

Rapport

Willemspoort, herbestemming gebouw D
Akoestische en thermische advisering

Rapport nummer: U088-R01
Datum: 14-03-2022
Referentie: RR/DN

Adviseur: PhysiBuild
Urkhovenseweg 31
5641 KA EINDHOVEN
085-0761379
info@physibuild.nl

© 2022 PhysiBuild

Dit rapport mag worden gebruikt en verspreid door de opdrachtgever en andere belanghebbenden, zolang dit verband houdt met hetgeen waarvoor het onderzoek is verricht. Voor ander gebruik mag niets uit dit rapport in enigerlei vorm of op enigerlei wijze worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, noch elektronisch of mechanisch, noch middels fotokopieën of op enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van PhysiBuild.

Alle opdrachten worden aanvaard en uitgevoerd overeenkomstig De Nieuwe Regeling 2011 (DNR 2011), inclusief alle bijlagen en aanvullingen tot op heden.

Bij de onderzoeken die PhysiBuild verricht, wordt gebruik gemaakt van informatie die door verschillende partijen wordt aangeleverd. Het is niet mogelijk al deze informatie op juistheid te controleren. Zo kunnen bestemmingen van ruimten en/of gebouwen anders blijken dan werd aangenomen of kunnen normen worden verscherpt of versoepeld. PhysiBuild is niet aansprakelijk voor gegevens die niet in redelijkheid op juistheid gecontroleerd hadden kunnen worden.

Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	4
2	INTERNE GELUIDISOLATIE	5
2.1	EISEN.....	5
2.2	LAB MUZIEK	7
2.3	ZOLDERVERDIEPING	8
2.4	ALGEMENE OPMERKINGEN	8
3	TECHNISCHE INSTALLATIES	8
3.1	TECHNISCHE RUIMTEN.....	8
3.2	OVERSPRAAK.....	9
3.3	DOORVOERINGEN.....	10
3.3.1	<i>Kanalen en kabelgoten.....</i>	<i>10</i>
3.3.2	<i>Inbouwvoorzieningen</i>	<i>10</i>
3.3.3	<i>Leidingen (c.v., sanitair)</i>	<i>10</i>
3.3.4	<i>Toiletten</i>	<i>11</i>
3.3.5	<i>Algemeen.....</i>	<i>11</i>
4	RUIMTE-AKOESTIEK.....	11
4.1	EISEN.....	11
4.2	KLASLOKALEN / GROEPSRUIMTEN / KANTOREN.....	12
4.3	SPEELLOKALEN / SPEEL-LEERLANDSCHAPPEN	13
4.4	GEZAMENLIJKE VERKEERSRUIMTE (ENTREE/TRAPPENHUIS).....	13
5	THERMISCHE ISOLATIE.....	14
5.1	EISEN.....	14
5.2	WARMTEWEERSTAND	14
5.3	TEMPERATUURFACTOR.....	15

Bijlage 1 Productinformatie

Bijlage 2 Rc-berekeningen

1 Inleiding

Gebouw D van de bestaande Willem II kazerne in Tilburg wordt verbouwd. Het gebouw krijgt een onderwijsfunctie en daartoe zullen er interne en extern werkzaamheden worden uitgevoerd en zal het gebouw worden opgeknapt. Intern zullen er wijzigingen worden aangebracht, de bestaande gevels zullen voorzien worden van nieuwe ramen en kozijnen.

In deze rapportage wordt ingegaan op de berekeningen van de Rc-waarden, de temperatuurfactor (koudebruggen) en de interne geluidisolatie. Daarbij is gekeken naar de van toepassing zijnde eisen uit het Bouwbesluit en naar de eisen zoals gesteld in het Programma Frisse Scholen. Bij dit project is het verbouwniveau van toepassing. Vanuit kwaliteitsoogpunt en comfortoverwegingen voor de gebruikers is bij de berekeningen ook het nieuwbouwniveau onderzocht.

Bij de berekeningen is uitgegaan van de tekeningen met werknummer 20.200 van GLS architectuur interieur.

Tekeningnummer	Omschrijving	Datum
	Bouwkundige tekeningen behorende bij de aanvraag vergunning voor de nieuwbouw van het gebouw	1938
	Bouwkundige tekeningen behorende bij de aanvraag vergunning voor de verbouw van het gebouw	1993
DB101	Plattegronden en 3D impressie	11-02-2022
DB201	Gevels	11-02-2022
DB301	Doorsneden	11-02-2022
DB501	Details	11-02-2022

In het Bouwbesluit 2012 zijn de eisen opgenomen waaraan voldaan moet worden. Bij de eisen wordt onderscheidt gemaakt in nieuwbouw, verbouw, bestaande bouw en rechtens verkregen niveau. Onder deze begrippen wordt het volgende verstaan:

- **nieuwbouw:** een gebouw of bouwwerk dat in zijn geheel nieuw wordt opgericht.
- **bestaande bouw:** een gebouw of bouwwerk dat bestaat en waar niets aan wordt gewijzigd;
- **verbouw:** het geheel of gedeeltelijk vernieuwen, het veranderen of het vergroten van een gebouw of bouwwerk;
- **rechtens verkregen niveau:** actuele kwaliteitsniveau dat in het verleden vergund is. Het actuele kwaliteitsniveau blijkt uit de afgegeven vergunningen. Is dit niveau niet te bepalen, dan dient minimaal voldaan te worden aan de eisen voor een bestaand bouwwerk.

2 Interne geluidisolatie

2.1 Eisen

In afdeling 3.4 van het Bouwbesluit 2012 zijn de eisen met betrekking tot de interne geluidisolatie van de verschillende gebruiksfuncties opgenomen.

De eisen die opgenomen zijn voor de verschillende gebruiksfuncties hebben betrekking op de geluidsisolatie tussen verschillende gebruiksfunctie op hetzelfde en op een ander perceel. Omdat het een vrijstaand gebouw is en de afstanden tussen de andere bouwen relatief groot is, kan worden gesteld dat voldaan wordt aan de geluidwering tussen de ruimtes ten opzien van de andere gebruiksfuncties. In het gehele gebouw worden onderwijsfuncties en daaraan gerelateerde functies gerealiseerd. Er zijn vanuit het Bouwbesluit geen eisen gesteld aan de interne geluidisolatie binnen de verschillende ruimtes binnen de onderwijsfunctie.

Voor de onderwijsruimten is conform het Programma van Eisen Frisse Scholen 2021, klasse B/C ten aanzien van de luchtgeluidisolatie van toepassing:

Tabel 1. Eisen Frisse scholen 2021 aan interne geluidisolatie

	Luchtgeluid DnTA	Contactgeluid LnTA
Tussen leslokalen/groepsruimten onderling en aangrenzende verblijfsruimten, sanitair en technische ruimten:	≥ 39 dB	≤ 59 dB
Tussen kantoren met verhoogde privacy ¹⁾ en aangrenzende verblijfsruimten en technische ruimten:	≥ 42 dB	≤ 59 dB
Tussen kantoren met verhoogde privacy ¹⁾ en aangrenzende sanitaire ruimten:	≥ 48 dB	≤ 59 dB
Tussen leslokalen/groepsruimten onderling met een tussendeur in de betreffende scheidingswand.	≥ 34 dB	≤ 59 dB
Tussen leslokalen/groepsruimten en aangrenzend leerplein:	≥ 31 dB	≤ 59 dB
Tussen leslokalen/groepsruimten en aangrenzende verkeersruimten en bergingen:	≥ 25 dB	≤ 69 dB

- 1) In dit rapport is er vanuit gegaan dat verhoogde privacy geldt voor de ruimten 0.12, 0.22 en 1.07. Indien hier geen verhoogde privacy nodig is, kunnen de eisen van de leslokalen aangehouden worden.

Hinderlijke trillingen van de vloer of trappen door lopen/bewegen of muziek worden voorkomen.

Toelichting:

- Het gewogen luchtgeluidniveau-verschil $D_{nT,A}$ dient te worden bepaald conform NEN 5077.
- Indien werkplekken op de gang zijn gesitueerd wordt deze ruimte niet als verkeersruimte, maar als verblijfsruimte aangemerkt.

Op basis van bovengenoemde zou de $D_{nT,A}$ tussen de klaslokalen tenminste 39dB moeten bedragen (tenzij er een deur in deze wand zit, dan is de eis minimaal 34 dB).

Tussen een klaslokaal en een gang geldt $D_{nT,A} \geq 25$ dB.

Geadviseerd wordt om tussen een klaslokaal en een onderwijsplein met werkplekken voor geconcentreerd werk $D_{nT,A} \geq 34$ dB te hanteren. Dit is dezelfde situatie als tussen lokalen onderling, ervan uitgaande dat er een deur in de scheidingswand zit.

In Tabel 2 is een overzicht van de voor deze eisen geschikte wandopbouwen. De in de tabel aangegeven geluidisolaties van de deuren betreffen de laboratorium-waarde van de deur inclusief kozijn en kierdichting.

Tabel 2. Overzicht luchtgeluidisolatie-eisen en mogelijke opbouw scheidingsconstructies

DnTA	Voorbeelden wandopbouw
25 dB	Gipsmontagewand: 12,5 mm gipskartonplaat – 75 mm spouw – 12,5 mm gipskartonplaat, d = 100 mm, $R_{w,lab} \geq 35$ dB Massieve wand: oppervlaktemassa ca. 85 kg/m², bv. 70 mm kalkzandsteen Deur: volspaandeur (m ≥ 20 kg/m²) driezijdig voorzien van kierdichting met een minimale spleet aan onderzijde, $R_{w,lab} \geq 27$ dB, indien glas in deur: afhankelijk van oppervlak 8 mm gelaagd glas, of 10 mm enkel glas. Glas: <15% glas: 6 mm enkel glas ($R_{w,lab} \geq 30$ dB) 15-30% glas: 8 mm gelaagd glas of 10 mm enkel glas ($R_{w,lab} \geq 31$ dB) >30% glas: 4 mm glas - 50 mm spouw - 6 mm glas of 13 mm gelaagd glas ($R_{w,lab} \geq 35$ dB)
34 dB	Gipsmontagewand: 12,5 mm gipskartonplaat – 75 mm spouw met 60 mm mineraalwol – 12,5 mm gipskartonplaat, d = 100 mm, $R_{w,lab} \geq 42$ dB Massieve wand: oppervlaktemassa ca. 120 kg/m², bv. 70 mm kalkzandsteen <u>met 2-zijdige raaplaag</u>, $R_{w,lab} \geq 39$ dB Deur: Houten deur, 40 à 50 mm gelaagd spaanplaat, rondom kierdichting met valdorpel aan onderzijde, $R_{w,lab} \geq 36$ dB, indien glas in deur: afhankelijk van oppervlak: 10 mm gelaagd glas, of 14 mm enkel glas. Glas: <35% glas: 6 mm glas - 70 mm spouw - 10 mm gelaagd glas of enkel glas: 17 mm akoestisch gelaagd ($R_{w,lab} \geq 39$ dB) >35% glas: 8 mm glas - 70 mm spouw - 12 mm gelaagd glas of enkel glas: 19 mm akoestisch gelaagd ($R_{w,lab} \geq 41$ dB)
39 dB	Gipsmontagewand: 12,5 mm gipskartonplaat – 100 mm spouw met mineraalwol – 12,5 mm gipskartonplaat, d = 125mm, $R_{w,lab} \geq 45$ dB Massieve wand: oppervlaktemassa ca. 210 kg/m², bv. 120 mm kalkzandsteen <u>met 2-zijdige raaplaag</u>, $R_{w,lab} \geq 45$ dB Deur: zeer zware deur, oppervlaktemassa > 40 kg/m², dikte ca. 65 mm, dubbele aanslagen, driezijdige kierdichtingsprofielen in de kozijnen, valdorpel aan de onderzijde., $R_{w,lab} \geq 42$ dB Glas: (maximaal ca. 50%): 8 mm glas – 70 mm spouw – 12 mm akoestisch gelaagd glas, Glaswand $R_{w,lab} \geq 43$ á 45 dB

DnTA	Voorbeelden wandopbouw
42 dB	Gipsmontagewand: 2 x 12,5 mm gipskartonplaat – 75 mm spouw met mineraalwolvulling – 2 x 12,5 mm gipskartonplaat, d = 125 mm. $R_{w,lab} \geq 48$ dB. Massieve wand: oppervlaktemassa ca. 250 kg/m², bv. 150 mm kalkzandsteen, $R_{w,lab} \geq 50$ dB Deur In deze wand geen deur!
48 dB	Gipsmontagewand: 3 x 12,5 mm gipskartonplaat – 75 mm spouw met mineraalwolvulling – 3 x 12,5 mm gipskartonplaat, d = 150 mm. $R_{w,lab} \geq 55$ dB. Massieve wand: oppervlaktemassa ca. 400 kg/m², bv. 214 mm kalkzandsteen, $R_{w,lab} \geq 55$ dB Deur In deze wand geen deur!

