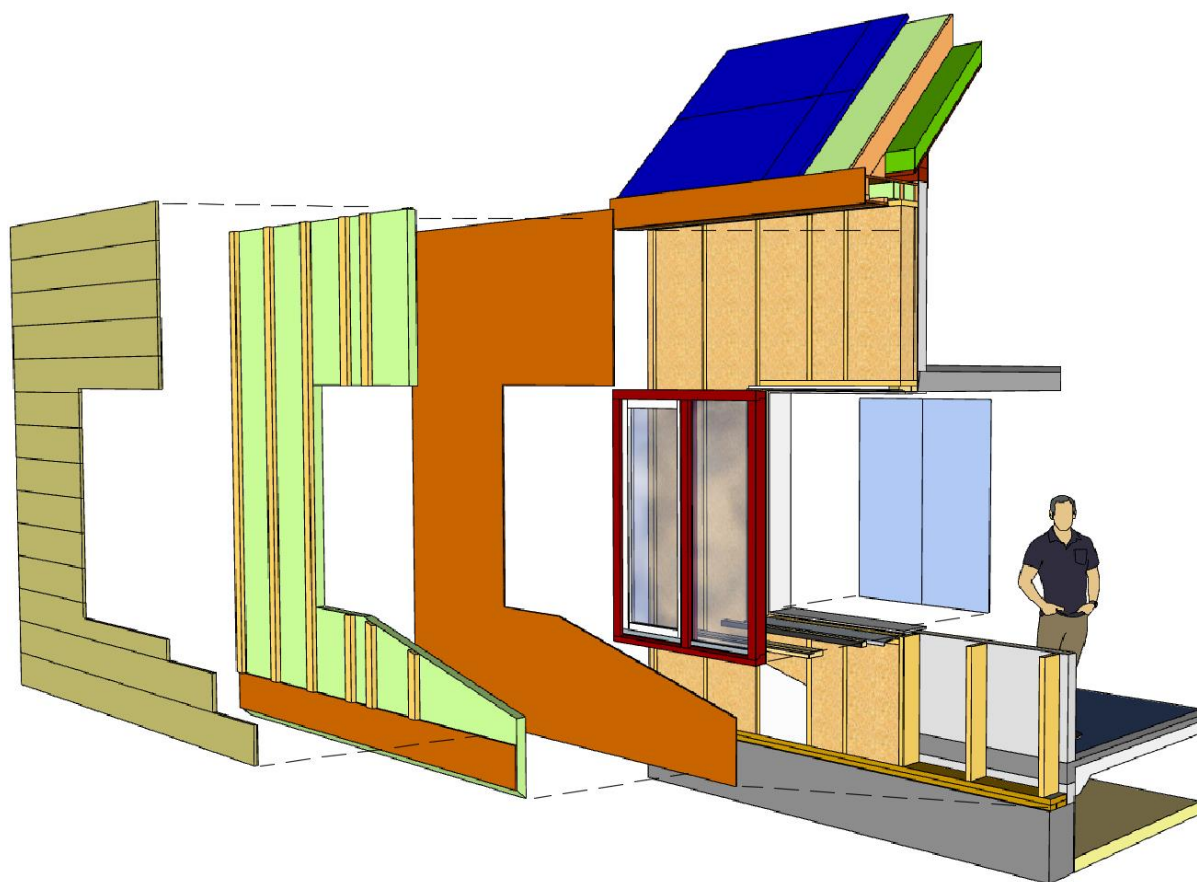


Deelonderzoek nulsituatie

Upcyclen met vitrinekozijnen



Datum: 03-01-2017

Versie: 2.0

Status: definitief



SUPERUSE
STUDIOS

Deelonderzoek nulsituatie

Upcyclen met vitrinekozijnen

Gegevens student:

Naam: R.P. Middelburg
Studentnummer: 0860775
E-mail: 0860775@hr.nl
Tel: 06-38277261

Gegevens school:

Naam: Hogeschool Rotterdam, Academieplein
Adres: G.J. de Jonghweg 4-6
Postcode: 3015 GG Rotterdam
Afstudeerbegeleider: C. van Kranenburg
E-mail: c.van.kranenburg@hr.nl

Gegevens bedrijf:

Naam: Superuse Studios
Adres: Teilingerstraat 120, Rotterdam
Postcode: 3032 AW
Afstudeerbegeleider: J. Jongert
E-mail: jan@superuse-studios.com
Tel: 010-466 4444

Naam: SUS-Ateliers
Adres: Directiekade 23, Rotterdam
Postcode: 3089 JB
Afstudeerbegeleider: A. Karssenberg
Bouwfysisch expert: C. van Kranenburg
E-mail: a.j.karssenberg@hr.nl
Tel: 06-31796172

Gegevens document:

Datum laatst gewijzigd: 03-01-2017
Versie: 2.0
Status: definitief

Voorwoord

Dit deelonderzoek maakt deel uit van een grotere verzameling van deelonderzoeken. Deze deelonderzoeken beantwoorden samen de centrale hoofdvraag van het afstudeeronderzoek naar het vitrinekozijn.

Wat zijn de bouwfysische prestaties, bouwtechnische maatregelen en financiële gevolgen van het vitrinekozijnconcept voor nieuwbouw en renovatie conform Bouwbesluit 2015?

Dit deelonderzoek doet onderzoek naar de bouwfysische eigenschappen van de oude kozijnen voor hergebruik en de bouwtechnische gegevens van de bouwmethoden voor het vormen van een nulsituatie. Aan de hand van dit onderzoek kunnen de opvolgende deelonderzoeken Bouwfysica en Bouwtechniek worden uitgevoerd.

Samenvatting

Het vitrinekozijnconcept is ontwikkeld als een reactie op het Europees Energiebeleid voor 2050 (SER,2013) en de mate van duurzaamheid in de huidige woningbouw. Het vitrinekozijn kan de milieuvriendelijkheid van de woningbouw verhogen door gebruik te maken van gerecyclede, hergebruikte of biobased producten. Dit geldt voor zowel de nieuwbouw als renovatie voor het behalen van een energieneutraal 2050. Door het vitrinekozijnconcept wordt er gebruik gemaakt van de toekomstige vergrootte afvalstroom van kozijnen voor een meer circulaire waarde in het woningontwerp.

Uit een onderzoeksrapport getiteld "*vervangende nieuwbouw*" (TNO, 2015) is gebleken dat de huidige woningvoorraad niet energieneutraal zal zijn in 2050 als er alleen stapsgewijs wordt gerenoveerd. Door een groter deel van de woningvoorraad te vervangen met nieuwbouw kan er een aanzienlijke reductie van CO₂-emissies behaald worden. Het rapport stelt dat woningen met een energielabel E, F en G vervangen moeten worden door nieuwbouw.

Het concept van het vitrinekozijn maakt gebruik van een oud kozijn met dubbelglas en een enkelglas vitrinedeur. Het bestaande kozijn wordt bij buitenbladrenovaties in de nieuwe buitengevel geplaatst met de vitrinedeuren in de oude sparing. Ook kan het bestaande kozijn bij monumentale panden of panden met een esthetisch hoogwaardige gevel worden toegepast door het oude kozijn te laten zitten en een geïsoleerde voorzetwand toe te passen met een vitrinedeur. Bij nieuwbouw wordt het vitrinekozijn als geheel in de nieuwe gevel geplaatst. De ruimte tussen het oude kozijn en de vitrinedeuren moeten voor een warmte bufferende luchtlaag zorgen waardoor de U_w-waarde gelijk of lager wordt aan 1,65 W/m²K.

Het vitrinekozijnconcept wordt aan de hand van Bouwbesluiten uit 2015 gevalideerd of het concept in nieuwbouw kan worden toegepast en daarmee ook in de renovatie. Het vitrinekozijn moet met diens situatie een U_w-waarde lager dan of gelijk hebben aan 1,65 W/m²K en er mag geen condensatie optreden. Voor daglicht dienen geen verdere eisen. Akoestische wering wordt in dit onderzoek niet onderzocht in verband met tijd en complexiteit.

Het bestaande kozijn dat gebruikt zal worden in de bouwfysische berekeningen is een merantihouten kozijn met isolerend dubbelglas. Dit omdat kozijnen met enkelglas niet meer toegepast mogen worden volgens het Bouwbesluit. Doordat er geen verdere bouwfysische kozijngegevens aanwezig waren in het Stadsarchief Rotterdam wordt de U_w-waarde van het houten kozijn daarom aangenomen als 2,90 W/m²K aan de hand van het Handboek Gemeenten Energie Prestatie Gebouwen (DGMR, 2012).

In de kozijnvergelijking wordt het nieuwe HR++-kozijn geproduceerd met merantihout (FSC) kozijn van HEBO en een warmtedoorgangscoëfficiënt van 1,35 W/m²K. Het nieuwe passiefkozijn van Passiefkozijn.nl is gemaakt van geacetyleerd vurenhout met U_w-waarde van 0,79 W/m²K.

Voor de gevelopbouw van de nulsituatie adres van Achterdonk 26 Rotterdam als referentiewoning geselecteerd. De spouwmuren hebben een kalkzandsteen binnenblad van 100mm. De oude gevel met diens spouwisolatie wordt verwijderd door constructieve overwegingen en damptransport. De nieuwe gevel wordt met een houten constructie geplaatst. Er moet rekening worden gehouden met enige zelfdragende eisen van dit element in verband met het afdragen van belastingen. De isolatie in het element is van houtvezel en in de spouw van biofoam. De gevel wordt afgewerkt met Western red cedar delen in verband met diens onbewerkte levensduur van zestig jaar.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding tot onderzoek	6
1.1 Aanleiding tot deelonderzoek.....	6
1.2 Doelstelling van deelonderzoek.....	6
1.3 Centrale hoofdvraag	6
2. Kader en theorie	7
2.1 Oude kozijnen en energielabels.....	7
2.2 Vergelijking oude en nieuwe kozijnen	7
2.3 Duurzaamheid en materialen	7
2.4 Begrippen	8
3. Onderzoeksopzet	11
3.1 Theoretische werking vitrinekozijnconcept	11
3.2 Bouwbesluiteisen	11
3.3 Selecteren oude kozijnen.....	11
3.4 Selecteren nieuwe kozijnen	12
3.5 Selecteren referentiewoning	12
3.6 Selecteren bouwmaterialen.....	12
4. Onderzoek en analyse	14
4.1 Uitgangspunten vitrinekozijnconcept	14
4.2 Theoretisch functioneren vitrinekozijn.....	15
4.2 Eisen Bouwbesluit 2015 t.b.v. kozijnen	18
4.3 Slopen of vervangende nieuwbouw	19
4.4 Selectie oude kozijnen	23
4.5 Selectie nieuwe kozijnen.....	45
4.6 Selectie referentiewoning.....	47
4.7 Selectie bouwmaterialen	55
5. Conclusie	57
Bijlage I Bibliografie	58
Bijlage II Bouwtekeningen Rotterdams Archief	60
Bijlage III Selectietabellen kozijnen	61
Bijlage IV Selectietabellen materialisatie.....	62
Bijlage V Productdocumentatie.....	63

1. Inleiding tot onderzoek

1.1 Aanleiding tot deelonderzoek

Conform het Europees Energiebeleid moet de gehele woningvoorraad van Nederland energieneutraal zijn in 2050 (SER, 2013). Dit betekent dat nieuwbouw- en renovatieprojecten energieneutraal moeten worden uitgevoerd. Echter met oog op duurzaamheid is het minimaliseren van de energievraag niet genoeg. Door deze nieuwbouw- en renovatieprojecten ontstaan afvalstromen van bouwmaterialen. Er kan gebruik worden gemaakt van de afvalstromen van kozijnen voor hergebruik in renovatie en nieuwbouw. Dit verkleint de totale afvalstroom van bouwproducten in Nederland en geeft een milieuvriendelijkere woningvoorraad.

Door dit kozijnconcept zou de milieu impact van nieuwe en te renoveren woningen kunnen worden verlaagd. De nieuwe woningen door middel van hergebruik en de gerenoveerde woningen door middel van een verkleining van de afvalstroom. Als bijproduct kan de levensduur van de oude kozijnen worden verlengd samen met de levensduur van te renoveren woning.

Echter dit concept moet bouwfysisch, bouwtechnisch en enigszins financieel onderbouwd worden. Door de grote variatie aan kozijnen en bouwmethoden in de huidige woningvoorraad is het van belang dat er een nulsituatie wordt opgesteld. Deze nulsituatie is een onderbouwde vormgeving van het kozijntype, kozijnmateriaal en bouwmethode van de referentiewoning waarmee gerekend en getekend zal worden.

1.2 Doelstelling van deelonderzoek

De doelstelling van dit deelonderzoek is het vormgeven van de nulsituatie en het inzichtelijk maken welke bouwkundige en bouwfysische eisen van het Bouwbesluit 2015 van invloed zijn op het concept. De eisen van het Bouwbesluit zijn relevant voor het verantwoorden of het vitrinekozijnconcept toegepast kan worden in nieuwbouw en renovatie.

