0172 65 12 64

Monnikenpad 5
3817 VK Amersfoort
033 30 38 909

T 0172 65 12 64
E info@merosch.nl
I merosch.nl

KVK 27311612

BTW XXXXXXXXXX

IBAN XXXXXXXXXX