Gipsmontagewanden dienen aangebracht te worden van bouwkundige vloer tot bouwkundig plafond en luchtdicht te worden aangesloten op de omringende constructies. Indien dit niet mogelijk is, dienen de wanden aangesloten te worden op het bandraster van het verlaagd plafond. Recht boven de wand dient er boven het verlaagd plafond een deugdelijke akoestische barrière geplaatst te worden.

Om te kunnen voldoen aan een verticale contactgeluidisolatie van $L_{nT;A} \leq 59$ dB voor de verblijfsruimten dient de massa van de totale vloer (inclusief druklaag / dekvloer) minimaal 500 kg/m² te bedragen bij toepassing van een afwerklaag van linoleum o.d.

In het gebouw is momenteel een basis betonvloer van 100mm aanwezig met een massa van circa 240 kg/m². De zandcementvloer erop is vergruisd en zal vervangen moeten worden. Om aan de vereiste massa van 500kg/m² te geraken, zou er nog 270 kg/m² moeten worden toegevoegd.

Alternatief is om een lichte, zwevende vloerconstructie bovenop de betonvloer toe te passen, bijvoorbeeld een Fermacell 2E35 systeem (2x12,5mm gipsvezelplaat op 20mm minerale wol, totale dikte 45mm).

2.2 Lab muziek

Afhankelijk van de activiteiten in ruimte 1.16 lab muziek zullen er wellicht extra maatregelen getroffen moeten worden aan de wanden, vloer en het dak (ook dakkapellen en beglazing). Om hierover te adviseren zal eerst duidelijk moeten zijn welke activiteiten er plaats moeten kunnen vinden zonder overlast in de overige ruimten te ervaren.

Vooralsnog dient aan de volgende voorzieningen gedacht te worden:

- zwevende dekvloer
- geluidisolerend plafond
- geluidisolerende deuren (dikte 65 mm, vierzijdige kierdichting)
- gipsmontagewanden met gescheiden stijl- en regelwerk

2.3 Zolderverdieping

De wanden op de 2^e verdieping onder het dak dienen dichtgezet te worden met een steenachtige constructie, ofwel een gipsmontagewand passend bij de te realiseren geluidisolatie tussen de aangrenzende ruimten.

Flankerende geluidoverdracht via het dak dient voorkomen te worden. Het dak kan hiertoe voorzien worden van een verend afgehangen plafond (2x 125mm gipsplaat) dat gedilateerd wordt ter plaatse van de wanden. Over de exacte uitvoering dient nog overlegd te worden, ook in verband met de benodigde vrije hoogte van de ruimten en de aan te brengen geluidabsorptie.

2.4 Algemene opmerkingen

Geadviseerd wordt om deuren van aangrenzende ruimten zo ver mogelijk uit elkaar te positioneren om omloopgeluid via de deuren te voorkomen.

Er dient rekening gehouden te worden met de geluiduitstraling van luchtkanalen etc naar de klaslokalen en kantoren toe. Afhankelijk van het tracé en de toe te passen plafondconstructies zullen er wellicht extra voorzieningen getroffen dienen te worden.

3 Technische installaties

Conform het PvE Frisse Scholen geldt de volgende eis aan het geluid van technische installaties:

Het geluidniveau in de leslokalen t.g.v. installaties is maximaal 33 dB.

Toelichting:

- Het installatiegeluidniveau L_{iA} dient te worden bepaald conform NEN 5077 of de methodiek uit BRL 8010.
- Onder installaties worden mechanische voorzieningen voor luchtverversing, warmte-opwekking of warmteterugwinning verstaan.

Uitgegaan is dat voor wat betreft de technische installaties het dimensioneren van akoestisch voorzieningen in eerste instantie zal geschieden door de adviseur technische installaties.

3.1 Technische ruimten

Er is nog niet exact bekend welke installaties er toegepast gaan worden. Er dient rekening mee gehouden te worden dat installaties die trillingen veroorzaken/ geluid afstralen niet aan lichte wanden bevestigd worden (massa wand minimaal 200 kg/m²). Tevens dient de technische ruimte waar de installaties geplaatst worden bij hogere geluidproductie voorzien te worden van een geluidabsorberend plafond om het geluidniveau in de ruimte te dempen. Te denken valt aan een plafond van bijvoorbeeld houtwolcementplaten (25 mm dik) op een regelwerk met een spouw van circa 40 mm, de spouw voorzien van minerale wol.

3.2 Overspraak

De werktuigbouwkundige en elektrotechnische installaties mogen de luchtgeluidisolatie van de scheidingsconstructies niet verzwakken. Via het mechanisch ventilatie-/verwarmingssysteem kan overspraak ontstaan tussen verschillende verblijfsruimten onderling en tussen een verblijfsruimte en de gang.

De deelisolatie via de installatie dient ten minste 10 dB hoger te zijn dan de vereiste geluidisolatie voor de totale scheidingsconstructie. Bij de uiteindelijke selectie van dempers (akoestische slangen tussen regelklep en rooster) dient hiermee rekening gehouden te worden.

Er is geen ventilatie middels overstroomvoorzieningen mogelijk in scheidingswanden waaraan geluideisen gesteld zijn.

Bij de klaslokalen en kantoorruimten moet uit het oogpunt van overspraak en systeemgeluid worden uitgegaan van het aansluiten van de besloten ruimten vanuit de gangzone. Toevoerroosters en retourroosters moeten via geluiddempende slangen worden aangesloten, waarbij de demper aan de ruimtezijde van de regelklep zit. De desbetreffende installateur dient, afhankelijk van het kanalenverloop en de dimensionering hiervan, de noodzakelijke dempers op te geven c.q. te dimensioneren.

Het overstorten van lucht naar het gangplenum moet gebeuren via geluiddempende slangen, minimale lengte 1000mm bij een diameter van rond 160mm. Grotere diameters vragen grotere lengte en een harde buitenmantel (afhankelijk van het aantal en de geluidisolatie-eis).

Vanuit akoestisch oogpunt dienen de volgende maximaal toelaatbare luchtsnelheden te worden aangehouden:

Tabel 3. Maximaal toelaatbare luchtsnelheid in kanalen afhankelijk van vorm kanaal [m/s]

	Vorm van het kanaal	
	Rechthoekig	Rond
Technische ruimten	7 m/s	8 m/s
Schachten	6 m/s	7 m/s
Gangen	5 m/s	6 m/s
Klaslokalen/Kantoren/gemeenschappelijke ruimten (doorgaande kanalen)	4 m/s	5 m/s
Klaslokalen/Kantoren/ gemeenschappelijke ruimten (aftakkingen)	-	3,5 m/s

I.v.m. de te behalen geluidisolatie dienen doorvoeren van technische installaties etc. deugdelijk afgedicht te worden.

3.3 Doorvoeringen

Doorvoeringen door scheidingswanden van verblijfsruimten mogen de geluidisolatie van de wand niet significant verzwakken.

3.3.1 Kanalen en kabelgoten

Doorvoeringen van kanalen of kabelgoten door gipskartonwanden dienen te worden afgedicht door het met gipsplaat contramallen en afdekken van de sparing, waarbij de gipsplaat in de uitwendige kanaalisolatie wordt gedrukt. Doorvoeringen door metselwerk- of betonwanden dienen te worden afgedicht door het aanwerken van de sparing rondom het kanaal of de goot met behulp van metselwerk en specie tot op de uitwendige kanaalisolatie. Indien er geen uitwendige kanaalisolatie is voorzien, dient ter plaatse van de doorvoering het kanaal of de goot te worden voorzien van isolatie over een lengte van circa 400 mm. De isolatie dient te bestaan uit mineraalwol, afgewerkt met een Alu-folie o.g.

Als verwacht mag worden dat een afdichting achteraf, met name boven kanalen, niet mogelijk is, dan zullen bij montage van de kanalen hiervoor de nodige voorzieningen vooraf moeten worden getroffen, zoals het aanbrengen van glaswolplaten met afdekplaten of gipsplaat ter breedte van het kanaal.

Kabelgoten dienen ter plaatse van doorvoeringen over een lengte van 400 mm te worden volgepropt met minerale wol en te worden voorzien van een deksel.

3.3.2 Inbouwvoorzieningen

In scheidingswanden waaraan geluidisolerende eisen gesteld worden bij voorkeur geen inbouwvoorzieningen aanbrengen. Eventuele wandcontactdozen niet tegenover elkaar aanbrengen, maar bij lichte scheidingswanden minimaal 600 mm verspringend (binnenwanden, gangwanden). Bij steenachtige constructies minimaal een wanddikte verspringend (woningscheidende wanden dus minimaal 300mm verspringend).

3.3.3 Leidingen (c.v., sanitair)

Bij gipswanden zonder hulsgedoorvoeren dienen, indien mogelijk, gaten "pas" te worden geboord en de doorvoeringen te worden afgepipst. Als gaten niet pasgeboord kunnen worden dan moet bij gipswanden gipsplaat gecontramald rondom de leiding worden aangebracht tegen de uitwendige leidingisolatie. In het laatste geval dient ter plaatse van de doorvoering de leiding te worden voorzien van isolatie over een lengte van circa 300 mm, bestaande uit mineraalwol, afgewerkt met een Alu-folie.

Bij metselwerk- of betonwanden dienen sparingen met specie en dergelijke te worden aangewerkt tot op de hulsgedoorvoer. De ruimte tussen de leiding en de binnenwand van de huls dient met mineraalwol te worden gevuld en minstens 1-zijdig te worden afgewerkt met een kitvoeg op de minerale wol.

Sparingen ten behoeve van binnenrioleringsleidingen dienen te worden aangewerkt met specie of dergelijke tot op de afvoerleiding.

Belangrijk is ervoor te zorgen dat er geen starre verbindingen gemaakt worden tussen zwevende vloeren (of voorzetwanden) en de omringende constructies.