1.3 Centrale hoofdvraag

Dit deelonderzoek is onderdeel van een groter afstudeeronderzoek. Om deze reden wordt voor dit deelonderzoek geen aparte centrale hoofdvraag opgesteld, maar wordt het vitrinekozijn in detail beschreven, wordt er onderzocht welke nieuwbouweisen er conform Bouwbesluit 2015 aan kozijnen worden gesteld en wordt er een materiaalonderzoek naar kozijnen en bouwmaterialen uitgevoerd om de nulsituatie op te bouwen.

2. Kader en theorie

2.1 Oude kozijnen en energielabels

Er wordt gezocht naar de minst gunstige bouwfysische eigenschappen van oude kozijnen om deze toe te kennen aan het vitrinekozijn. Zo wordt de minimale theoretische eigenschappen van het vitrinekozijn onderzocht voor de deelonderzoeken Bouwfysica en Bouwtechniek.

Door de omvang van de Nederlandse woningvoorraad, kozijntypen en kozijnafmetingen zal het zoekgebied beperkt worden tot Rotterdam. Aan de hand van bouwjaren en energielabels van woongebouwen kan gezocht worden naar oude kozijnen op woningadressen via het Stadsarchief Rotterdam.

De technische kwaliteit van het geselecteerde kozijn wordt niet meegenomen. Er zal worden beschreven in deelonderzoek Bouwtechniek worden beschreven hoe deze kwaliteit moet worden benaderd.

2.2 Vergelijking oude en nieuwe kozijnen

Om de bouwfysische eigenschappen van het vitrinekozijnconcept herkenbaar te maken, wordt er een vergelijkend overzicht opgesteld. Deze vergelijking moet ervoor zorgen dat het eenvoudiger wordt voor aannemers, architecten en andere partijen om in te zien hoe het vitrinekozijn presteert. Voor de vergelijking wordt er gezocht naar kozijnen met HR++-beglazing en naar drievoudig beglaasde passiefkozijnen. HR++ beglaasde kozijnen worden veelal toegepast in de hedendaagse woning en passiefkozijnen zijn een van de beste bouwfysisch presterende kozijnen die tot nu toe op de Nederlandse bouwmarkt verkrijgbaar zijn.

De kozijnen worden vergeleken op U_w -waarden, G-waarden en LTA-waarden. Tevens wordt er door middel van deelonderzoek Bouwtechniek een financiële vergelijking gegeven voor de nulsituatie. Akoestische waarden van het concept zullen niet worden berekend door de hoge complexiteit van de benodigde berekeningen. Ook zal luchtdichtheid niet worden meegenomen in de vergelijking doordat deze in de praktijk gemeten moet worden. Dit vereist een mock-up, diverse materialen en apparatuur. Hier is in de gegeven twintig werkweken geen tijd voor naast de andere deelonderzoeken. In deelonderzoek Bouwtechniek zal er voor het bouwtechnisch uitwerken van het concept in de detaillering rekening worden gehouden met luchtdichtheid.

2.3 Duurzaamheid en materialen

Duurzaamheid op milieu impact (Sustainability) wordt meegenomen in het onderzoek naar de nulsituatie. De milieu impact van de nieuwe kozijnen is één van de redenen waarom het hergebruiken van oudere kozijnen duurzamer kan zijn. Denk hierbij aan circulair bouwen en CO₂-emissies. De milieu impact zal bepaald worden volgens de milieuclassificaties die zijn vrijgegeven op de website van het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (Nibe).

Er zal geen volledige levenscyclusanalyse worden uitgevoerd in verband met de tijd die aan de stage kan worden besteed. Het bouwfysisch doorrekenen heeft samen met het kozijnonderzoek voorrang op enige duurzaamheidsaspecten. Dit omdat het doorrekenen en het kozijnonderzoek minimaal nodig zijn om het concept te verantwoorden. De milieuclassificaties van Nibe dienen als beknopte levenscyclusanalyses.

2.4 Begrippen

Afvalstroom

Dit is het afval, beschouwd als een continu door de moderne maatschappij heen vloeiende, voor ingrijpen vatbare stroom. Bij bouw- en slooprojecten komt een stroom van bouwafval vrij die kan worden hergebruikt of gerecycled.

Biobased

Het begrip biobased houdt in dat het betreffende materiaal 100% natuurlijk is. Dus geheel organisch zonder enige toevoegingsmiddelen of afwerkingen die anorganisch en/of onnatuurlijk zijn. Een biobased materiaal kan afgebroken worden door de biosfeer (zie circulaire economie) zonder dat het milieu beschadigd wordt.

Circulaire economie, visie

“De circulaire economie is een economisch systeem dat bedoeld is om herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren. Anders dan in het huidige lineaire systeem, waarin grondstoffen worden omgezet in producten die aan het einde van hun levensduur worden vernietigd.”¹ Dit houdt in dat afval wordt getransformeerd tot nieuwe producten. Deze transformatie kan zowel in de biosfeer als technosfeer plaatsvinden.

Circulaire economie, biofeer

Dit omschrijft de biologische wijze van afbreken van materialen van eindproducten tot grondstoffen voor nieuwe producten. Deze wijze gaat uit van maximaal recycleren waarbij al het geproduceerde afval via de natuur als grondstof wordt gebruikt.

Circulaire economie, technosfeer

Dit omschrijft de industriële wijze van afbreken van materialen van eindproducten tot grondstoffen voor nieuwe producten. Deze wijze gaat uit van maximaal recycleren en hergebruiken waarbij al het geproduceerde afval via de industrie wordt gerecycled of hergebruikt.

Duurzaamheid, sustainability en durability

Een economische, technische en ecologische visie op een proces of ontwerp. Voor dit deelonderzoek is de duurzaamheid gericht op het vitrinekozijn en bouwmethode. Duurzaamheid heeft geen vaste definitie, maar wel een overkoepelende visie. Het begrip duurzaamheid kan worden omschreven als de minimalisatie van de klimaat impact in de bouw. Duurzaamheid kan worden verdeeld onder sustainability en durability.

Sustainability behandelt onderwerpen als milieu impact, energie, recycling en hergebruik. Durability behandelt onderwerpen als technische en economische levensduur, flexibiliteit en onderhoudsvriendelijkheid.

¹ MVO Nederland (z.d.). “Circulaire economie”. Geraadpleegd januari 2017.

Energielabel

Een energielabel is een tool om inzichtelijk te maken hoe energiezuinig een bouwwerk of machine is. De minst zuinige energielabel is G en de meest zuinige is A++. Er is nog één niveau van energiezuinigheid boven A++, maar deze wordt veelal aangegeven als “label Eigenwarmte”, energieneutraal of nul-op-de-meter (NoM).

Er zijn twee soorten energielabels, namelijk voorlopige en definitieve labels. De voorlopige labels worden bepaald aan de hand van het Kadaster op bouwjaar, type woning en afmetingen. Enige aanpassingen aan de woning na oplevering zijn niet meegenomen. De definitieve labels worden verstrekt aan de hand van een gespecialiseerde meting en opname van de woning.

Hergebruiken

Het opnieuw gebruiken van producten die uit de afvalstroom komen. Met uitzondering op bepaalde bewerkingen als zagen of verven, blijft de oorspronkelijke vorm van het product behouden. De oorspronkelijke functie hoeft niet te worden behouden.

Kozijn, vleugel

Draaiende of beweegbare delen in een kozijn. Denk hierbij aan draaikiep- en valramen.

Nibe, milieuklasse

Classificatiemethode waarbij de mate van duurzaamheid en milieu impact wordt weergegeven. Dit door een combinatie van nummers en letters, bijvoorbeeld 3a. Hoe lager het nummer, hoe duurzamer en milieuvriendelijker het product/materiaal.

Nibe, schaduwkosten

De theoretische kosten die gemaakt moeten worden om het milieu te herstellen na het productie en afvalverwerking van het desbetreffende product.

Nul-op-meter-woning

Het begrip “Nul op de meter” kan op verschillende manieren worden ingevuld². Zo kunnen woningen worden ontworpen met een EPC van 0,0, waarbij geen rekening is gehouden met huishoudelijke apparaten. Er kan energienooteloos worden ontworpen waarbij de woningen een overschot leveren zodat de bewoners geen energiekosten ontvangen. Ook kunnen woningen worden ontworpen waarbij de meterstand aan het einde van het jaar gelijk is aan de meterstand aan het begin van het jaar.

Voor elk van deze uitgangspunten kan worden gesteld dat de gevels van de woningen, volgens het Bouwbesluit of passiefhuisprincipe, een warmteweerstand van 5,0-10,0 m²K/W hebben. Er wordt gewerkt met drievoudig glas, zonnepanelen, zonnecollectoren en luchtdichte gevels.

² Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, mei 2015. “Nul op de meter, ervaringen van vernieuwers in de woningbouw”. Geraadpleegd januari 2017.

Nulsituatie

Dit is een omschrijving van de bouwtechnische situatie in dit onderzoek waar berekeningen over worden losgelaten. Deze situatie is in dit onderzoek een buitenblad- en binnenbladrenovatiesituatie op het gekozen referentieadres.

Recyclen

Het opnieuw gebruiken van stoffen uit de afvalstroom om nieuwe producten te produceren. Denk hierbij aan het omsmelten van stalen profielen tot nieuwe stalen profielen.

Upcycling

Dit is een vorm van hergebruiken. Hierbij krijgt het bestaande product een nieuwe of toegevoegde waarde. De functie van het bestaande product hoeft niet behouden te worden voor upcycling.

Warmtedoorgangscoefficiënt (Uw-waarde)

Door middel van een warmtedoorgangscoefficiënt wordt de thermische kwaliteit van beglazing, deuren en kozijnen aangegeven. De warmtedoorgangscoefficiënt van beglazing wordt aangegeven met de formule U_{gl} (glass), de formule van kozijnen als U_{fr} (frame) en de formule van het totale raam als U_w (window).

Vitrinekozijn, bufferdiepte

De diepte of afstand vanaf de achterzijde van het hergebruikte kozijn tot het enkelglas.

Vitrinekozijn, bufferruimte

Het volume tussen de achterzijde van het hergebruikte kozijn en het enkelglas.

Warmteweerstand (R_m -waarde)

De warmteweerstand van bijvoorbeeld een dak- of gevelelement geeft aan hoeveel warmte er via het element verloren gaat door warmtetransport. Hoe hoger de R_m -waarde, hoe lager het warmteverlies en de energievraag voor het binnenklimaat.

WOZ-waarde

De WOZ-waarde of Waardering Onroerende Zaken is een waarde die door de gemeente wordt toegeschreven aan een woning om de hoogte van belasting en heffingen van diens bewoners te bepalen³.

³ Kadaster (z.d.). "WOZ-waarde". Geraadpleegd januari 2017.

3. Onderzoekopzet

3.1 Theoretische werking vitrinekozijnconcept

Het concept voor het hergebruiken wordt zowel bouwfysisch als bouwtechnisch beschreven. Ook wordt er uitgelegd hoe het concept tot stand is gekomen. De bouwfysische aspecten die beschreven zullen worden zijn warmteoverdracht, damptransport en daglichttoetreding. Bouwtechnisch wordt beschreven hoe het concept zou moeten worden toegepast, hoe deze is opgebouwd en welke uitvoeringsvarianten er mogelijk zijn.

3.2 Bouwbesluiten

Om te onderzoeken of het vitrinekozijnconcept zou mogen worden toegepast in de nieuwbouw en renovatie worden de Bouwbesluiten van nieuwbouwwoningen opgezocht op www.bouwbesluitonline.nl. Het concept is in theorie toepasbaar voor zowel nieuwbouw als renovatie. Doordat de eisen voor nieuwbouw hoger liggen dan voor renovatie, zal het concept worden verantwoord door middel van de nieuwbouweisen van Bouwbesluit 2015. De eisen die onderzocht moeten worden gelden voor warmteweerstand, warmtedoorgangscoefficienten en condensatie.

3.3 Selecteren oude kozijnen

Er wordt voor de selectie onderzocht welke woningenergielabels fictief gerenoveerd zullen worden en welke energielabels fictief gesloopt zullen worden. Dit wordt verder uitgewerkt in de analyse. Uit de sloop van de onderzochte woningen komen kozijnen vrij. Deze worden gebruikt voor de selectie van oude kozijnen.

Voor het selecteren van een oud kozijn uit de huidige Rotterdamse woningvoorraad worden de BAG-Viewer, de historische kaart van De Geofabriek en Stadsarchief Rotterdam gebruikt. BAG-Viewer is een tool voor het bijhouden van gebouwgegevens en adressen. De tool wordt actueel gehouden door diens samenwerking met Rotterdam en het Kadaster. De kaart is voor het laatst gewijzigd in 2014. Via BAG Viewer wordt er op bouwjaar gezocht naar woningen.

Ook wordt voor het zoeken naar woningen op energielabel gebruikt gemaakt van de historische kaart van De Geofabriek. Deze kaart wordt aan de hand van vrijgegeven data van het CBS en het Kadaster geüpdated. De datalagen delen de woningvoorraad op in bouwjaren. De bouwjaren zijn 1900-1940, 1940-1960, 1960-1980, 1990-2000 en 2000-2013. Per energielabel zal er gezocht worden naar vier adressen, waarvan twee grondgebonden en twee gestapeld. Dit om enige mogelijke bouwtechnische ontwikkelingen op bepaalde bouwmethoden te vinden.