3.3.4 Toiletten

Bij het toepassen van hangende toiletten is het erg belangrijk dat de toiletten en bijbehorende appendages volledig los worden gehouden van de scheidingswand naar verblijfsruimten (dat wil zeggen: ophangen aan een voorzetwand, of toepassen van sanitair standards).

3.3.5 Algemeen

Het contramallen van doorvoeringen/sparingen rond doorvoeren is een bouwkundige werkzaamheid. Indien door de installateur aan één of beide zijden goed aansluitende metalen flenzen worden toegepast kan in het algemeen de bouwkundige afwerking van de sparing achterwege worden gelaten.

4 Ruimte-akoestiek

4.1 Eisen

Ter beperking van geluidhinder door galm is in afdeling 3.3 van het Bouwbesluit alleen een eis opgenomen eis opgenomen voor een woonfunctie. Voor scholen is geen eis opgenomen voor de ruimte-akoestiek.

Het PvE Frisse Scholen 2021 stelt wel eisen aan de ruimte-akoestiek van klaslokalen. Voor klasse B worden de volgende eisen gesteld:

- De gemiddelde nagalmtijd (T30) in het ingerichte leslokaal bedraagt maximaal 0,6 s.
- De in de 125 Hz octaafband gemeten nagalmtijd mag maximaal 30% afwijken van de gemiddelde nagalmtijd.

Toelichting:

- De gemiddelde nagalmtijd betreft de gemiddelde waarde van de nagalmtijd in de octaafbanden 250 t/m 2000 Hz.
- De nagalmtijd (T30) dient te worden bepaald conform de bepalingen in NEN 5077.
- De nagalmtijd wordt bepaald in een volledige ingerichte ruimte waarin geen personen aanwezig zijn. Wanneer de metingen worden verricht in een niet-ingerichte ruimte zal de nagalmtijd ca. 0,2 s hoger liggen. (Dus op maximaal 0,8 s)
- Toepassing van een geluidabsorberend plafond en/of geluidabsorberende wandafwerking (in elk geval bij Klasse A en B) is noodzakelijk. De hoeveelheid van dit materiaal en de geluidabsorberende kwaliteit is afhankelijk van het gewenste ambitieniveau.
- Voor de spraakverstaanbaarheid is niet alleen de nagalmtijd van belang. Hiervoor is het ook een voorwaarde dat de achtergrondgeluidniveaus ten gevolge van buitengeluid en installaties beperkt blijven tot de bij de onderdelen 'geluidwering van de gevel' en 'installatiegeluid' genoemde waarden.

Voor kantoren wordt aangeraden ook een nagalmtijd van maximaal 0,8 seconden aan te houden voor de niet-ingerichte ruimte (maximaal 0,6 sec voor het ingerichte kantoor).

Ten behoeve van de ruimteakoestiek dient men in alle verblijfs- en verkeersruimten te rekenen op een verlaagd geluidabsorberend plafond.

4.2 Klaslokalen / groepsruimten / kantoren

Het plafond is veelal een aantrekkelijke plek om de benodigde geluidabsorptie aan te brengen.

In Tabel 4 is aangegeven hoeveel geluidabsorptie [m^2 open raam] er minimaal moet worden aangebracht om aan de eisen te voldoen (rode cijfers voor octaafbanden 250 Hz tot 2.000Hz). Er dient bovendien gecontroleerd te worden dat de minimaal benodigde absorptie [m^2 open raam] in de 125Hz octaafband aanwezig is (laatste kolom).

Zo staat er bijvoorbeeld aangegeven dat er voor kantoor 0.12 minimaal een hoeveelheid absorptie van $8,7 \text{ m}^2$ open raam nodig is. Uitgaande van een materiaal met een absorptiecoëfficiënt $\alpha_w = 0,7$ betekent dit dat er $8,7 / 0,7 = 12,4 \text{ m}^2$ van dit absorptiemateriaal in deze ruimte aangebracht dient te worden. Voor een product met een andere absorptiecoëfficiënt, kan de aan te brengen hoeveelheid berekend worden door de in de tabel vermelde hoeveelheid te delen door de geluidabsorptiecoëfficiënt.

Tabel 4. Minimaal benodigde hoeveelheid absorptie [m^2 open raam]

		Inhoud [m^3]	Absorptie nodig 250 – 2.000Hz [m^2 o.r.]	Absorptie nodig 125 Hz [m^2 o.r.]
0.12	kantoor	41,6	8,7	6,7
0.14	peutergroep	145,5	30,3	23,3
0.17	babygroep	152,8	31,8	24,5
0.25	peuteropvang	189,8	39,5	30,4
0.34	stamgroep p2	88,4	18,4	14,2
0.35	stamgroep p2	82,8	17,3	13,3
0.36	stamgroep p2	82,8	17,3	13,3
0.37	stamgroep p2	88,8	18,5	14,2
1.07	sprekkamer	39,3	8,2	6,3
1.08	leerplein p4	242,2	50,5	38,8
1.09	stamgroep p4	159,7	33,3	25,6
1.10	stamgroep p4	174,9	36,4	28,0
1.12	stamgroep p3	167,6	34,9	26,9
1.13	stamgroep p3	170,6	35,5	27,3
1.14	stamgroep p3	168,0	35,0	26,9
1.16	lab,muziek	254,1	52,9	40,7
1.20	teamkamer	168,3	35,1	27,0
2.06	lab koken P3/4	263,3	54,9	42,2

2.08	spreekkamer/werkplek	104,8	21,8	16,8
2.09	spreekkamer/werkplek	52,7	11,0	8,4
2.10	spreekkamer/werkplek	52,9	11,0	8,5

Een $\alpha_w = 0,7$ is bijvoorbeeld te realiseren door het plafond uit te voeren met houtwolcementplaten op een regelwerk, voorzien van minerale wol in de spouw. Er kan ook gedacht worden aan het aanbrengen van geluidabsorberende mineraalwolplaten (bijvoorbeeld Ecophon, Rockfon, Eurocoustic e.d.) welke (rechtstreeks) tegen de wand of het plafond worden aangebracht of geperforeerde gips- of metaalplaten op een spouw, gedeeltelijk gevuld met minerale wol. De productinformatie van een materiaal vermeldt over het algemeen ook de absorptiecoëfficiënt van een materiaal bij een bepaalde opbouw. De benodigde geluidabsorptie dient gelijkmatig verdeeld in de ruimte aangebracht te worden.

Bij trappenhuisen wordt deze geluidabsorptie meestal tegen de onderzijde van de bordessen aangebracht.

4.3 Speellokalen / speel-leerlandschappen

Ten behoeve van de ruimteakoestiek in speellokaal 0.26 en speel-leerlandschap 2.12 wordt geadviseerd een goed geluidabsorberend plafond toe te passen met een gemiddelde geluidabsorptiecoëfficiënt $\alpha_w \geq 0,80$. Dit om het geluidniveau in de ruimte te verlagen zodat overlast in aangrenzende ruimten voorkomen wordt.

Voor de speel-leerlandschappen (ruimte 0.27 en 1.19) waarin bestaande stukken wand aanwezig zijn, wordt geadviseerd de geluidabsorptie te verdelen over plafond en wanden. Bij voorkeur geen 2 parallelle, akoestisch harde wanden tegenover elkaar toepassen. Het verdient aanbeveling op 1 van beide tegenover elkaar gelegen wanden geluidabsorptie aan te brengen.

4.4 Gezamenlijke verkeersruimte (entree/trappenhuis)

Geadviseerd wordt ook in de gezamenlijke verkeersruimten geluidsabsorptie aan te brengen, door bijvoorbeeld het plafond (of onderzijde trappen) uit te voeren met houtwolcementplaten op een regelwerk, voorzien van 40mm minerale wol in de spouw. Er kan ook gedacht worden aan het aanbrengen van geluidabsorberende mineraalwolplaten (bijvoorbeeld Ecophon, Rockfon, e.d.) welke (rechtstreeks) tegen de wand of het plafond worden aangebracht of geperforeerde gips- of metaalplaten op een spouw, gedeeltelijk gevuld met minerale wol.

5 Thermische isolatie

5.1 Eisen

Dit plan betreft een verbouwing waarbij men dient te voldoen aan de eisen uit het Bouwbesluit op verbouw-niveau. Omdat er op dit moment geen isolatie in het gebouw aanwezig is en er nieuwe isolatielagen worden aangebracht moet worden voldaan aan verbouwniveau. Uit hoofdstuk 3 en hoofdstuk 5 van het Bouwbesluit 2012 gelden derhalve met betrekking tot deze verbouwing de volgende eisen:

- Artikel 5.6 lid 2: Voor het vernieuwen of vervangen van isolatielagen geldt een warmteweerstand van ten minste $2,6 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor een vloer, $1,4 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor een gevel en $2,1 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor een dak, bepaald volgens NTA 8800 en bij het vernieuwen of vervangen van ramen, deuren en kozijnen een warmtedoorgangscoefficiënt van ten hoogste $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, bepaald volgens NTA 8800.
- Artikel 3.21 lid 1: Een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte is, bepaald volgens NEN 2778, waterdicht.
- Om problemen met vocht- en schimmelvorming te voorkomen, wordt voor nieuwbouw een eis gesteld aan de temperatuurfactor conform Artikel 3.22 lid 1: Een scheidingsconstructie waarvoor een warmteweerstand als bedoeld in artikel 5.3 geldt, heeft aan de zijde die grenst aan een verblijfsgebied een volgens NEN 2778 bepaalde factor van de temperatuur van de binnenoppervlakte, die niet kleiner is dan de in tabel 3.20 aangegeven waarde. In deze tabel staat dat voor een school geldt dat de factor van de temperatuur $\geq 0,50$ dient te zijn. Hoewel in het Bouwbesluit niet specifiek aangegeven, is ook bij verbouwsituaties deze factor van belang om vocht- en schimmelproblemen te voorkomen.
- Artikel 3.22 lid 2: Het eerste lid geldt niet voor ramen, deuren, kozijnen en daarmee gelijk te stellen constructieonderdelen.

5.2 Warmteweerstand

Volgens Bouwbesluit 2012 dient voor een na te isoleren gevel een warmteweerstand $R_c \geq 1,40 \text{ m}^2\text{K/W}$ gerealiseerd te worden. Tijdens overleg is echter aangegeven dat men bij voorkeur nieuwbouwniveau wil realiseren ($R_c \geq 4,7 \text{ m}^2\text{K/W}$).

De R_c waarde is berekend conform de NTA 8800. Voor de opbouw van de constructies is uitgegaan van de detailtekeningen. In de BIJLAGE 1 is de productinformatie van de FAAY voorzetwanden system Wáll-in One PG110 en van de Rockwool Flexi plus opgenomen.

Uit de resultaten van de R_c -berekening blijkt dat voldaan wordt aan de gestelde eisen voor de thermische isolatie die gelden voor verbouw. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in BIJLAGE 2.