De randvoorwaarden voor deze selectie zijn onderverdeeld in kozijn-, bouwfysische en bouwtechnische eigenschappen. De kozijneigenschappen behandelen materiaal, glaslagen en U_w -waarden. De bouwtechniek en renovatie behandelen inbouwmethode, sloopintensiteit en renovatiemogelijkheden. Bij sloopintensiteit wordt er rekening gehouden met drie sloopscenario's voor de kozijnen, namelijk "laag", "middel" en "hoog". De sloopintensiteit wordt als "laag" indien het kozijn zonder sloop van gevelelementen en zonder snijden/zagen kan worden verwijderd. Bij een intensiteit van "middel" wordt snij- en/of zaagwerk gerekend en bij "hoog" wordt ook nog sloopwerkzaamheden van gevelelementen gerekend.

3.4 Selecteren nieuwe kozijnen

Voor het selecteren van de materialisatie van de nieuwe kozijnen is er een selectie opgesteld. Deze selectie behandelt één extra randvoorwaarde in vergelijking met 3.3, namelijk milieu impact. Deze impact wordt inzichtelijk gemaakt met de gegevens van het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (Nibe). Deze milieu impact wordt weergegeven door middel van een milieuklasse en schaduwkosten. Verder zijn er gegevens toegevoegd die inzichtelijk maken hoe de milieuklasse en schaduwkosten tot stand zijn gekomen.

Voor het selecteren van het nieuwe HR++- en passiefkozijn is er gezocht naar grotere kozijn-fabrikanten in Nederland. Dit om de vergelijking tussen het vitrinekozijn en de andere kozijnen meer inzichtelijk te maken door producenten te kiezen die veelal in de Nederlandse bouwwereld worden gebruikt. Bij de volgende kozijnfabrikanten is documentatie gewonnen:

- HEBO kozijnen B.V., houten en kunststof kozijnen, HR++-beglazing;
- Timmerfabriek WEBB, houten kozijnen, HR++-beglazing;
- Schüco, kunststof kozijnen, HR++-beglazing;
- Reynaers, aluminium kozijnen, HR++-beglazing;
- Passiefkozijn.nl, houten passiefkozijnen, HR+++-beglazing;
- Hekonorm, hout/aluminium en kunststof/aluminium kozijnen, HR+++-beglazing.

Anders dan de selectie voor oude kozijnen, wordt er een randvoorwaarde gesteld aan inzetintensiteit in plaats van sloopintensiteit. Ook voor deze intensiteit worden de begrippen “laag”, “midden” en “hoog” aangehouden. “Laag” zal aangeven dat er minimaal pas- en montagewerk nodig is voor het inzetten van het kozijn. “Midden” zal aangeven dat het kozijn een lage intensiteit voor monteren heeft, maar een hogere intensiteit in paswerk. “Hoog” zal aangeven dat het kozijn alleen op het werk kan worden gemonteerd en wordt geleverd zonder stelkozijn.

3.5 Selecteren referentiewoning

De referentiewoning wordt als de nulsituatie gebruikt om een fictieve renovatie uit te voeren en hier bouwfysische berekeningen op te baseren. Het woningadres dat wordt gekozen wordt met drie maatregelen bouwtechnisch uitgewerkt. Deze maatregelen zijn een buitenbladrenovatie, een binnenbladrenovatie en vervangende nieuwbouw.

Het adres van de referentiewoning wordt op vergelijkbare wijze gezocht als bij 3.3. Dit eveneens met energielabels en bouwjaar. Stel dat woningen met een energielabel G worden gesloopt, dan zal er gezocht worden naar referentiewoningen met een energielabel F. In de berekeningen zal dan met de kozijnen van label G worden gerekend.

3.6 Selecteren bouwmaterialen

Het woningadres dat gekozen wordt als nulsituatie wordt uitgewerkt met een buitenbladrenovatie, een binnenbladrenovatie en vervangende nieuwbouw met vergelijkbare opbouw. Voor het selecteren van de materialisatie van het nieuwe isolerende gevelelement is een selectietabel opgesteld. De selectie van deze materialen wordt gemaakt aan de hand van randvoorwaarden die Superuse Studios en SUS-Ateliers stellen bij het normaliter selecteren van producten. De randvoorwaarden zijn hieronder weergegeven:

- Hergebruik voor nieuwoop;
- Bouwmaterialen zijn biobased;
- Bouwmaterialen vallen onder visie circulaire economie;
- Niet-biobased materialen zijn hoogwaardig te recycleren of te hergebruiken.

Superuse Studios en SUS-Ateliers werken met hergebruikte materialen voor remontabele producten. De bouwmaterialen zijn na demonteren nog steeds bruikbaar voor het monteren op andere bouwelementen. Hierdoor wordt de vraag naar grondstoffen uit het milieu verlaagd. Het toepassen van biobased producten geeft een mogelijkheid om na sloop terug in de natuur gebracht te worden om als grondstoffen te dienen voor bijvoorbeeld nieuwe bomen voor bouwhout. Dit valt samen met de circulaire economie. De biobased materialen vormen geen afval, maar grondstoffen zonder het milieu te belasten met chemische middelen. Indien er geen alternatief beschikbaar is om een anorganisch product te gebruiken, dan wordt er gezocht naar een product die geheel te recycleren of hergebruiken is in de technosfeer om daar de vraag naar grondstoffen te verlagen.

Zowel de renovatiegevels als de vervangende nieuwbouw worden in houtskeletbouw uitgevoerd in verband met een lagere milieu impact in vergelijking met steenachtige bouw. Ook kan de mogelijkheid van prefabricatie voor een kortere bouwtijd zorgen.

De bouwmaterialen worden aan de hand van de milieu impact geselecteerd. Wederom wordt er gebruik gemaakt van de milieuclassificaties van Nibe. In de selectie wordt er onderscheid gemaakt tussen biobased en niet-biobased producten. Ook wordt vermeld indien de onderzochte constructiebeplatingen, isolatiematerialen en gevelbekledingen Cradle to Cradle gecertificeerd zijn.

De volgende fabrikanten zijn onderzocht voor de selectie:

- Eco-Boards, ECOBoard standard beplating;
- Kingspan Unidek, EPS-isolatieplaten;
- Kingspan Kooltherm, resolschuimplaten K8;
- Isobouw, Biofoam bio-EPS isolatieplaten;
- Recticel, Eurowall 21 PUR-isolatie;
- Rockwool, Rockfit 433 HP steenwolisolatie;
- Isover Sain Gobain, Mupan glaswolisolatie;
- Qualy Cork, kurkisolatie;
- Warmteplan, holzFlex houtvezelisolatie;
- Warmteplan, Isofloc cellulose-isolatie;
- Isovlas, vlaswolisolatie;
- Doschawol, Doschatherm-T schapenwolisolatie.

De geselecteerde producten worden in het deelonderzoek Bouwfysica toegepast om te bepalen of de warmteweerstand behaald wordt en geen vocht gerelateerde problemen ontstaan voor de nieuwe gevel en het vitrinekozijn. De bouwkundige uitwerking van deze bouwmaterialen worden in het deelonderzoek Bouwtechniek verwerkt. Tevens wordt er besloten indien deze nieuwe gevels geprefabriceerd of in het werk worden uitgevoerd.

4. Onderzoek en analyse

4.1 Uitgangspunten vitrinekozijnconcept



Figuur 1. Voorbeeld uitvoering energieneutrale woning, <http://zon-energiehuis.nl>

Het vitrinekozijnconcept is ontworpen als reactie op het Europees Energiebeleid van 2050 (SER,2013) en de snelheid waarmee er in Nederland gewerkt wordt naar een duurzamere bouwwereld. Veel grote aannemers hebben plannen liggen voor Nul-op-de-meter-woningen of voor passiefwoningen. Dit is een gunstige ontwikkeling naar energieneutraal bouwen.

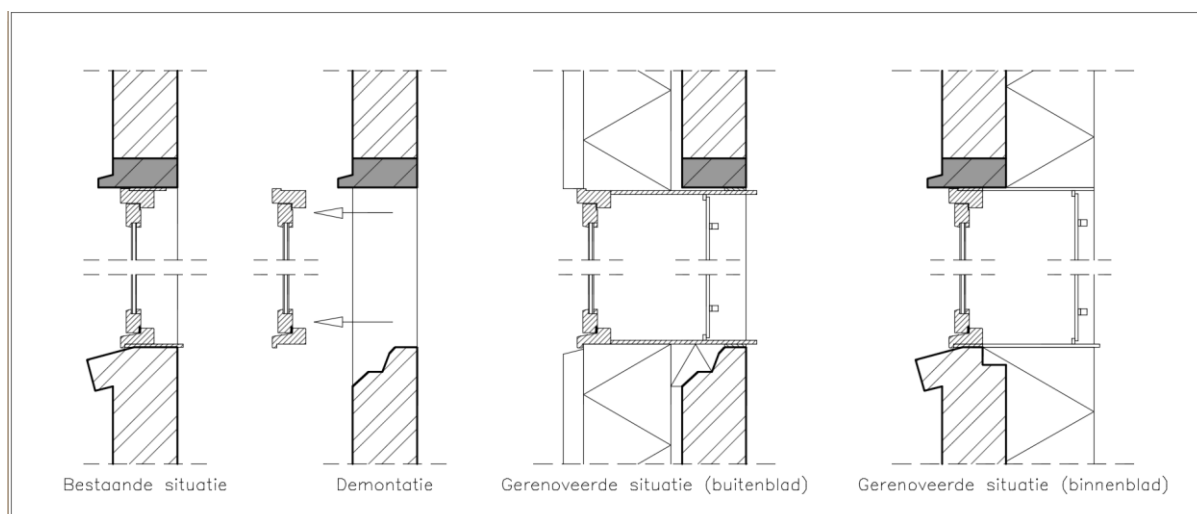
Echter laat de materialisatie en de sustainability van deze woningen over het algemeen nog te wensen over. In de seriematige woningbouw wordt er nog steeds gebouwd met gewapend beton, betonblokken, kalkzandsteen en bakstenen. Al deze materialen leveren een grote bijdrage aan de durability van een woning (levensduur en onderhoud). Deze materialen zijn echter nog niet sustainable doordat deze bewerkt zijn met chemische producten en niet op een natuurlijke wijze door de biosfeer kunnen worden afgebroken. Ook zijn de benodigde grondstoffen uitputtelijk. Alle bovengenoemde producten worden veelal vermalen tot granulaat en toegevoegd aan het productieproces. Dit verlaagd de vraag naar grondstoffen voor het productie, maar de vraag naar uitputtelijke grondstoffen blijft nog steeds aanwezig

Recent is er door het ministerie van Infrastructuur en Milieu besloten om te werken naar een circulaire economie in 2050⁴. In een circulaire economie zou de vraag naar de uitputtelijke grondstoffen nihil moeten zijn. Het toepassen van milieuvriendelijke en biobased materialen of volledig gerecyclede en hergebruikte materialen zou de milieuvriendelijkheid van de nieuwbouw kunnen verhogen terwijl de vraag naar grondstoffen wordt verlaagd.

Het vitrinekozijnconcept is een middel om ontwerpers en aannemers enthousiast te maken voor het toepassen van hergebruikte materialen. De komende jaren zal er een grotere afvalstroom uit de bouw komen door renovatie en vervangende nieuwbouw. Het toepassen van het vitrinekozijn verkleint deze stroom enigszins en brengt een deel sustainability door hergebruik in de woningen voor 2050.

⁴ Ministerie van Infrastructuur en Milieu (september 2016). "Nederland circulair in 2050". Geraadpleegd november 2016.

4.2 Theoretisch functioneren vitrinekozijn



Figuur 2. Schets renovatie met vitrinekozijn

In de afbeelding hierboven is een versimpeld beeld weergegeven hoe het vitrinekozijn in een renovatieproject kan worden toegepast. Allereerst wordt het kozijn in de bestaande situatie gedemonteerd en daarmee uit de gevel gehaald. Het is altijd projectafhankelijk hoe het kozijn wordt losgemaakt van de gevel en gerenoveerd indien nodig. Enige sloopwerkzaamheden rondom het kozijn kunnen nodig zijn. Het nieuwe buitenblad wordt in dit voorbeeld als een houtskeletelement toegepast. Hierin wordt het bestaande kozijn gemonteerd. De gesloopte gevelstukken worden opgevuld met isolatie en de dagkantaftimmeringen worden aangebracht.

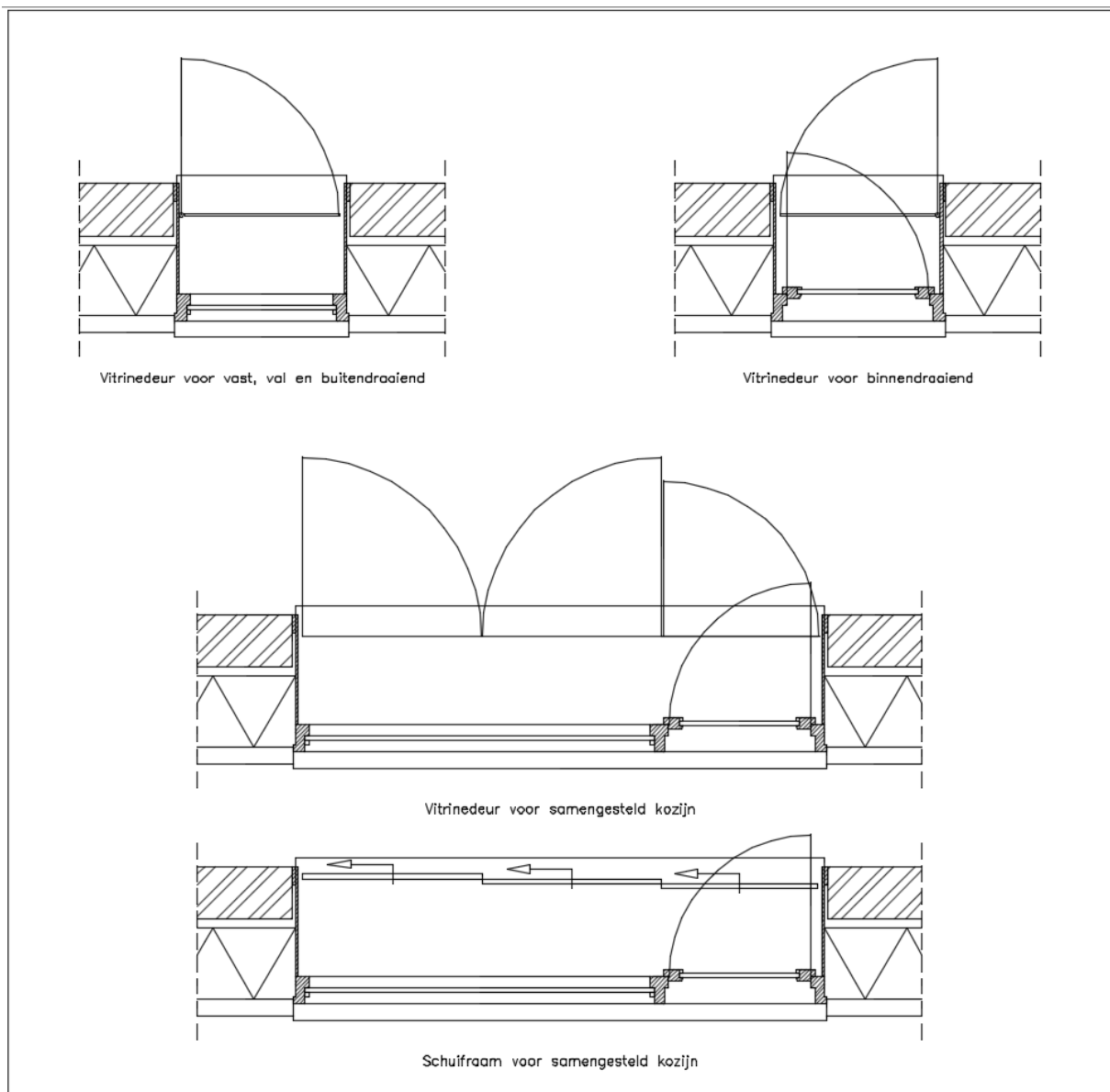
De vitrinedeuren worden opgehangen aan de dagkantaftimmeringen door middel van kogellagersscharnieren. Aan de onder- en bovenzijde van het enkelglas worden magneetplaatjes bevestigd. Aan de bovenzijde van de dagkantaftimmering en op de vensterbank worden magneetsnappers geplaatst. In combinatie met de magneetplaatjes houden de snappers de vitrinedeuren vast zodat deze enkel open kunnen als de bewoner zelf de deuren open zet. Er wordt geen gebruik gemaakt van rubbers om die naden rondom het enkelglas te dichten. Door de ophanging blijft er rondom het glas een naad van één tot drie millimeter open.

De vitrinedeuren zijn van gehard enkelglas. Dit om ervoor te zorgen dat het enkelglas niet breekt door bewonersgedrag. Als het glas breekt dan blijven er enkel glaskrullen over in plaats van glasscherven om de kans op verwonden te verkleinen.

Het vitrinekozijn kan ook worden toegepast in nieuwbouw, alleen moeten daarvoor oude kozijnen worden verzameld om in de gevelsparingen te plaatsen. Ook moeten de oude kozijnen worden ingemeten om in de nieuwe gevel gemonteerd te worden. Verder blijft de opbouw van het isolerende houtskeletbouwelement met de dagkantaftimmering en vitrinedeuren hetzelfde als bij de buitenbladrenovatie. De bestaande gevel is niet van toepassing voor een nieuwbouwsituatie.



Figuur 3. Voorbeeld enkelglas vitrinedeuren, www.ikea.nl

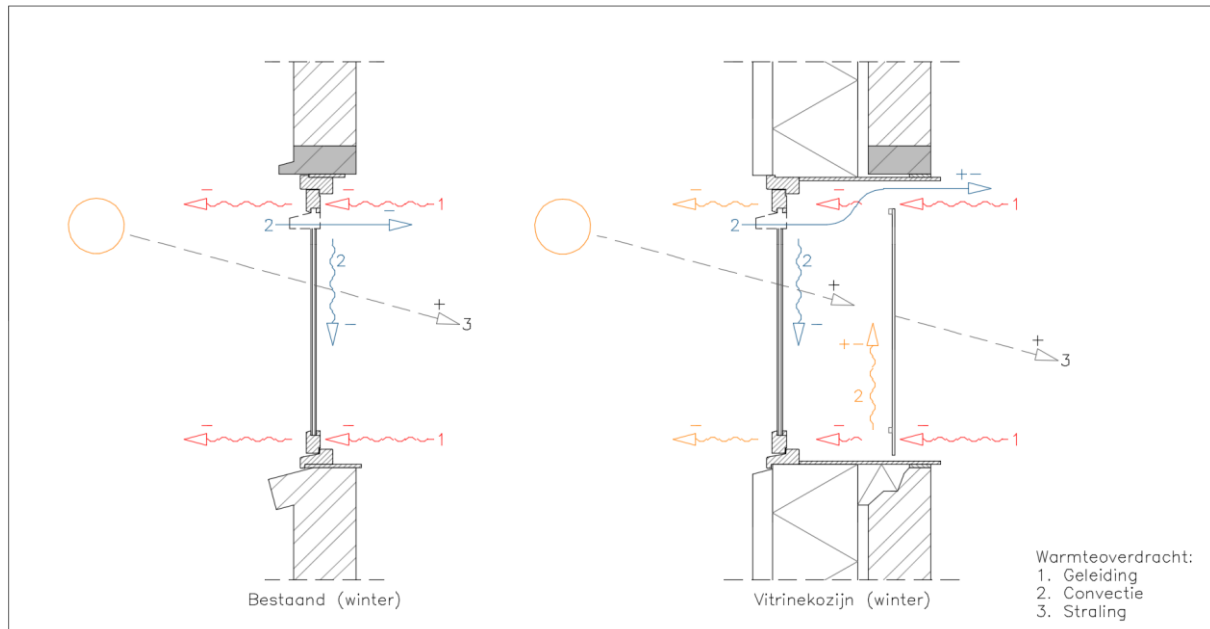


Figuur 4. Uitvoeringsvariatie met vastglaskozijnen, draaiende vleugels en samengestelde kozijnen

Het vitrinekozijn kan gevarieerd worden uitgevoerd. De bestaande woningvoorraad heeft verschillende kozijncombinaties waarmee rekening moeten worden gehouden voor het toepassen van een vitrinekozijn. Dit met oog op bruikbaarheid en toepasbaarheid. Daarom is het belangrijk dat zo veel mogelijk verschillende oude kozijnencombinaties kunnen worden gebruikt voor een vitrinekozijn. Hierboven wordt weergegeven hoe door het veranderen van de vitrinedeuren, de bruikbaarheid en toepasbaarheid van verschillende kozijnsoorten en -combinaties mogelijk maakt.

Vitrinekozijnen met vast glas, valramen of naar buiten draaiende delen kunnen met één of twee vitrinedeuren worden toegepast, afhankelijk van de breedte van het kozijn. Bij kozijnen met naar binnen draaiende delen of draaikiepramen worden de vitrinedeuren uitgevoerd als deur of schuifraam. Deze schuifraam heeft een metalen profiel aan de boven- en onderzijde van het enkelglas, de zijkanten blijven open. Vitrinedeuren zijn bij naar binnen draaiende vleugels een risico omdat de oude kozijnvleugel met diens gewicht tegen het enkelglas van de vitrinedeur kan stoten of waaien, waardoor het enkelglas kan barsten. Wel is het mogelijk om de draairichting van de vitrinedeur te spiegelen om zo niet in de weg te zitten van deze vleugels.

Hergebruikte kozijnen die meerdere delen bevatten, zoals in figuur 4 is weergegeven, kunnen een geharde enkelglaslaag van meerdere vitrinedeuren krijgen. Het is belangrijk om rekening te houden met draairichtingen van draaiende vleugels. Het is belangrijk dat het vitrineglas achter het draaiende deel breed genoeg is zodat de gehele draaicirkel van de vleugel vrij is van obstakels in verband met stootgevaar. Ook kan het samengestelde kozijn van een driedelig schuifraam worden voorzien. Met oog op onderhoud moeten deze drie glasdelen helemaal naar links of rechts kunnen schuiven om de bewoner niet te belemmeren tijdens het schoonmaken of bij het plaatsen van decoratie.



Figuur 5. Schets warmteoverdracht oud kozijn en vitrinekozijn

In het bovenstaande figuur hoe het toepassen van een vitrinekozijn de warmteoverdracht door de gevelsparing werkt ten opzichte van een bestaande situatie met een oud kozijn. Warmteoverdracht kent drie stromen, namelijk geleiding, convectorie en straling. Deze zijn in het figuur verwerkt in een wintersituatie omdat in deze periode de meeste warmte verloren zal gaan.

Ten opzichte van de bestaande situatie zal het warmteverlies door geleiding door middel van het vitrinekozijn worden verlaagd. Dit komt door de nieuwe glaslaag met een bufferruimte. Als het oude kozijn een ventilatierooster bevat, dan is de bufferruimte licht geventileerd, afhankelijk van de diepte van de ruimte. Als het oude kozijn geen ventilatieroosters heeft dan is er sprake van stilstaande lucht. De U_w -waarde van het vitrinekozijn is lager dan de U_w -waarde van het oude kozijn.

Indien het oude kozijn ventilatieroosters heeft in het kozijn, dan wordt er een ruimte aan de bovenzijde van de vitrinedeuren vrijgehouden. De benodigde ruimte wordt berekend aan de hand van berekeningen voor ventilatiekanalen in combinatie met ventilatiedebiet. Met een ventilatiedebiet van $10,0 \text{ dm}^3/\text{s}$ en een luchtsnelheid van $0,18 \text{ m}^1/\text{s}$ ⁵ op een kozijn van één meter breed geeft dit een kanaaloppervlakte van $5,56 \text{ dm}^2$ en een kanaalhoogte van ongeveer 60mm. Deze kanaalhoogte wordt dan de hoogte van de ruimte tussen het enkelglas en de bovenzijde van de dagkantaftimpering.

⁵ Nederlands Vlaams Bouwfysica Vereniging (NVBV) 2011. "Ontwerprichtlijnen ter voorkoming van koudeval". Geraadpleegd november 2016.

In de bestaande situatie zal de luchtverversing vanuit het koude buitenklimaat direct via het ventilatierooster binnen stromen. Dit verlaagt de temperatuur in de binnenruimte waardoor er meer energie in de ruimteverwarming moet worden gestopt. Langs het kozijn zal er een koudeval plaatsvinden en dit kan een onbehagelijk klimaat bij het kozijn geven. Bij het vitrinekozijn zal ook een koudeval plaatsvinden. Deze koude lucht staat echter niet in direct contact met het binnenklimaat, maar met de bufferruimte. Deze bufferruimte heeft een koude zijde langs het kozijn en een warmere zijde langs het enkelglas. Het enkelglas wordt verwarmd door de ruimteverwarming van het binnenklimaat. Door dit warmteverschil zal er een warmtestroming in de bufferruimte ontstaan. Deze warmtestroom dient als voorverwarming van de ventilatielucht en als een isolerend luchtlaag.

De voorverwarming zal versterkt worden door de zonnewarmte die de zon straalt. Er zal meer straling worden doorgelaten tot de bufferruimte dan het binnenklimaat. Dit komt door de glaseigenschappen van het dubbelglas en enkelglas. De zonnewarmte zorgt voor een warmer klimaat bij het dubbelglas.