5.3 Temperatuurfactor

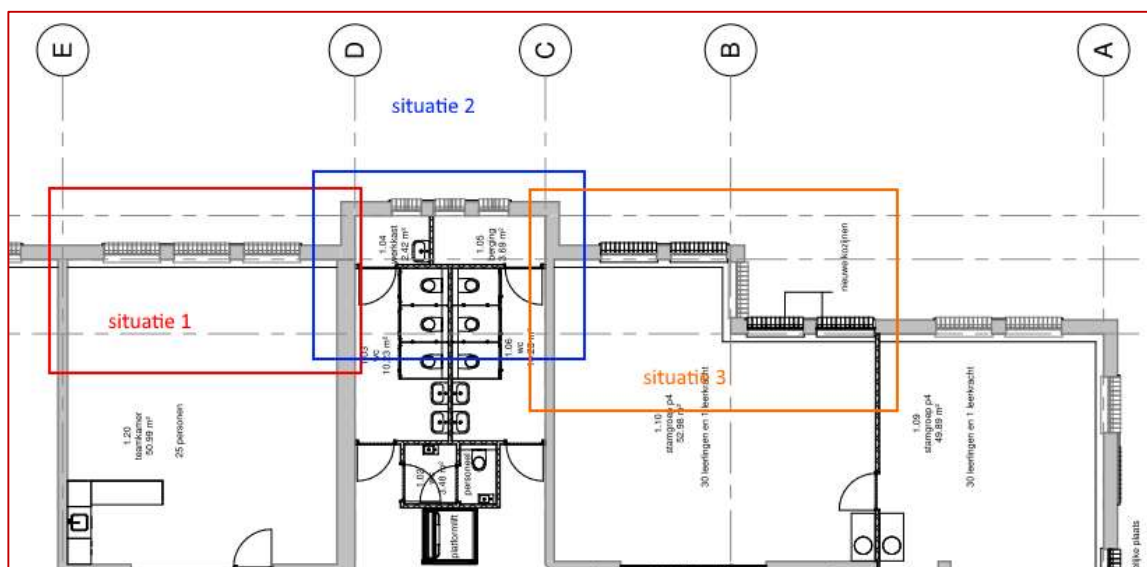
De entreehal van het bestaande gebouw heeft een monumentale waarde en de wens is de afwerking en de constructie in de entreehal te behouden. Omdat het een verkeersruimte betreft, is bij de berekeningen van de temperatuurfactor ervan uitgegaan dat de verkeersruimte niet wordt verwarmd en dat de binnentemperatuur van deze ruimte in de winter maximaal 15°C bedraagt.

De overige ruimtes worden verwarmd voor het verblijven van personen en daarom is er uitgegaan van een standaard binnentemperatuur van 18°C.

Bij het opstellen van de rekenmodellen is gebruik gemaakt van de aangeleverde bouwtekeningen uit 1938 en 1993. Op deze tekeningen is te zien dat de gevelconstructie bestaat uit een steens metselwerk gevel met een dikte van circa 350 mm. De kozijnen sluiten koud aan op de massieve steensmuur en tussen de kozijnen bevinden zich metselwerk stijlen van 220 mm en 350 mm breed. De dragende binnenwanden hebben een dikte van 210 mm of van 430 mm.

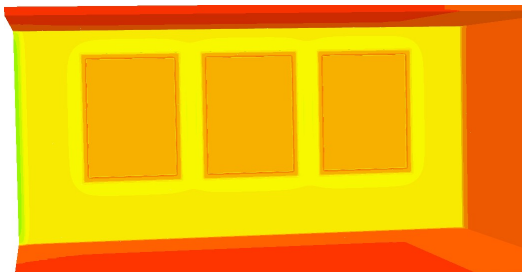
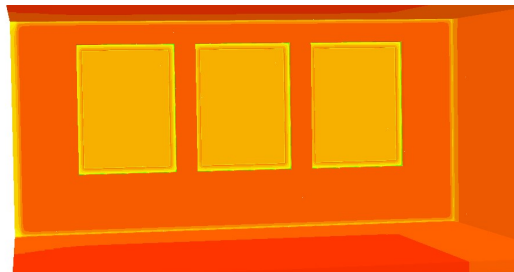
Uitgangspunt voor de berekeningen is dat de langsgevels aan de binnenzijde worden geïsoleerd met een Rc-waarde van minimaal 3,8 m²K/W. De toegepaste Faay wanden hebben een Rc-waarde van 4,5 m²K/W en dit houdt in dat in de praktijk de resultaten iets beter zijn dan uit de uitgevoerde berekeningen blijkt.

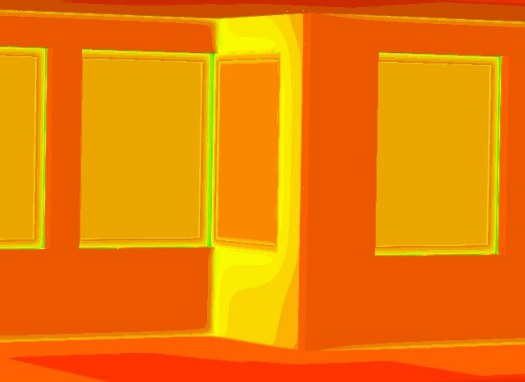
Er is per knooppunt een berekening gemaakt van de factor van de temperatuur aan de binnenzijde van de bestaande knooppunten en van de knooppunten na het na-isoleren van de voorgevels (de stroken zijgevels die naar binnen steken zijn in de berekeningen niet geïsoleerd, vanwege het doorlopen van de dragende binnenwanden). In Figuur 1 zijn de 3 berekende situaties weergegeven. In Tabel 5 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven per situatie.



Figuur 1. Berekende situaties m.b.t. temperatuurfactoren

Tabel 5. Resultaten van de berekende situaties

Bestaande situatie	Na-geïsoleerde situatie	legenda
		<

<i>Bestaande situatie</i>	<i>Na-geïsoleerde situatie</i>
	
<i>Situatie 3: Onderwijsruimte tussen assen AB -C vanuit as C gezien</i>	

Op basis van de berekeningen blijkt dat de koudste binnentemperatuur in de bestaande situatie $9,2^{\circ}\text{C}$ is. Dit is ter plaatse van de verkeersruimten en de toiletruimten. De gemiddelde wandtemperatuur in de wintercondities van deze ruimtes komt op circa 10°C . De temperatuurfactor komt daarmee op 0,61 en voldoet aan de eisen van nieuwbouw ($\geq 0,5$).

Ter plaatse van de onderwijsfuncties is de gemiddelde wandtemperatuur onder de berekende wintercondities circa $13,5^{\circ}\text{C}$. De laagste temperatuur treedt dan op ter plaatse van de zijgevel op As B. Geadviseerd wordt om zover als mogelijk hier ook isolatie voor aan te brengen. Aandachtspunt daarbij is een goede aansluiting op de omliggende wanden. De kozijnen in de lange gevel (as CB) en de kozijnen in de zijgevel (as B) sluiten direct aan op de bestaande kolom in de buitengevel. Op deze kolom in de hoek treedt de laagste temperatuur van $8,4^{\circ}\text{C}$ op. De temperatuurfactor komt daarmee op 0,47 en voldoet op dit punt niet aan de gestelde eis ($\geq 0,5$). Omdat het maar een kleine oppervlakte is in het gehele gebouw, maar op een enkele plaats voorkomt, en omdat we te maken hebben met een monumentaal pand en dit plaatsvindt ter plaatse van de aansluitingen van de kozijnen, kan overwogen worden om dit te accepteren.

Daar waar een binnenwand op de gevel aansluit, kan overwogen worden om deze binnenwand over minimaal een lengte van 1m vanaf de gevel ook van een voorzetwand te voorzien. Dit levert dan echter wel een sprong in de binnenwand op.

Alle aansluitingen van de voorzetwanden dienen lucht- en dampdicht uitgevoerd te worden (kit op rugvulling).

BIJLAGE 1 Productinformatie

W'all-in-One[®]

Thermisch isolerend voorzetwandsysteem



onuitputtelijke
grondstoffen



brandwerend



snel te
monteren



geluidwerend



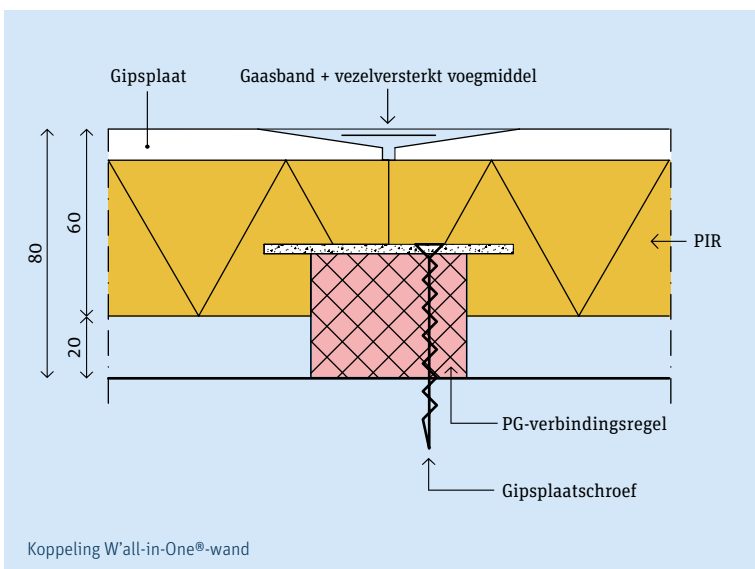
schroefvast



thermisch
isolierend



stabiele
wifi



W'all-in-One® op 5 punten sneller!

W'all-in-One® is een nieuw, hoogwaardig thermisch isolerend voorzetwandsysteem dat in het werk op alle gebruikelijke manieren is af te werken. W'all-in-One® is het resultaat van goed samenspel tussen systeemwandontwikkelaar Faay Vianen B.V. en isolatiespecialist Kingspan®. W'all-in-One® is dan ook met recht een voorzetwandsysteem met veel 'ingebouwd' voordeel!

Zo levert de W'all-in-One®-voorzetswand een hoog rendement per m² bij een minimale dikte. Dit komt doordat PIR al in geringe dikte een hoge isolatiewaarde heeft. Met als extra voordeel: een ruimtebesparing van wel 50%(!) vergeleken met een traditionele voorzetwand op basis van minerale wol (uitgaande van een gelijke isolatiewaarde). W'all-in-One® bereikt al bij 60 mm dikte Rc 2,72. Bij 150 mm is de Rc maar liefst 6,73.

Ander voordeel: de PIR-plaat heeft aan beide zijden een dampremmende folielaag. Dat is handig, omdat in de bouw nog vaak fouten worden gemaakt met het aanbrengen daarvan. Dit probleem is er dankzij het W'all-in-One®-systeem niet. Door de reflecterende werking van de folie wordt de R-waarde van de luchtsponw verhoogd van 0,18 naar 0,57. Bovendien is W'all-in-One®

W'all-in-One®, slank bouwen met meer comfort:

- Eenvoudige verwerking
- Reduceert arbeid
- Ongevoelig voor vocht
- Geen koudebrug
- Blijvend hoog thermisch rendement
- Voldoet aan bouwbesluiteisen

licht van gewicht, duurzaam en recyclebaar. De W'all-in-One®-panelen worden aan de onderzijde geplaatst op houten sloffen en aan de bovenzijde tegen spouwlaten. Dankzij de speciale verbindings-/montageprofielen en de sponningen in de langskanten van de panelen monteert u een W'all-in-One®-voorzetwand in een handomdraai.

Geen koudebrug, geen warmtelek

De montageprofielen worden met verzonken schroeven (geen koudebrug!) tegen de achterconstructie gemonteerd. Paneel aanschuiven, profiel vastschroeven, paneel aanschuiven enzovoort. De W'all-in-One®-panelen zelf hoeven dus niet vastgeschroefd te worden! Bovendien laten de montageprofielen de panelen thermisch lek dicht op elkaar aansluiten. Met W'all-in-One® kunt u sneller en kwalitatief trefzekerder na-isoleren!