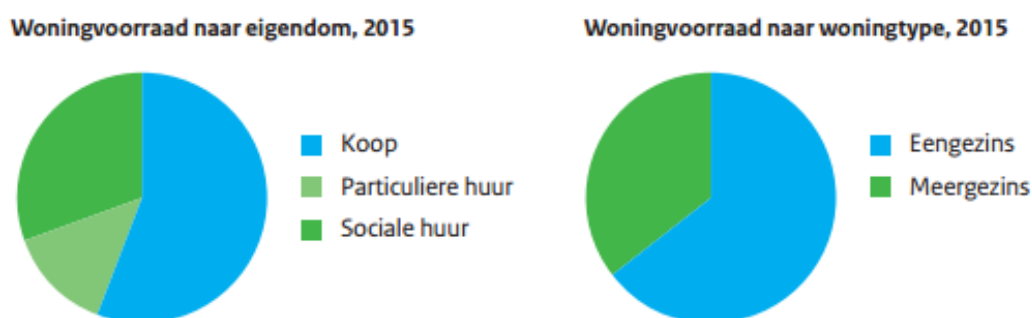
4.2 Eisen Bouwbesluit 2015 t.b.v. kozijnen

Middels het Bouwbesluit is nagegaan welke eisen gelden voor het vitrinekozijnconcept. Hierdoor wordt het vitrinekozijn gecontroleerd aan de hand van twee eisen:

- $U_w \leq 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ of $R_m \geq 2,2 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- $f \geq 0,65$ (oppervlaktecondensatie).

Als het vitrinekozijnconcept voldoet aan deze waarden, dan mag het concept worden toegepast in de nieuwbouw en renovatie.

4.3 Slopen of vervangende nieuwbouw



Figuur 6. Verdeling koop- en huurwoningen huidige woningvoorraad (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, april 2016)

De huidige Nederlandse woningvoorraad bestaat uit 4,3 miljoen koopwoningen en 3,3 miljoen huurwoningen⁶. Elk van deze 7,6 miljoen woningen moeten energieneutraal worden voor 2050. Van deze 7,6 miljoen zijn er 5,0 miljoen eengezinswoningen en 2,6 miljoen meergezinswoningen. Een aanzienlijk deel van de huidige woningvoorraad bereikt dit decennium het einde van diens technische levensduur van vijftig jaar als de NEN-EN 1990 wordt aangehouden voor ontwerplevensduur die in het Bouwbesluit 2015 is aangegeven. Woningen die vóór 1970 zijn gebouwd, hebben het einde van deze levensduur al behaald.

Om deze woningvoorraad energieneutraal te maken zijn er twee methoden beschikbaar, namelijk renovatie of vervangende nieuwbouw (sloop en nieuwbouw). Het is projectafhankelijk of de woning qua draagconstructie, gevels, installatieruimtes en binnenruimtes kwalitatief volstaan zodat deze woning gerenoveerd kan worden voor een levensduurverlenging van twintig tot dertig jaar of dat deze zodanig zijn vergaan dat het niet onverantwoord wordt geacht om een renovatie uit te voeren. De investeringskosten verhouden zich dan niet tot de uiteindelijke opbrengst.

Een andere beweegreden voor renovatie is onder andere het voordeel dat de investeringskosten voor woningrenovatie lager liggen dan bij vervangende nieuwbouw door een lagere materiaalintensiviteit⁷. De overlast voor de bewoner is beperkt. Voor vervangende nieuwbouw wordt een gemiddelde bouwtijd van 2,35 jaar gegeven, dit is langer dan bij renovatie. Er zijn echter ontwikkelingen in bouw die ervoor zorgen dat de bouwtijd aanzienlijk wordt verkort tot maanden. Renovatie behoudt ook de stedenbouwkundige aard van de wijk en van de woning.

Anders dan renovatie geeft vervangende nieuwbouw de woning een betere energieprestatie na realisatie. Dit komt onder andere doordat er minder bouwtechnische knopen van invloed zijn op de thermische lijn. Het wooncomfort voldoet aan moderne eisen voor warmte, licht, vocht, geluid en ICT. Ook door de moderne uitvoering is het onderhoudsniveau relatief lager dan bij een gerenoveerde woning. Dit is voordeliger voor de WOZ-waarde van de nieuwe woning. Er kan tevens meer worden ingespeeld op de huidige demografische factoren en woningvraag door een grotere woningvariatie aan te bieden. Men is niet gebonden aan de woningvraag die de oude woning destijds invulde.

⁶ Ministerie van Binnenlandse Zaken (april 2016). "Cijfers over wonen en bouwen 2016". Geraadpleegd september 2016.

⁷ TNO (juni 2015). "Vervangende nieuwbouw". Geraadpleegd september 2016.

4	Energieprestatie overeenkomend met: Energie-index (EI 2015) of Energielabel:	Eengezinswoning	Meergezinswoning *
	EI < 0,6 label A++	44	40
	0,6 < EI ≤ 0,8 label A+	40	36
	0,8 < EI ≤ 1,2 label A	36	32
	1,2 < EI ≤ 1,4 label B	32	28
	1,4 < EI ≤ 1,8 label C	22	15
	1,8 < EI ≤ 2,1 label D	14	11
	2,1 < EI ≤ 2,4 label E	8	5
	2,4 < EI ≤ 2,7 label F	4	1
	EI > 2,7 label G	0	0
	Als er geen energielabel is, wordt uitgegaan van het bouwjaar van de woning:	Eengezinswoning	Meergezinswoning *
	Bouwjaar		
	2002 en later	Label A	Label A
	2000 t/m 2001	Label B	Label B
	1998 t/m 1999	Label C	Label C
	1992 t/m 1997	Label C	Label D
	1984 t/m 1991	Label D	Label D
	1979 t/m 1983	Label E	Label E
	1977 t/m 1978	Label F	Label F
	1976 en ouder	Label G	Label G
	*) voor de energieprestatie wordt de duplexwoning gewaardeerd als meergezinswoning		

Figuur 7. Aanpassing woningwaarde puntentelling huurwoningen (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, juni 2016)

Het renoveren van koop- en huurwoningen heeft ook financiële gevolgen voor de bewoners en deze gevolgen kunnen doorslaggevend zijn bij een keuze tussen renovatie of vervangende nieuwbouw. Bij het renoveren van koopwoningen gaat diens WOZ-waarde omhoog en hiermee ook de belastingen die de bewoner moet betalen.

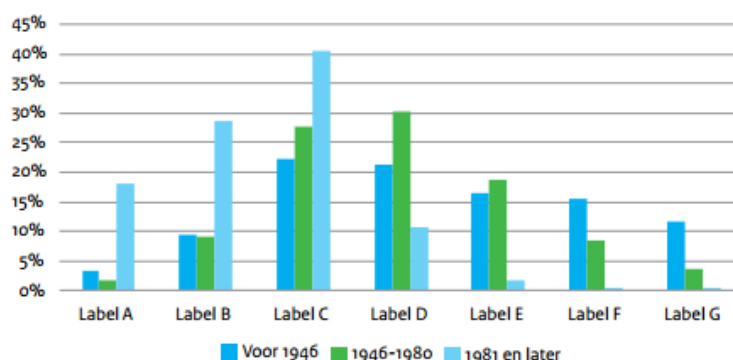
Dit geldt ook voor huurwoningen, alleen wordt hier gebruik gemaakt van het woningwaardestelsel⁸. Dit stelsel geeft een bepaald aantal punten weer per energielabel. Voor elke punt dat erbij komt wordt de huurprijs maximaal €4,50 hoger⁹. Dit betekent dat als er van energielabel G naar A wordt gerenoveerd dan gaat de huurprijs maximaal € 198,- omhoog. Aan de hand van figuur 7 wordt ook bepaald welke energielabels bij welke bouwjaar worden gerekend indien er geen energielabel bekend is van een woning.

⁸ Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (juni 2016). "Aanpassingen woningwaardestelsel". Geraadpleegd september 2016.

⁹ Maatman, S. (januari 2011). "Financiële haalbaarheid ... sociale huurwoningen". Geraadpleegd september 2016.

	Voor 1946	1946-1980	1981 en later	Totaal
Label A	10	21	193	224
Label B	27	127	308	462
Label C	65	383	436	883
Label D	62	419	115	595
Label E	48	260	17	324
Label F	45	118	4	167
Label G	34	50	2	86
Totaal	291	1.377	1.074	2.742
Label onbekend	1.064	1.654	1.818	4.536

Energetische kwaliteit naar bouwjaar (%), 2015



Figuur 8. Energetische kwaliteit woningen 2015 naar bouwjaar x 1000 (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, april 2016)

Hierboven is in figuur 8 weergegeven hoe de energetische kwaliteit zich verhoudt tot de bouwperiodes van de woningvoorraad. In deze cijfers zijn niet alle woningen weergegeven. Van de vooroorlogse woningen is bij ongeveer tachtig procent het energielabel niet bekend en bij naoorlogse woningen is dit ongeveer zestig procent. Dit komt volgens het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties doordat de energielabels niet worden uitgereikt als de overige woningen geen zonne-energie of warmteterugwinning gebruiken. Voorlopige energielabels zijn hier niet weergegeven, alleen de definitieve labels.

TNO heeft onderzocht of het Nationale Energieakkoord voor Duurzame Groei (SER, 2013) wordt behaald als de renovatie van de huidige woningvoorraad verloopt volgens de door het Planbureau voor de Leefomgeving aanbevolen paden. Van deze paden werd "breed" door TNO gebruikt als basisscenario voor het onderzoek. In dit pad wordt er jaarlijks 300.000 woningen gerenoveerd tot 2030. Daarna worden er enkel 170.000 woningen per jaar gerenoveerd. Ook worden daarnaast jaarlijks 15.000 woningen vervangen. Dit is een gemiddelde voor het aantal vervangende nieuwbouwwoningen vanaf 1990¹⁰. Door deze renovaties moeten de woningen twee energielabelstappen omhoog met een maximum tot label B. Na 2030 worden deze woningen opnieuw gerenoveerd, maar dan tot een nul-op-de-meter-woning. Dit leidt tot een renovatiegemiddelde van 228.000 woningen per jaar tot 2050.

Naast het basisscenario is er, door TNO, een vervangscenario gevormd, waarbij de grootte en methoden van renovaties gelijk is aan het basisscenario, maar er vind meer vervangende nieuwbouw plaats. Dit zijn 45.000 woningen per jaar tot 2050. Het rapport stelt dat woningen met energielabels E, F en G zullen worden vervangen door nieuwbouw in de vorm van nul-op-de-meter-woningen. Door de grotere omvang van de vervangende nieuwbouw ligt het renovatiegemiddelde op 168.000 woningen per jaar tot 2050.

¹⁰ Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2016, april). "Cijfers over wonen en bouwen 2016". Geraadpleegd september 2016

Effecten (cumulatief tot 2050)	Autonoom	Energieakkoord	Vervanging	Eenheid
Vervanging	540.000	540.000	1.620.000	Aantal woningen
Labelstap renovaties	7.200.000	8.200.000	6.000.000	Aantal woningen
Investering	66,4	76,5	211,5	Miljarden euro's
Vermeden energiekosten	57,5	64,4	84,9	Miljarden euro's
WOZ waarde verbetering	0	0	45,0	Miljarden euro's
CO ₂ reductie	139,0	155,5	205,8	Mton CO ₂
Werkgelegenheid bouwsector	n/a	n/a	20.000	FTE
Indirect werkgelegenheidseffect	n/a	n/a	15.000	FTE

Figuur 9. Resultaten basisscenario en vervangingscenario per jaar (TNO, juni 2015)

In het bovenstaande figuur is weergegeven wat de effecten van drie scenario's zijn tot 2050. De autonome effecten staan voor de huidige trend van renoveren en vervangen in Nederland zonder de door het Planbureau voor Leefomgeving aangegeven scenario's. Het basisscenario is omschreven als "Energieakkoord" en het vervangingscenario is omschreven als "vervanging".

Door de besparingen af te wegen met de investeringen en opbrengst wordt er door TNO geadviseerd om woningen met een energielabel lager dan D te vervangen door energieneutrale nieuwbouw. Door een verhoging van vervangende nieuwbouw zal de overlast voor bewoners ook hoger worden, maar door middel van prefabriceren en de huidige ontwikkelingen in de bouwwereld kan de vervangingstijd aanzienlijk worden verlaagd.

Het vervangingscenario zal in totaal 1,6 miljoen woningen vervangen en 6,0 miljoen woningen renoveren tot 2050. Dit heeft als gevolg dat er hogere investeringskosten van 211,5 miljard euro nodig zijn in vergelijking met 76,5 of 66,4 miljard euro in de andere scenario's. Echter met deze extra investeringskosten wordt er een hogere CO₂-besparing in 2050 verwacht, namelijk tot 205,8 Mton.

De WOZ-waarde van de gehele woningvoorraad zal ook stijgen met 45,0 miljard euro door de vervangende nieuwbouw. Tevens heeft het vervangingscenario de hoogste vermijding van energiekosten, namelijk 84,9 miljard euro. Dit is 20,5 miljard euro hoger dan in het basisscenario en 27,4 miljard euro hoger dan het autonome scenario.

In het onderzoeksrapport concludeert TNO evenals het onderzoeksrapport van Planbureau en de Leefomgeving dat met de autonome renovaties het Energieakkoord niet zal worden gehaald. Met het huidige vervangingstempo van duurt het 250 jaar voordat de Nederlandse woningvoorraad energieneutraal is⁴. TNO geeft vervangende nieuwbouw op als een oplossing dat substantieel kan bijdragen aan het behalen van het Energieakkoord.

Voor het zoeken naar oude kozijnen wordt er gezocht naar woningen met energielabel E, F en G. Voor het zoeken naar een referentiewoning wordt er gezocht naar woningen met energielabel D.

4.4 Selectie oude kozijnen

Tabel 4.4a Overzicht woningen onderzocht energielabel G (1) (kozijnen)



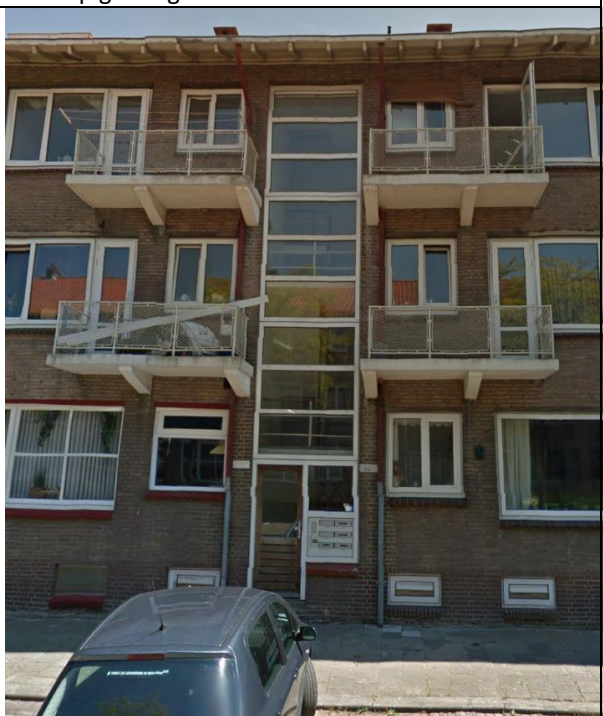
Adres: Melchertstraat 50 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1949, grondgebonden
Voorlopig energielabel: G



Adres: Meidoornsingel 357 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1960, grondgebonden
Voorlopig energielabel: G

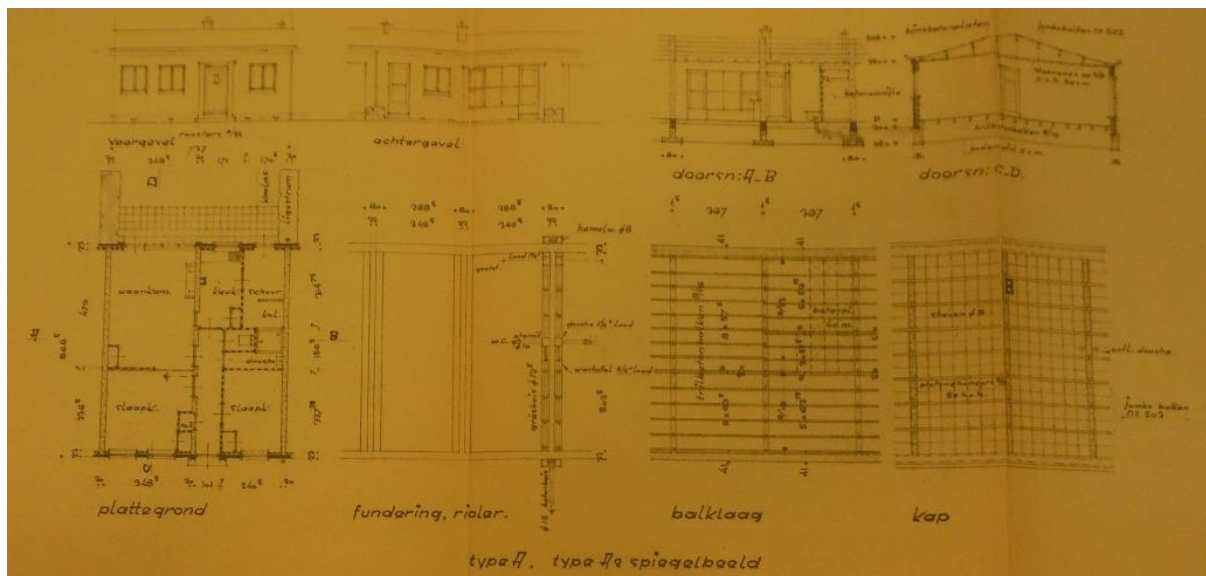


Adres: Grote Visserijstraat 113
Bouwjaar en type: 1951, portiek
Voorlopig energielabel: G



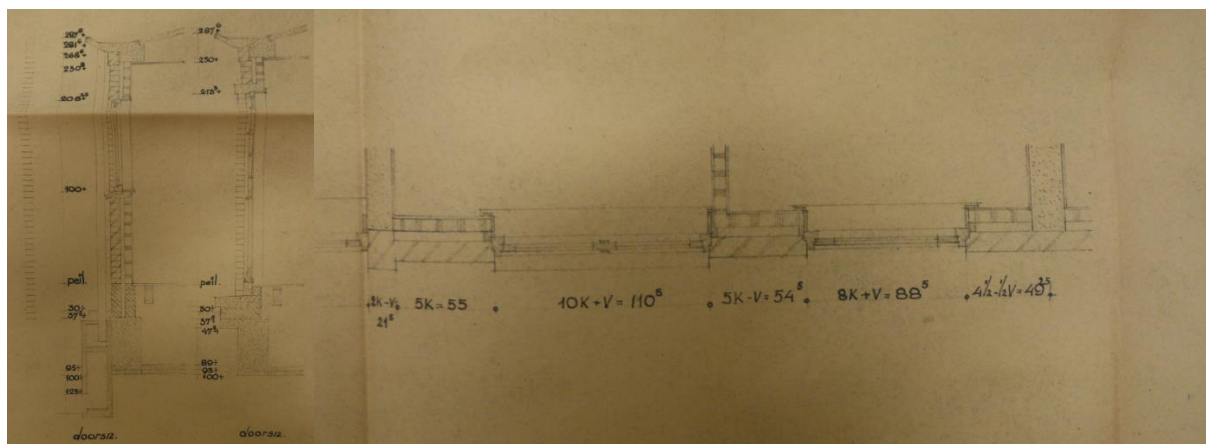
Adres: Fazantstraat 138 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1947, portiek
Voorlopig energielabel: G

Bouwtechnische analyse Melchertstraat 50, te Rotterdam 1949 (G)



Figuur 10. Plattegrond bouwmethode (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

Dit adres heeft enkel een bouwlaag en deze is opgebouwd met betonnen woningscheidende wanden, een betonnen fundering op staal, een houten vloer, een kap met staalprofielen die is afgewerkt met een houten dakbeschot en een afwerkingsfolie. Aan de kopgevels zijn geen betonnen wanden geplaatst maar gemetselde wanden. De spouwmuren zijn afgewerkt met een gemetseld buitenblad een ongeïsoleerde spouw en een binnenblad met onbekende materialisatie.



Figuur 11. Doorsneden kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

De open geveldelen worden ingevuld door middel van houten gevelkozijnen, waarvan één een samengesteld kozijn met woningtoegangsdeur is. Voor de bouwfysische berekeningen worden deze kozijnen met deuren niet meegenomen als kandidaat indien deze niet voldoen aan het Bouwbesluit artikel 4.22.Vrije doorgang. Er wordt gerekend met nieuwbouweisen, dus worden er ook producten toegepast die volgens het Bouwbesluit in de nieuwbouw mogen worden toegepast. Voor renovatie is dit projectafhankelijk, want dan gelden deze eisen niet of minder streng. Het samengestelde kozijn bevat woningtoegangsdeuren die lager zijn dan 2,3m. Hierdoor wordt de toegankelijkheid van de woning volgens het Bouwbesluit niet gehaald.

De materialisatie van de gevelkozijnen is onbekend. Na de oliecrisis van 1973 is meranti en merbauhout grootschaliger toegepast, terwijl hiervoor vooral grenen of eiken wordt toegepast^{10,11}. Door de afwezigheid van verdere informatiebronnen over naoorlogse kozijnmaterialen wordt er aangehouden dat houten kozijnen vóór 1973 van grenen zijn gemaakt. In het stadsarchief heeft geen gegevens dat de gevelkozijnen van dit adres zijn vervangen, dus zouden deze grenen kozijnen nog gewenst moeten presteren.

Indien de beglazing van een gevelkozijn onbekend is, dan wordt aangehouden dat deze vóór de oliecrisis van 1973 enkel glas heeft. Na de oliecrisis is dubbel glas grootschalig gebruikt vóór een lager warmteverlies in de woonruimtes, zoals de woonkamer en keuken^{11,12}. Ook is rond de oliecrisis meer isolatie toegepast in de spouw en op het dak.

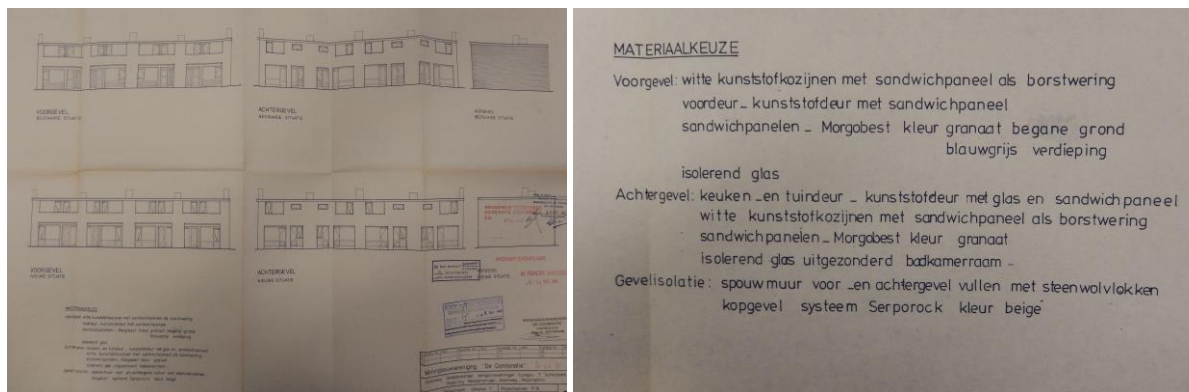
Er zijn bouwfysische gegevens gevonden in de bouwdocumenten van dit adres, dus indien deze gegevens onbekend zijn dan wordt een vaste warmtedoorgangscoefficiënt aangenomen voor kozijnmateriaal, beglazing en totale U_w -waarde. Dubbelglasramen met houten of kunststofkozijnen krijgen een U_w -waarde van $2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ ¹³. Enkelglasramen zijn niet meegenomen en worden aangegeven met een U_w -waarde $> 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$.

¹¹ Nederlands Verbond van Timmerfabrikanten (2001). "Artikel 500 jaar kozijnen". Geraadpleegd september 2016.

¹² Stichting Probos (2009). "Houtsoorten voor de Woningbouw, Utiliteitsbouw en Grond-, Weg- en Waterbouw". Geraadpleegd oktober 2016.

¹³ Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2012). "Handboek gemeenten Energieprestatie gebouwen". Geraadpleegd september 2016.

Bouwtechnische analyse Meidoornsingel 357, te Rotterdam 1960 (G)

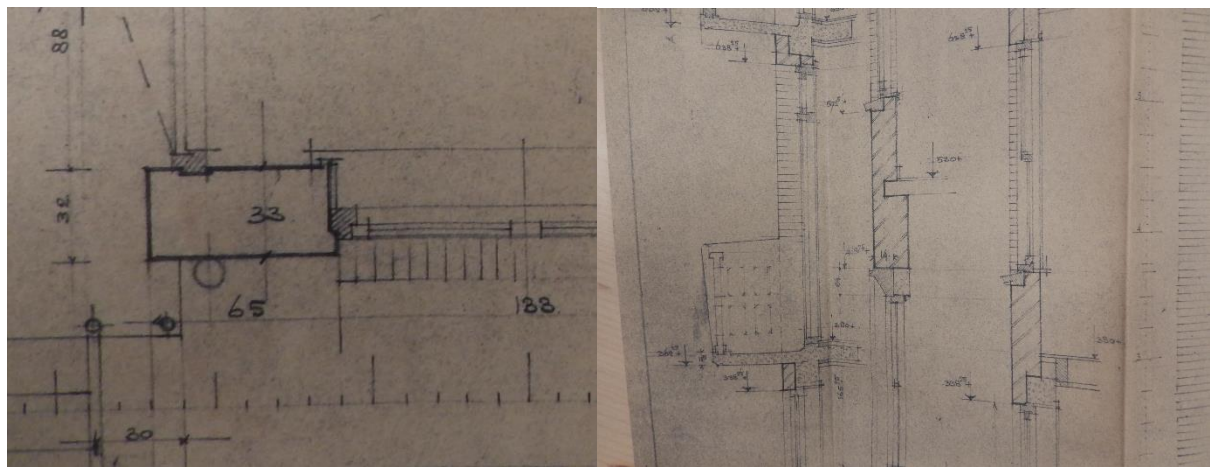


Figuur 12. Gevelaanzicht en pakket kozijnrenovatie (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

Van dit adres was niet veel bekend via het Stadsarchief. Wel is er een renovatie uitgevoerd op de woningen op het adres. Deze renovatie vervangt de oude kozijnen met kunststof kozijnen met isolerend glas. Deze renovatie is in 1981 verricht dus wordt er aangehouden dat dit isolerende glas dubbelglas is. Verder wordt de spouw geïsoleerd dus is er minimaal een gemetseld buitenblad, een spouw en een binnenblad.