W'all-in-One® vrijstaand

Naast het gewone is er ook de variant W'all-in-One® vrijstaand. Dankzij de solide stijlen van gelamineerd en gevingerlast grenen is de vrijstaande wand geheel zelfdragend. De montage is dus niet langer afhankelijk van de achterliggende muur. Dit maakt de W'all-in-One® vrijstaand tot dé oplossing voor bijvoorbeeld zeer oneffen, gehavende, afbrokkelende, scheve of vochtige muren. De W'all-in-One® vrijstaand biedt optimale isolatie voor de lastigste omstandigheden. Snel, simpel, doeltreffend én scherp geprijsd! W'all-in-One® heeft KOMO-attest-productcertificaat, nr. 20196/18.

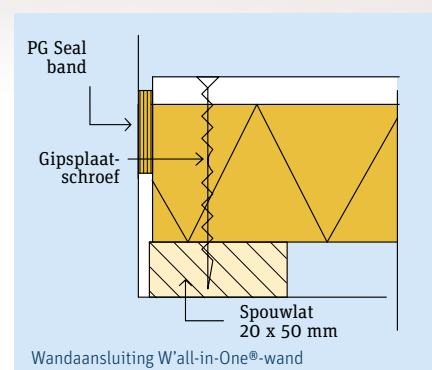
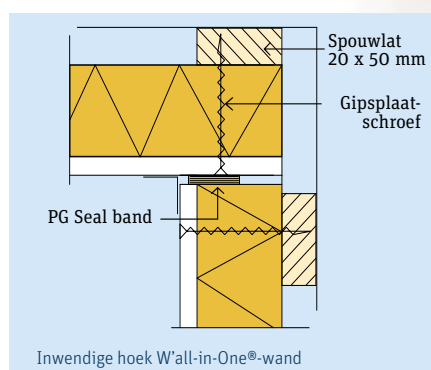
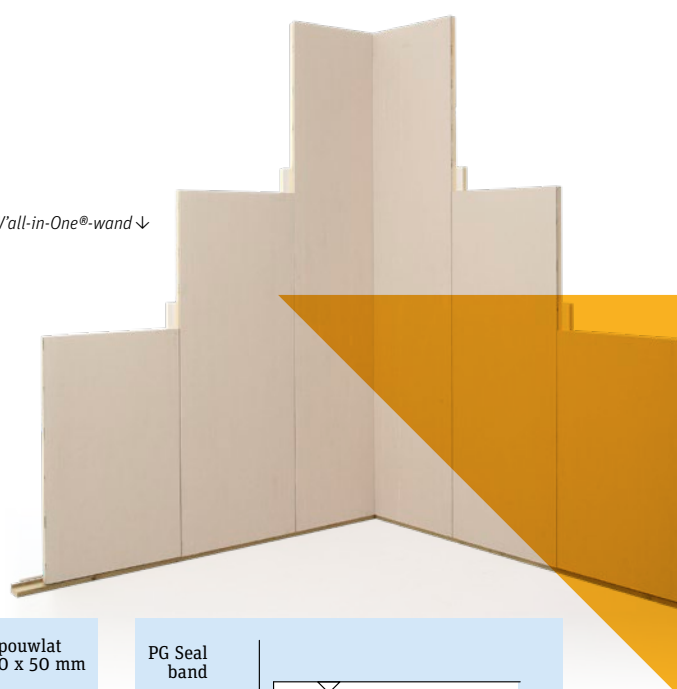
PG schroeven

Gebruik voor het bevestigen van de W'all-in-One®-systeem panelen de daarvoor bestemde gipsplaat Schroeven. Deze schroeven zijn voor de diverse uitvoeringen in de daarvoor bestemde lengtemaat leverbaar.

Afdichten met PG Seal band

Voor het afdichten van voegen en naden is er PG Seal band. Dit zeer fijne, semi-gesloten-

Voorbeeldopstelling W'all-in-One®-wand ↓



cellige polyurethaanschuim heeft uitstekende luchtdichtende eigenschappen en voldoet aan de allerhoogste eisen voor luchtdicht- en klimaatneutraal bouwen. Zeer geschikt om luchtlekken bij de aansluitingen van verschillende leveranciers goed af te dichten. Denk hierbij aan dak-gevel of dak-dakraam. Door gebruik te maken van PG Seal band is de gewenste luchtdichtheid eenvoudig en doeltreffend te behalen. Een goed alternatief dus voor PUR!

De PG Seal band is speciaal ontworpen voor het creëren van duurzame luchtdichte aansluitingen. Met het gebruik van PG Seal band in combinatie met onze W'all-in-One® panelen bent u verzekerd van een lage Qv10 (luchtdoorlatendheid) en de hoogste luchtdichtheidsklasse (klasse 4) volgens de NEN-EN 12207. Daarnaast is het snel en eenvoudig te verwerken.

Bijpassende prefab dagkant maakt het W'all-in-One®-systeem compleet

Aanvullend op de elementen uit het

W'all-in-One®-systeem ontwikkelde Faay een oplossing voor de na-isolatie van dagkanten bij kozijnen. Deze sluiten naadloos aan op de andere elementen uit het assortiment. Door deze toevoeging worden koudebruggen effectief voorkomen en kunnen woningen in hun geheel zeer eenvoudig maar doeltreffend worden geïsoleerd. Al het hiervoor vermelde dringt het aantal arbeidshandelingen flink terug. Immers:

- aanbrengen van dampdoorlatende folie tussen isolatiemateriaal en bestaande muur,
- aanbrengen van dampremmende folie tussen isolatie en gipsplaatafwerking,
- apart inmeten en aanbrengen van isolatiemateriaal,
- apart inmeten en bevestigen van eindbeplating,
- en afsmeren van schroefgaten in de eindbeplating...

...is allemaal niet nodig!

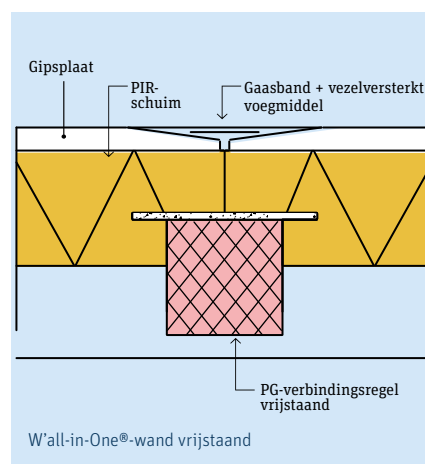
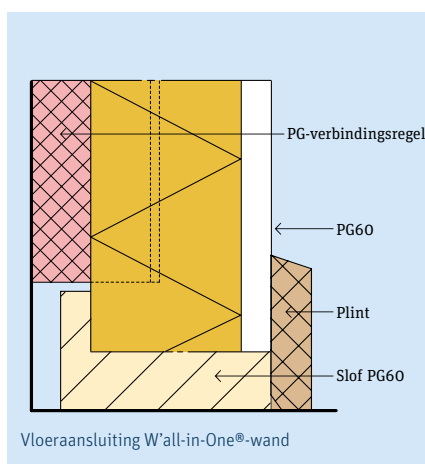
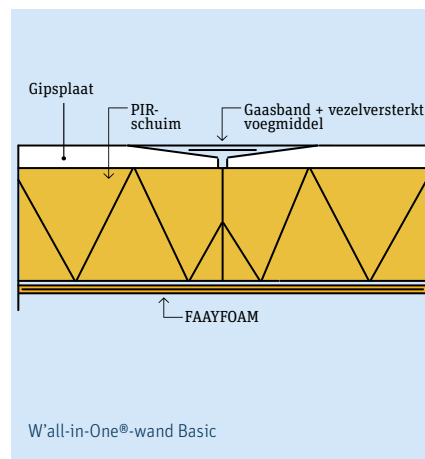
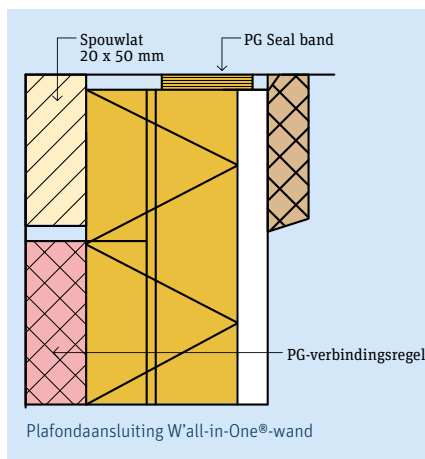
Kortom, met W'all-in-One® kunt u op 5 punten sneller en kwalitatief trefzekerder na-isoleren!

Diverse uitvoeringen

Van W'all-in-One® zijn diverse uitvoeringen beschikbaar: PG60, 70, 90, 110, 120, 130, 140 en 150. De getallen staan voor de dikte in mm van de panelen (andere dikten zijn op aanvraag mogelijk). De thermische isolatie van de PG60 is Rc 2,72. De Rc van de PG150 is zelfs 6,73. Daarmee voldoen deze panelen aan het Bouwbesluit.

W'all-in-One® basic

Naast W'all-in-One®-panelen met sponning zijn er ook W'all-in-One®-panelen met rechte, ongeprofileerde langskanten, de W'all-in-One® basic-panelen. Deze worden met FAAYFOAM - een nieuw soort montageschuim - direct tegen de wand/muur bevestigd, zonder luchtsponw. Wanneer het een hangend of hellend vlak of een zeer nat oppervlak betreft, dienen per plaat 5 mechanische bevestigingspunten aangebracht te worden.



Technische gegevens W'all-in-One®-wanden

Type	PG60 system	PG70 system	PG90 system	PG110 system	PG120 system
Dikte element incl. gipsplaat (mm)	60**	70**	90**	110**	120**
Breedte (mm)	600	600	600	600	600
Lengte (mm)	2600/3000/3600	2600/3000/3600	2600/3000/3600	2600/3000/3600	2600/3000/3600
Gewicht (kg/m²) incl. gipsplaat	9,1	9,4	10,0	11,8	12,1
Rd (m²·K/W)	2,21	2,65	3,51	4,49	4,94
Rc incl. 20 mm luchtsponw + steensmuur	2,72	3,16	4,06	4,95	5,39
U-waarde (W/m²·K) 1/Rc+0,17	0,35	0,30	0,24	0,20	0,18
Brandklasse (in combinatie met 9,5 mm gipsplaat)	B (i.c.m. gipsplaat)	B (i.c.m. gipsplaat)	B (i.c.m. gipsplaat)	B (i.c.m. gipsplaat)	B (i.c.m. gipsplaat)
Brandklasse van alleen schuimplaat	E	E	E	E	E
Brandwerendheid	< 20 min.	< 20 min.	< 20 min.	< 20 min.	< 20 min.
Rookgetalklasse	S2	S2	S2	S2	S2
Druppelklasse PIR-schuim	d0	d0	d0	d0	d0
SBI (single burn item van complete systeem)	BS1d0	BS1d0	BS1d0	BS1d0	BS1d0
Geluidsisolatie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Vormvast	ja	ja	ja	ja	ja
Dimensionale stabiliteit PIR	DS(th)8	DS(th)8	DS(th)8	DS(th)8	DS(th)8
Vochtgevoelig	nee	nee	nee	nee	nee

* Rc-waarde zónder luchtsponw.