Architectural floor plan of the second floor (2e verdieping) of a building, showing two types of layouts: Type A1 and Type A. The plan includes rooms such as SL. KAMER (Sleeping Chamber), KAMER (Chamber), K. (Kitchen), BAST. (Bathroom), D. (Dining Room), and W. (Washing Room). It also shows balconies, stairs, and a central corridor. Dimensions are provided for various rooms and overall sections. The plan is oriented with North at the top.

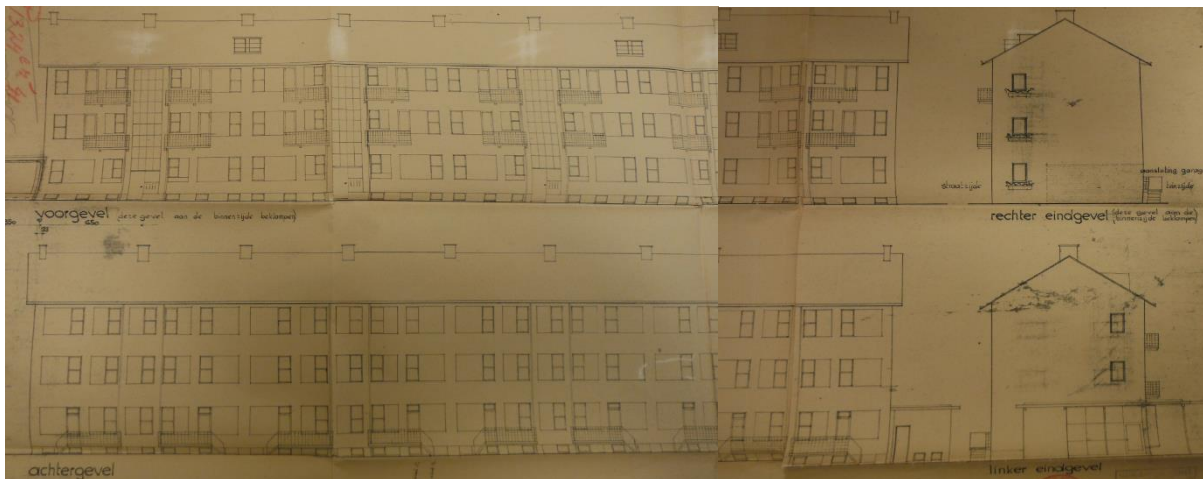
De hoofddraagconstructie van bovenstaande portiekwoningen bestaat uit een betonnen fundering op palen, gemetseld buitenblad zonder spouw op de begane grond, gemetseld buitenblad met klamp op de verdiepingen, houten vloeren en een houten dakkap. Er wordt ook verwezen naar kalkzandsteen echter is de informatie op de tekeningen niet duidelijk genoeg om aan te wijzen waar het kalkzandsteen is gebruikt als scheidingsmuur of binnenmuur.



Evenals de analyse van Melchertstraat 50 worden kozijnen met woningtoegangsdeuren niet meegenomen als kandidaat voor de bouwfysische berekeningen. De overige gevelkozijnen hebben onbekend glas en kozijnmaterialen, dus wordt aangenomen dat de kozijnen van grenenhout zijn en dat de ruiten van enkelglas zijn gemaakt.

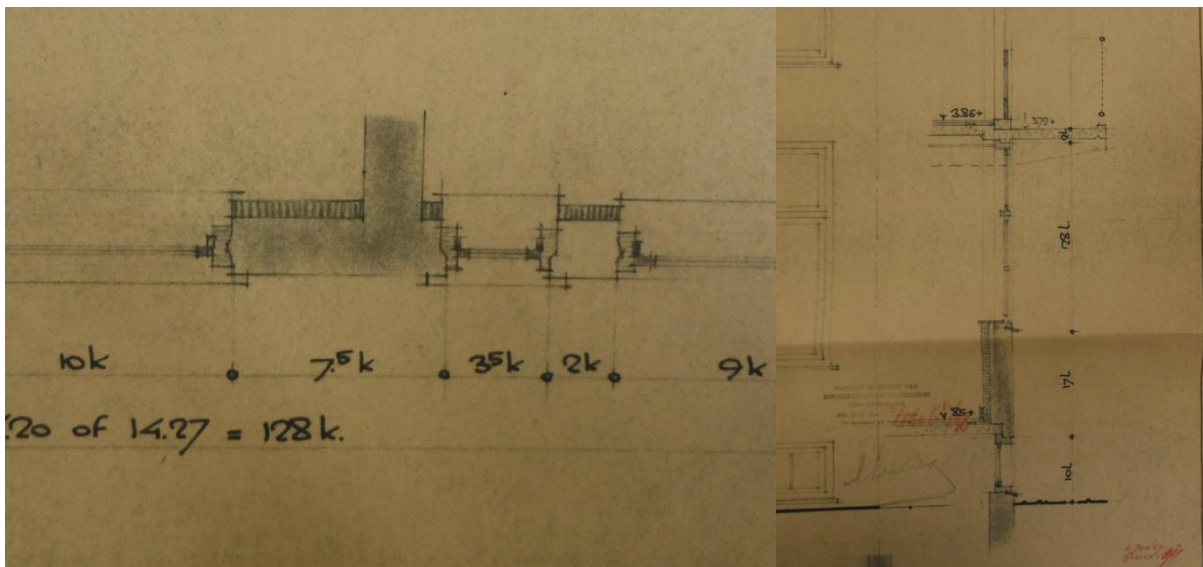
27

Bouwtechnische analyse Fazantstraat 138, te Rotterdam 1947 (G)



Figuur 15. Gevelaanzichten bouwmethode (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

Over dit adres had Stadsarchief aanzienlijk weinig informatie, maar er is gevonden dat dit adres is opgebouwd uit dragende gemetselde wanden en betonvloeren. Deze vloeren aan de binnenzijde en de balkons aan de buitenzijde vormen één geheel. De gevelwanden zijn gemetseld en hebben geen spouw, deze zijn massief met een klampafwerking.



Figuur 16. Doorsneden kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

De gevelkozijnen zijn, net als de Grote Visserijstraat 113, met de zijstijlen gevormd naar de sparing met een onbekende materialisatie. Er zijn geen gegevens over een eventuele renovatie dus wordt als materialisatie grenen en enkelglas aangehouden.

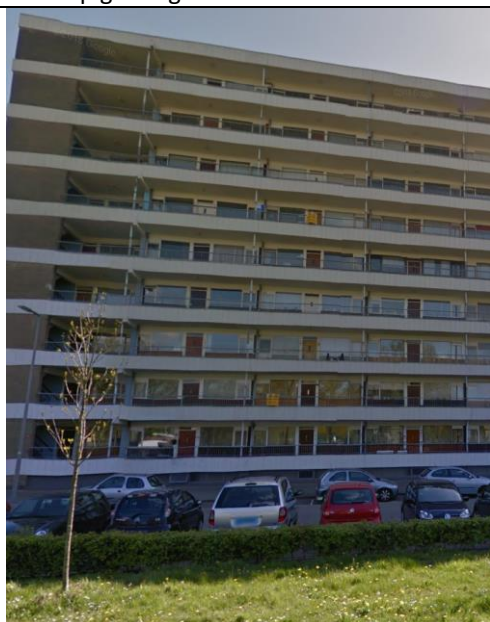
Tabel 4.4b Overzicht woningen onderzocht energielabel G (2) (kozijnen)



Adres: Meijersplein-Zuid 6 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1960, grondgebonden
Voorlopig energielabel: G



Adres: Jacob van Campenweg 3 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1963, grondgebonden
Voorlopig energielabel: G

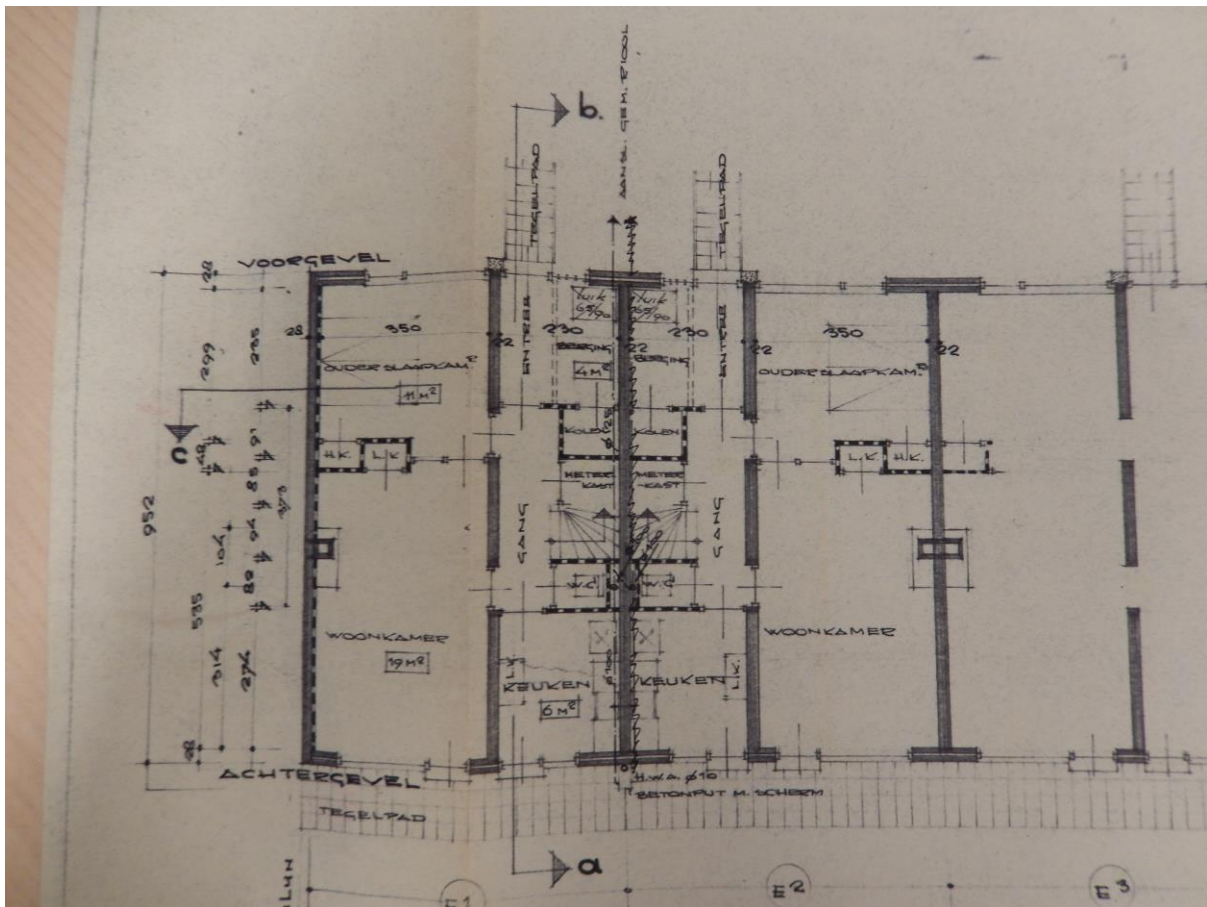


Adres: Oldegaarde 668 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1959, appartement
Voorlopig energielabel: G



Adres: Kelloggplaats 336 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1970, appartement
Voorlopig energielabel: G

Bouwtechnische analyse Meijersplein-Zuid 6, te Rotterdam 1960 (G)

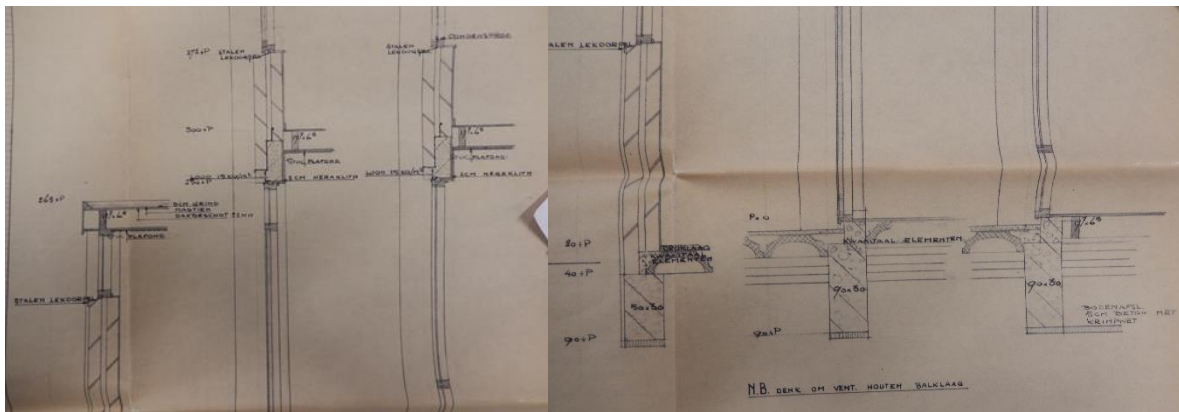


Figuur 17. Plattegrond bouwmethode en kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

Het Stadsarchief had zeer weinig op dit adres, maar op de tekeningen die beschikbaar waren, kan worden gesteld dat de voor- en achtergevels gemetselde spouwmuren zijn, woningscheidende wanden zijn steens gemetselde wanden en de verdiepingsvloeren zijn hoogstwaarschijnlijk van hout als de dikke tussenmuur dragend is.