** De aangegeven dikten zijn voorraadartikelen, overige dikten op aanvraag.



Codering:	20210173GK (20160757GKBKUW)
Betreft	Gecontroleerde kwaliteitsverklaring
Toepassing:	NTA 8800 Basisopname
Fabrikant:	Rockwool
Type:	BouwPlaat 221, RockSono Extra, Fastfixx (Fastfixx niet meer leverbaar per april 2016) en Rockroof Flexi Plus
Ingangsdatum verklaring	01-03-2021
Geldigheidsduur verklaring	

isolatiedikte [mm]	R _c [m ² K/W]			
	Gevel ¹	Vloer ¹	plat/hellend dak ¹	plat/hellend dak ² (indien isolatie tussen balken/gordingen is aangebracht)
10	0,65	0,44	0,51	0,47
20	0,95	0,74	0,81	0,72
30	1,24	1,03	1,10	0,97
40	1,54	1,33	1,40	1,21
50	1,83	1,62	1,69	1,46
60	2,12	1,91	1,98	1,71
70	2,42	2,21	2,28	1,96
80	2,71	2,50	2,57	2,21
90	3,01	2,80	2,87	2,46
100	3,30	3,09	3,16	2,71
110	3,60	3,39	3,46	2,95
120	3,89	3,68	3,75	3,20
130	4,18	3,97	4,04	3,45
140	4,48	4,27	4,34	3,70
150	4,77	4,56	4,63	3,95
160	5,07	4,86	4,93	4,20
170	5,36	5,15	5,22	4,44
180	5,65	5,44	5,51	4,69
190	5,95	5,74	5,81	4,94
200	6,24	6,03	6,10	5,19
210	6,54	6,33	6,40	5,44
220	6,83	6,62	6,69	5,69
230	7,12	6,91	6,98	5,94

De Rc-waarden uit bovenstaande tabel mogen alleen worden gebruikt als aangetoond kan worden dat het betreffende isolatiemateriaal is toegepast.

- ¹ Rc-waarde gevel, vloer en dak, de isolatie is niet mechanisch bevestigd en dus aantoonbaar uitsluitend gekleefd, gelijmd of geklemd zonder onderbrekingen aangebracht. Indien de isolatie mechanisch is bevestigd is de verklaring niet geldig. Extra voorwaarde voor vloer: uitsluitend van toepassing op een aan de onderzijde vlakke vloer, in de vloer niet van toepassing op isolatie tussen balken
- ² Rc-waarde dak, de isolatie aangebracht tussen de gordingen/balken is niet mechanisch bevestigd en dus aantoonbaar uitsluitend gekleefd, gelijmd. Indien de isolatie mechanisch is bevestigd is de verklaring niet geldig

*BCRG heeft per 1 januari 2014 de taken ten aanzien van de databank van ISSO en KBI overgenomen.

BIJLAGE 2 RC-berekeningen



Rc-waarde



Inhoudsopgave

1	Projectgegevens	3
2	Rc- en U-waarden berekening	4
2.1	Overzicht resultaten	4
2.2	Constructie 1 Vloer begane grond	5
2.3	Constructie 2 Gevelopbouw conform productinformatie faay	6
2.4	Constructie 3 Gevelopbouw boven kozijnen	7
2.5	Constructie 4 Rockwool flexi plus	8
2.6	Constructie 5 balkonvloer	9
2.7	Constructie 6 dak tpv loggia	10
2.8	Constructie 7 zijwang loggia	11



1 Projectgegevens

Project : U088 Willemspoort
Omschrijving :
Plaats :
Projectlocatie :
Projectrelaties :
Notities :



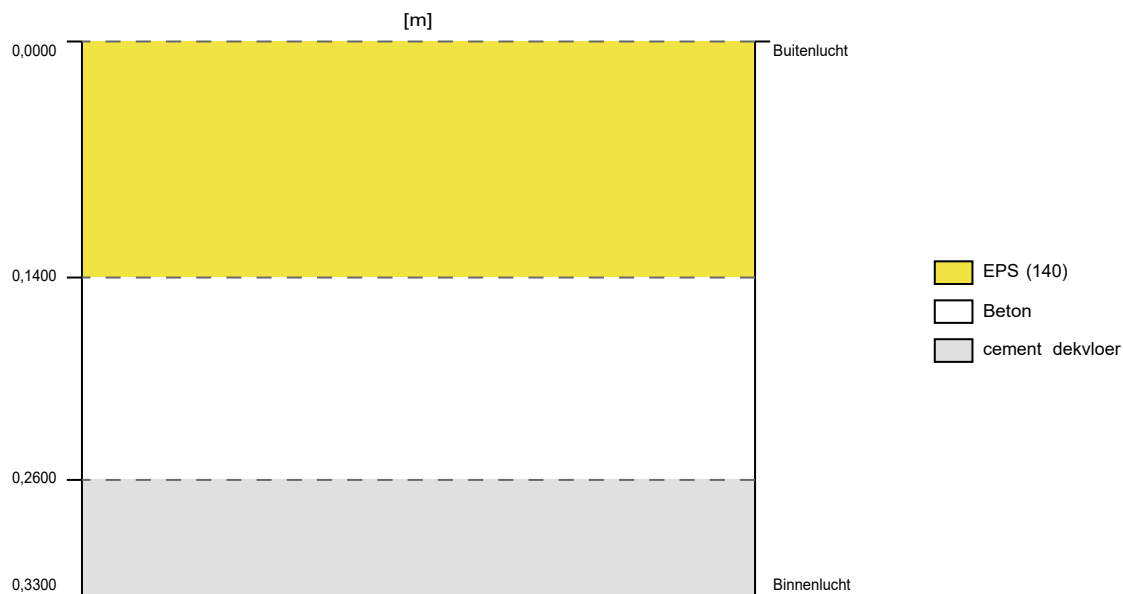
2 Rc- en U-waarden berekening

Notities :

2.1 Overzicht resultaten

Constructie	Publicatie	U [W/(m².K)]	R _c [(m².K)/W]	R _{c,bb} [(m².K)/W]
Rekenmethode: Volgens norm				
1 vloer (1 Vloer begane grond) [Rc: 3,797]	NTA 8800:2020	0,250	3,797	3,700
2 gevel (2 Gevelopbouw conform productinformatie faay) [Rc: 5,265]	NTA 8800:2020	0,184	5,265	5,200
3 gevel (3 Gevelopbouw boven kozijnen) [Rc: 4,650]	NTA 8800:2020	0,207	4,650	4,600
4 Dak schuin (4 Rockwool flexi plus) [Rc: 4,455]	NTA 8800:2020	0,218	4,455	4,400
5 balkonvloer (5 balkonvloer) [Rc: 5,667]	NTA 8800:2020	0,170	5,667	5,600
6 dak (6 dak tpv loggia) [Rc: 5,654]	NTA 8800:2020	0,173	5,654	5,600
7 gevel (7 zijwang loggia) [Rc: 3,750]	NTA 8800:2020	0,255	3,750	3,700

2.2 Constructie 1 Vloer begane grond



2.2.1 Opbouw constructie

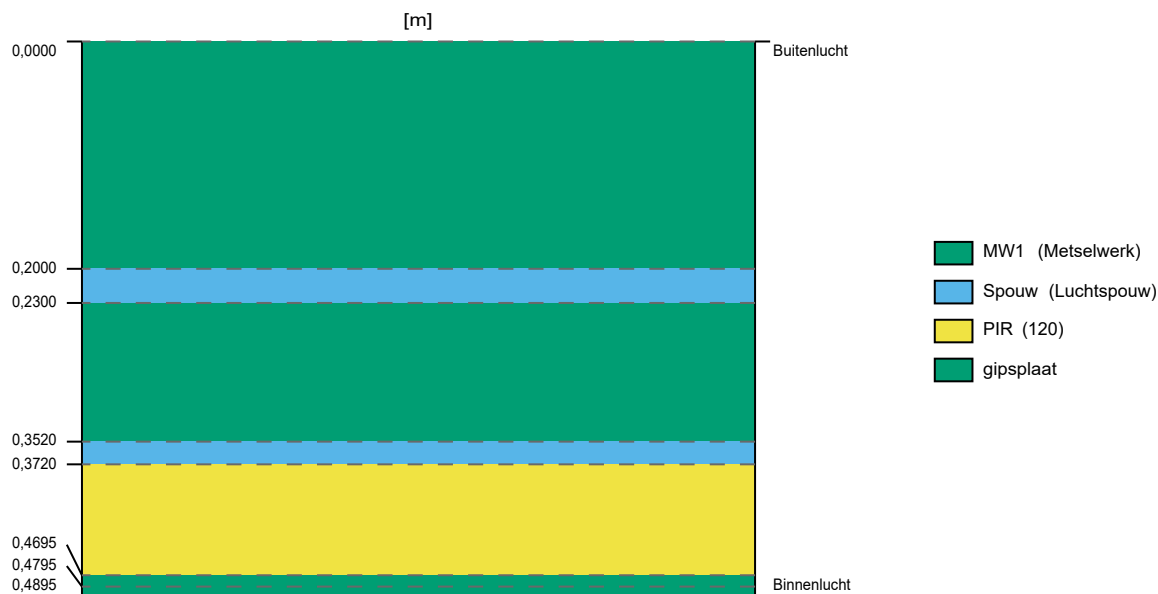
Laag	Omschrijving	Dikte [m]	λ [W/(m.K)]	R_m [(m².K)/W]
Sectie: Enkelvoudige constructie				
2	EPS (150)	0,1400	0,038	3,684
3	Beton	0,1200	2,000	0,060
4	cement dekvloer	0,0700	1,320	0,053

2.2.2 Resultaten

1 vloer (1 Vloer begane grond) [Rc: 3,797]

Rc-waarde (bouwbesluit)	$R_{c,bb}$	: 3,700	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R_{si}	: 0,170	[(m².K)/W]
Externe warmteovergangswaarde	R_{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Rc-waarde	R_c	: 3,797	[(m².K)/W]
U-waarde	U	: 0,250	[W/(m².K)]
Warmtedoorgang (zonder correctie)	U_T	: 0,250	[W/(m².K)]
Correctiefactor	ΔU	: 0,000	[W/(m².K)]
Totale warmteweerstand	R_T	: 4,007	[(m².K)/W]
Som warmteweerstand materiaallagen	ΣR_m	: 3,797	[(m².K)/W]
Toeslagfactor voor convectie	ΔU_a	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	ΔU_{fa}	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	α_{fa}	: 0,000000	
Publicatie		: NTA 8800:2020	

2.3 Constructie 2 Gevelopbouw conform productinformatie faay



2.3.1 Opbouw constructie

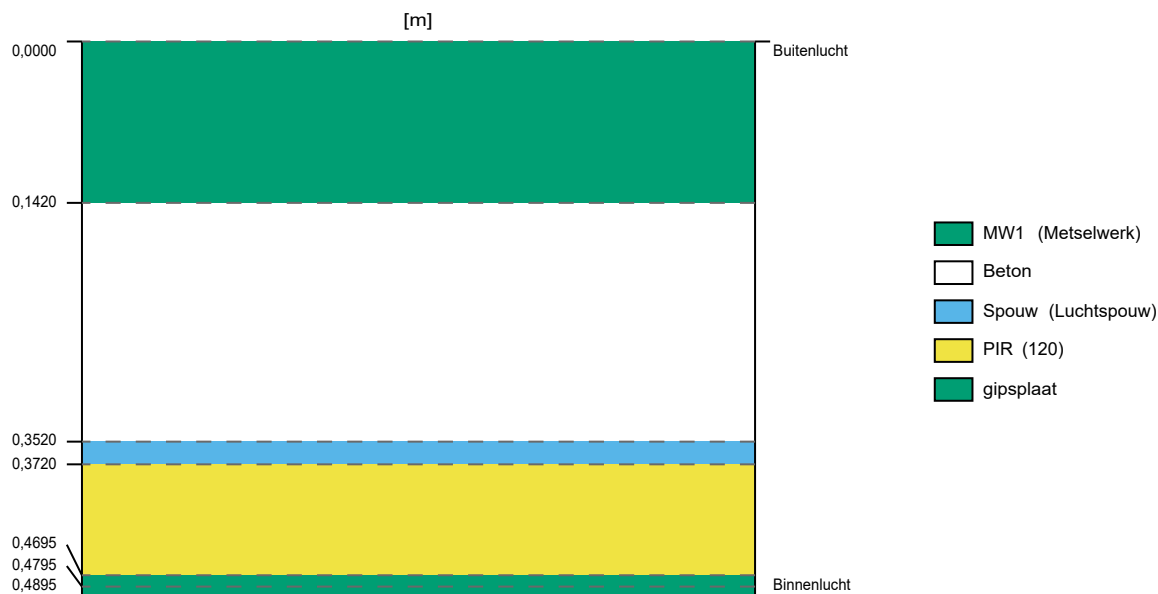
Laag	Omschrijving	Dikte [m]	λ [W/(m.K)]	R_m [(m².K)/W]
Sectie: Enkelvoudige constructie				
2	MW1 (Metselwerk)	0,2000	1,200	0,167
3	Spouw (Luchtspouw)	0,0300	0,053	0,570
4	MW1 (Metselwerk)	0,1220	1,200	0,102
5	Spouw (Luchtspouw)	0,0200	0,111	0,180
6	PIR (110)	0,0975	0,023	4,167
7	gipsplaat	0,0100	0,250	0,040
8	gipsplaat	0,0100	0,250	0,040

2.3.2 Resultaten

2 gevel (2 Gevelopbouw conform productinformatie faay) [Rc: 5,265]

Rc-waarde (bouwbesluit)	$R_{c,bb}$	: 5,200	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R_{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Externe warmteovergangswaarde	R_{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Rc-waarde	R_c	: 5,265	[(m².K)/W]
U-waarde	U	: 0,184	[W/(m².K)]
WarmtEDOORGANG (zonder correctie)	U_T	: 0,184	[W/(m².K)]
Correctiefactor	ΔU	: 0,000	[W/(m².K)]
Totale warmteweerstand	R_T	: 5,435	[(m².K)/W]
Som warmteweerstand materiaalagen	ΣR_m	: 5,265	[(m².K)/W]
Toeslagfactor voor convectie	ΔU_a	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	ΔU_{fa}	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	α_{fa}	: 0,000000	
Publicatie		: NTA 8800:2020	

2.4 Constructie 3 Gevelopbouw boven kozijnen



2.4.1 Opbouw constructie

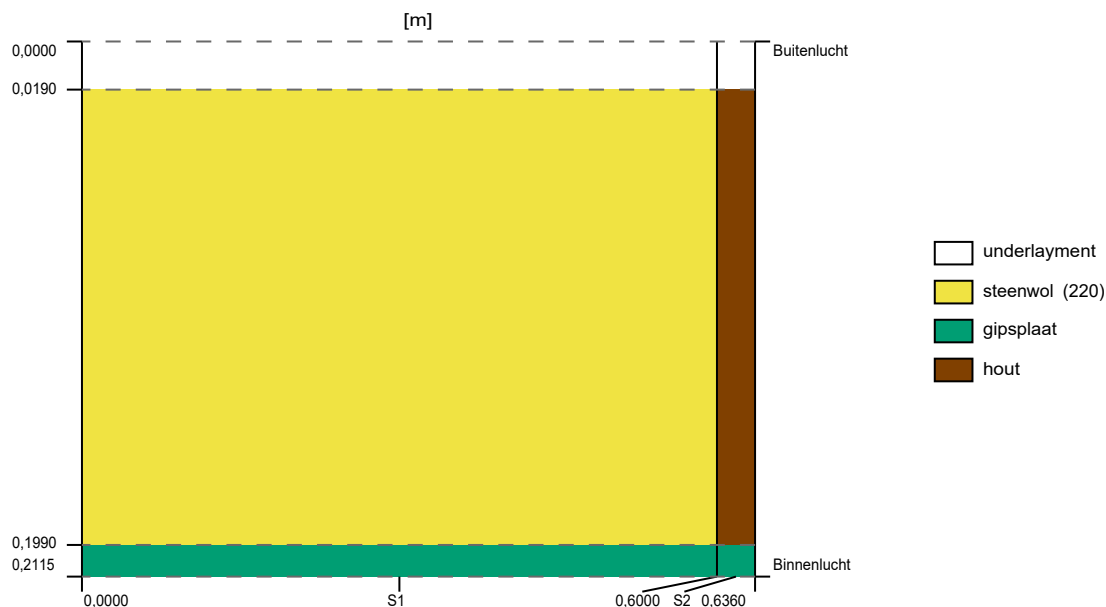
Laag	Omschrijving	Dikte [m]	λ [W/(m.K)]	R_m [(m².K)/W]
Sectie: Enkelvoudige constructie				
2	MW1 (Metselwerk)	0,1420	1,200	0,118
3	Beton	0,2100	2,000	0,105
6	Spouw (Luchtsponw)	0,0200	0,111	0,180
7	PIR (110)	0,0975	0,023	4,167
8	gipsplaat	0,0100	0,250	0,040
9	gipsplaat	0,0100	0,250	0,040

2.4.2 Resultaten

3 gevel (3 Gevelopbouw boven kozijnen) [Rc: 4,650]

Rc-waarde (bouwbesluit)	$R_{c,bb}$	: 4,600	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R_{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Externe warmteovergangswaarde	R_{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Rc-waarde	R_c	: 4,650	[(m².K)/W]
U-waarde	U	: 0,207	[W/(m².K)]
Warmtedoorgang (zonder correctie)	U_T	: 0,207	[W/(m².K)]
Correctiefactor	ΔU	: 0,000	[W/(m².K)]
Totale warmteweerstand	R_T	: 4,820	[(m².K)/W]
Som warmteweerstand materiaalagen	ΣR_m	: 4,650	[(m².K)/W]
Toeslagfactor voor convectie	ΔU_a	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	ΔU_{fa}	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	α_{fa}	: 0,000000	
Publicatie		: NTA 8800:2020	

2.5 Constructie 4 Rockwool flexi plus



2.5.1 Opbouw constructie

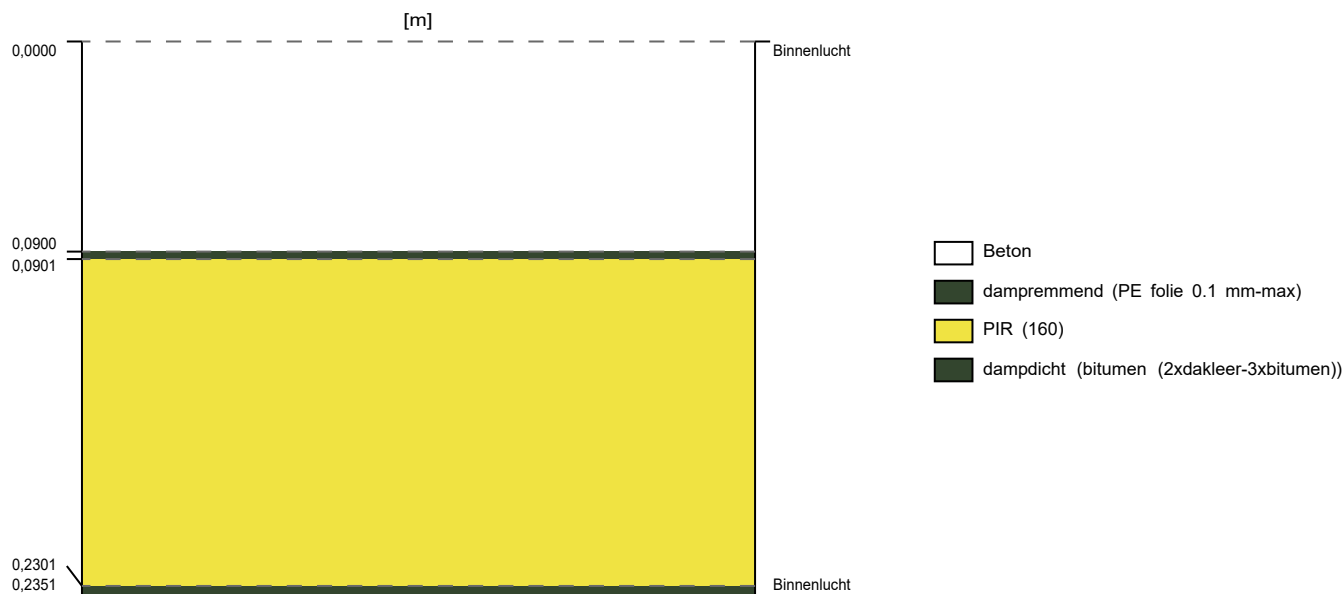
Laag	Omschrijving	Dikte [m]	λ [W/(m.K)]	R_m [(m².K)/W]
Sectie: 1 (0,600 [m])				
1	underlayment	0,0190	0,130	0,146
2	steenwol (220)	0,1800	0,034	5,294
5	gipsplaat	0,0125	0,250	0,050
Sectie: 2 (0,036 [m])				
1	underlayment	0,0190	0,130	0,146
2	hout	0,1800	0,180	1,000
3	gipsplaat	0,0125	0,250	0,050

2.5.2 Resultaten

4 Dak schuin (4 Rockwool flexi plus) [Rc: 4,455]

Rc-waarde (bouwbesluit)	$R_{c,bb}$	: 4,400	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R_{si}	: 0,100	[(m².K)/W]
Externe warmteovergangswaarde	R_{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Rc-waarde	R_c	: 4,455	[(m².K)/W]
U-waarde	U	: 0,218	[W/(m².K)]
Warmtedoorgang (zonder correctie)	U_T	: 0,218	[W/(m².K)]
Correctiefactor	ΔU	: 0,000	[W/(m².K)]
Totale warmteweerstand	R_T	: 4,595	[(m².K)/W]
Toeslagfactor voor convectie	ΔU_a	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	ΔU_{fa}	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	α_{fa}	: 0,000000	
Publicatie		: NTA 8800:2020	

2.6 Constructie 5 balkonvloer



2.6.1 Opbouw constructie

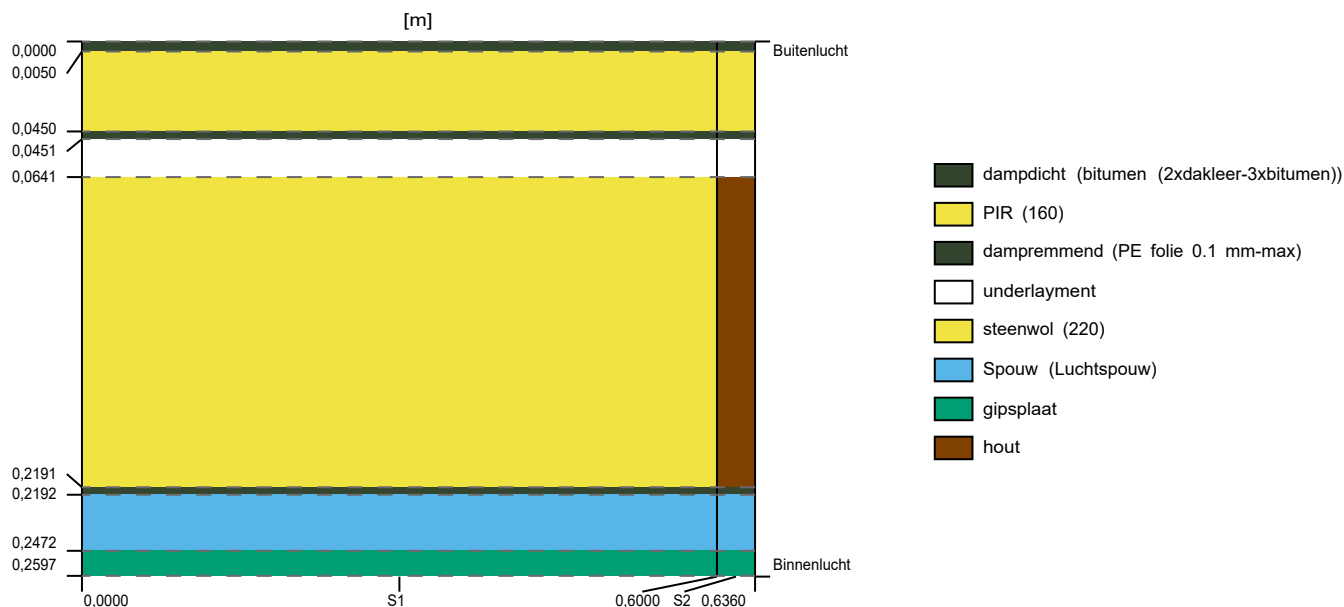
Laag	Omschrijving	Dikte [m]	λ [W/(m.K)]	R_m [(m².K)/W]
Sectie: Enkelvoudige constructie				
1	Beton	0,0900	2,000	0,045
2	dampremmend (PE folie 0.1 mm-max)	0,0001	0,330	0,000
4	PIR (160)	0,1400	0,025	5,600
5	bitumen (bitumen (2xdakleer-3xbitumen))	0,0050	0,230	0,022

2.6.2 Resultaten

5 balkonvloer (5 balkonvloer) [Rc: 5,667]

Rc-waarde (bouwbesluit)	$R_{c,bb}$	: 5,600	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R_{si}	: 0,100	[(m².K)/W]
Externe warmteovergangswaarde	R_{se}	: 0,100	[(m².K)/W]
Rc-waarde	R_c	: 5,667	[(m².K)/W]
U-waarde	U	: 0,170	[W/(m².K)]
Warmtedoorgang (zonder correctie)	U_T	: 0,170	[W/(m².K)]
Correctiefactor	ΔU	: 0,000	[W/(m².K)]
Totale warmteweerstand	R_T	: 5,867	[(m².K)/W]
Som warmteweerstand materiaalagen	ΣR_m	: 5,667	[(m².K)/W]
Toeslagfactor voor convectie	ΔU_a	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	ΔU_{fa}	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	α_{fa}	: 0,000000	
Publicatie		: NTA 8800:2020	

2.7 Constructie 6 dak tpv loggia



2.7.1 Opbouw constructie

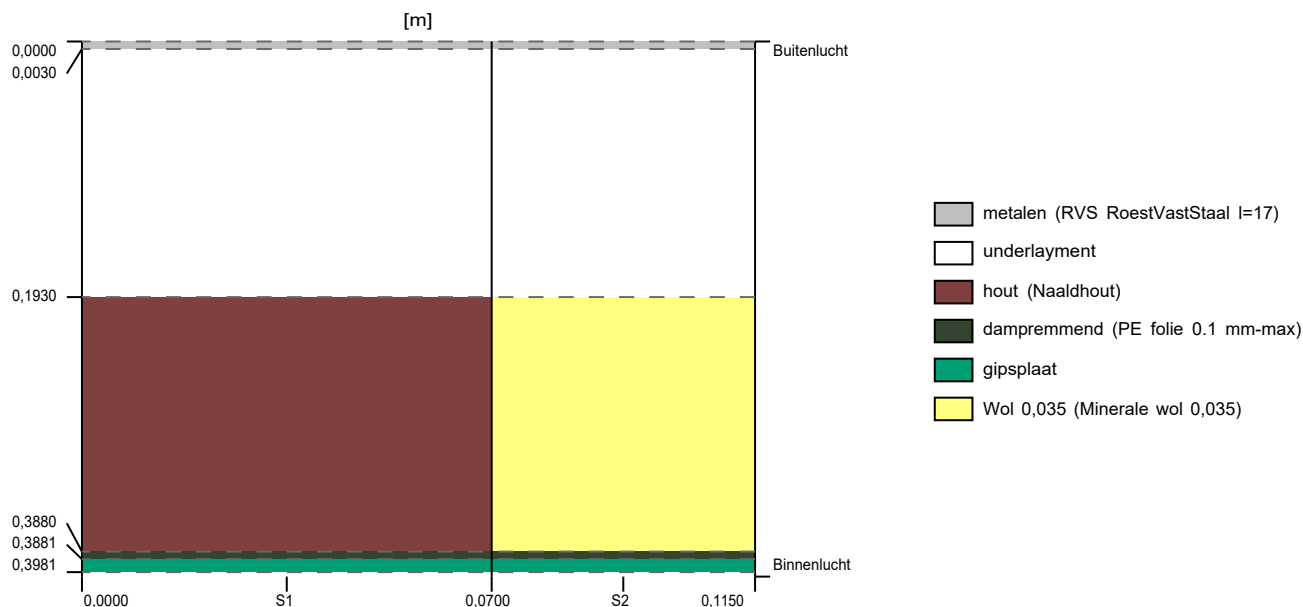
Laag	Omschrijving	Dikte [m]	λ [W/(m.K)]	R_m [(m².K)/W]
Sectie: 1 (0,600 [m])				
1	bitumen (bitumen)	0,0050	0,230	0,022
2	PIR (160)	0,0400	0,025	1,600
3	dampremmend (PE folie 0.1 mm-max)	0,0001	0,330	0,000
4	underlayment	0,0190	0,130	0,146
5	steenwol (220)	0,1550	0,034	4,559
6	dampremmend (PE folie 0.1 mm-max)	0,0001	0,330	0,000
9	Spouw (Luchtspouw)	0,0280	0,175	0,160
10	gipsplaat	0,0125	0,250	0,050
Sectie: 2 (0,036 [m])				
1	bitumen (bitumen (2xdakleer-3xbitumen))	0,0050	0,230	0,022
2	PIR (160)	0,0400	0,025	1,600
3	dampremmend (PE folie 0.1 mm-max)	0,0001	0,330	0,000
4	underlayment	0,0190	0,130	0,146
5	hout	0,1550	0,180	0,861
6	dampremmend (PE folie 0.1 mm-max)	0,0001	0,330	0,000
7	Spouw (Luchtspouw)	0,0280	0,175	0,160
8	gipsplaat	0,0125	0,250	0,050

2.7.2 Resultaten

6 dak (6 dak tpv loggia) [Rc: 5,654]

Rc-waarde (bouwbesluit)	$R_{c,bb}$	: 5,600	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R_{si}	: 0,100	[(m².K)/W]
Externe warmteovergangswaarde	R_{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Rc-waarde	R_c	: 5,654	[(m².K)/W]
U-waarde	U	: 0,173	[W/(m².K)]
Warmtedoorgang (zonder correctie)	U_T	: 0,173	[W/(m².K)]
Correctiefactor	ΔU	: 0,000	[W/(m².K)]
Totale warmteovergangswaarde	R_T	: 5,794	[(m².K)/W]
Toeslagfactor voor convectie	ΔU_a	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	ΔU_{fa}	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	α_{fa}	: 0,000000	
Publicatie		: NTA 8800:2020	

2.8 Constructie 7 zijwang loggia



2.8.1 Opbouw constructie

Laag	Omschrijving	Dikte [m]	λ [W/(m.K)]	R_m [(m².K)/W]
Sectie: 1 (0,070 [m])				
2	metalen (RVS RoestVastStaal l=17)	0,0030	17,000	0,000
3	underlayment	0,1900	0,130	1,462
5	hout (Naaldhout)	0,1950	0,120	1,625
6	dampremmend (PE folie 0.1 mm-max)	0,0001	0,330	0,000
14	gipsplaat	0,0100	0,250	0,040
Sectie: 2 (0,045 [m])				
1	metalen (RVS RoestVastStaal l=17)	0,0030	17,000	0,000
2	underlayment	0,1900	0,130	1,462
3	Wol 0,035 (Minerale wol 0,035)	0,1950	0,035	5,571
4	dampremmend (PE folie 0.1 mm-max)	0,0001	0,330	0,000
5	gipsplaat	0,0100	0,250	0,040

2.8.2 Resultaten

7 gevel (7 zijwang loggia) [Rc: 3,750]

Rc-waarde (bouwbesluit)	$R_{c,bb}$	: 3,700	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R_{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Externe warmteovergangswaarde	R_{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Rc-waarde	R_c	: 3,750	[(m².K)/W]
U-waarde	U	: 0,255	[W/(m².K)]
Warmteovergang (zonder correctie)	U_T	: 0,255	[W/(m².K)]
Correctiefactor	ΔU	: 0,000	[W/(m².K)]
Totale warmteovergangswaarde	R_T	: 3,920	[(m².K)/W]
Toeslagfactor voor convectie	ΔU_a	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	ΔU_{fa}	: 0,000	[W/(m².K)]
Correctiefactor (ankers)	α_{fa}	: 0,000000	
Publicatie		: NTA 8800:2020	



Legenda

Korte omschrijving	Lange omschrijving	Eenheid	Variabele	Symbol
Rc;bb	Rc-waarde (bouwbesluit)	$[(m^2.K)/W]$	Rcbb	$R_{c;bb}$
Rsi	Interne warmteovergangswaarde	$[(m^2.K)/W]$	Rsi	R_{si}
Rse	Externe warmteovergangswaarde	$[(m^2.K)/W]$	Rse	R_{se}
Rc	Rc-waarde	$[(m^2.K)/W]$		R_c
U	U-waarde	$[W/(m^2.K)]$		U
UT	Warmtedoorgang (zonder correctie)	$[W/(m^2.K)]$		U_T
ΔU	Correctiefactor	$[W/(m^2.K)]$		ΔU
RT	Totale warmteovergangswaarde	$[(m^2.K)/W]$		R_T
ΣR_m	Som warmteovergangswaarde materiaal	$[(m^2.K)/W]$	SumRm	ΣR_m
ΔU_a	Toeslagfactor voor convectie	$[W/(m^2.K)]$		ΔU_a
Correctie factor a	Correctie factor a	[-]	a	α
ΔU_{fa}	Correctiefactor (ankers)	$[W/(m^2.K)]$		ΔU_{fa}
α_{fa}	Correctiefactor (ankers)			α_{fa}
ΔU_w	Correctiefactor (bouwkwiteit)	$[W/(m^2.K)]$		ΔU_w
Publicatie	Publicatie			