De kozijnmaterialen zijn niet weergegeven, maar afgaand op het gevelbeeld zijn deze van hout. Enige kozijnen met woningtoegangsdeuren worden niet meegenomen. De overige gevelkozijnen bevatten vastglas en naar buiten draaiende ramen. Het soort hout wordt aangenomen als grenen en het glas als enkelglas. De gevelkozijnen zijn door middel van een stelkozijn in de spouw gemonteerd aan de gevel.

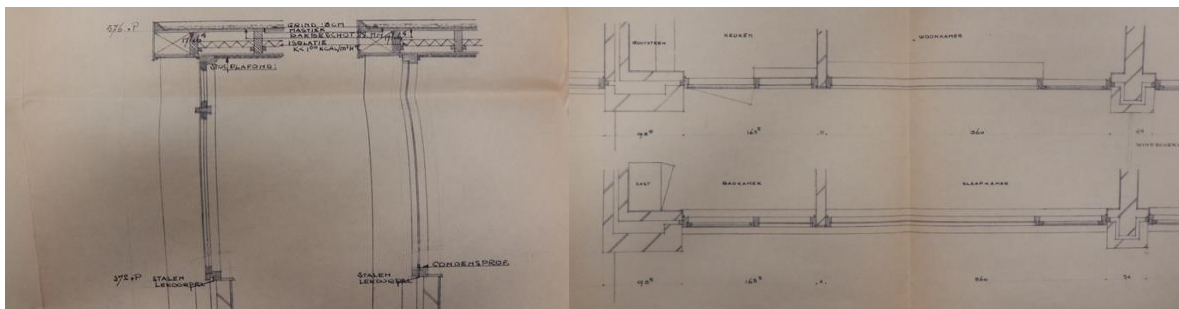
Bouwtechnische analyse Jacob van Campenweg 3, te Rotterdam 1963 (G)



Figuur 18. Doorsneden bouwmethode (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

De woning is gebouwd met het stapelbouwsysteem. Alle binnenbladen zijn dragend en uitgevoerd in metselwerk. De buitenbladen zijn eveneens gemetseld. De spouwmuur heeft een spouw. De woning is op betonnen palen gefundeerd.

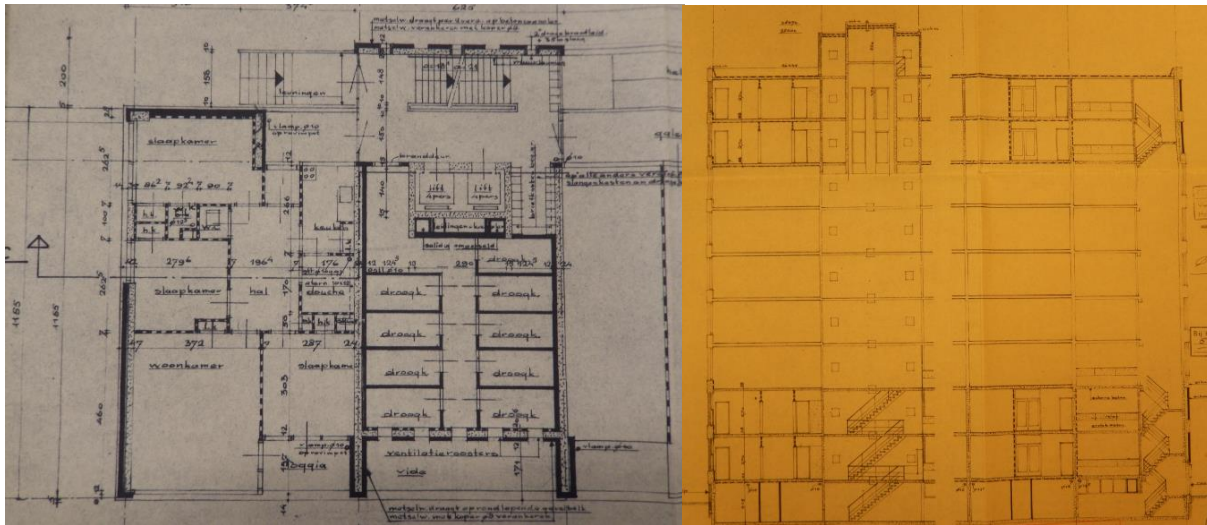
De begane grondvloer bestaat uit geprefabriceerde betonnen cassetteplaten en de verdiepingvloer bestaat uit een houten balklaag met een stucplafond. Het dak bestaat uit een houten balklaag met dakbeschot en een onbekende isolatielaag. Deze isolatielaag is niet van belang voor de nulsituatie.



Figuur 19. Doorsneden aansluitingen kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

De gevelkozijnen bevatten meerdere glasvlakken. Onder deze glasvlakken bevallen twee vastglaskozijnen, twee naar buiten draaiende draairamen, twee uitzetramen en een Eternit-overgangsbetimmering. De houtsoort van deze kozijnen is onbekend evenals de soort beglazing. Doordat er in de tekeningen (zie bijlage II) geen verdere informatie wordt verstrekt, wordt er gesteld dat de kozijnen van grenen zijn gemaakt en dat er enkelglas is toegepast.

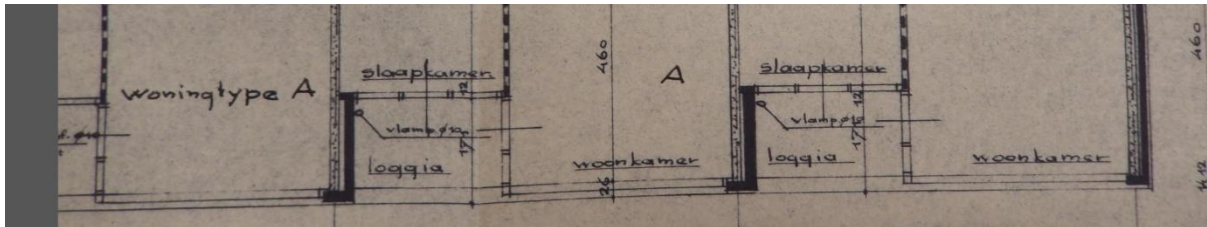
Bouwtechnische analyse Oldegaarde 668, te Rotterdam 1959 (G)



Figuur 20. Doorsneden en plattegronden bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

Het bovenstaande appartementencomplex is gebouwd door middel van gietbouw. Het complex is gefundeerd op een kelder op palen. Zowel de vloeren als gevelbalken zijn in het werk gestort en de open geveldelen zijn opgevuld met houten puin. De betonnen wanden die niet in het zicht staan, zijn afgewerkt met een gemetselde spouwmuur.

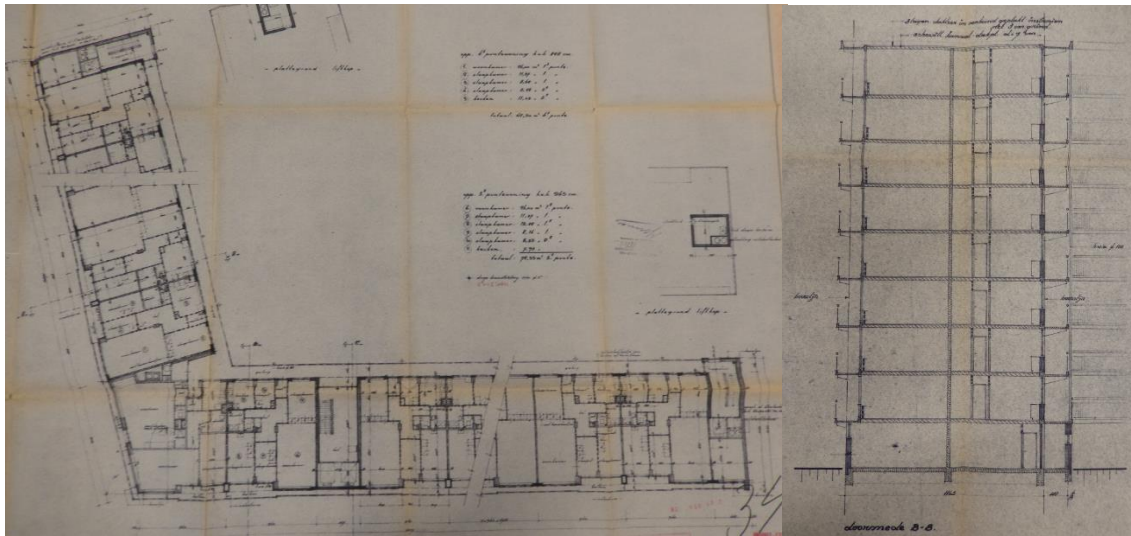
Op de verkregen bouwtekeningen is geen aantekening gegeven over enige isolatiematerialen in de spouw of op andere geveldelen zoals het dak.



Figuur 21. Doorsneden kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

De open geveldelen zijn opgevuld met kozijnen en verdiepingshoge puin. De houten puin aan de voorgevel (woningtoegangsdeur niet meegerekend) zijn voorzien van één draairaam, één uitzetraam, twee vastglasvlakken en één sandwichpaneel. De houten kozijnen aan de achterzijde zijn voorzien van twee draairamen en drie vastglasvlakken. Doordat de houtsoort niet beschreven wordt, wordt de houtsoort grenen aangenomen met enkel glas.

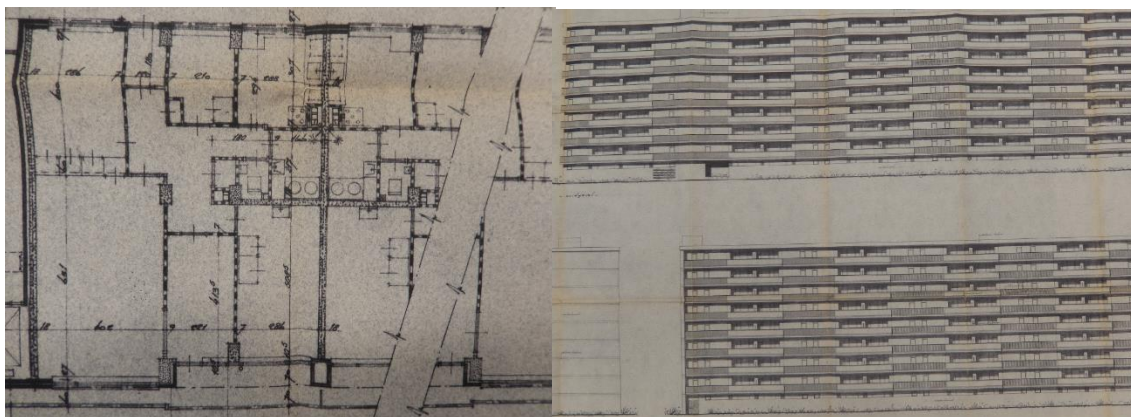
Bouwtechnische analyse Kelloggplaats 336, te Rotterdam 1970 (G)



Figuur 22. Plattegronden en doorsneden bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

Het Kelloggplaats-complex is gebouwd volgens een gietbouw systeem. De dragende wanden en fundering zijn in het werk gestort. Er zijn kolommen gestort in de woning die verbonden zijn aan een stabiliteitswand. Deze kolommen dragen tevens een betonnen balk. Tussen de betonnen wanden zijn systeemvloeren getekend. Het is uit de tekeningen niet duidelijk of deze vloeren op de balken liggen of dat deze zijn opgehangen aan de wanden door middel van bijvoorbeeld hoekstalen.

De bouwtekeningen geven geen informatie over isolerende materialen in de spouwmuuren of andere gevelelementen.



Figuur 23. Plattegronden en gevels kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

De kozijnen in de gevels van dit complex zijn samengesteld. Elk van deze samengestelde ramen bestaan uit een naar binnendraaiend draairaam, een uitzetraam en een vastglasraam. De gevel is in 1982 gerenoveerd. De nieuwe kozijnen zijn gemaakt met een onbekend kozijnhout en –beglazing. Er wordt aangehouden dat de kozijnen, aan de hand van het bouwjaar, met merantihout zijn gemaakt en dubbelglas.

Tabel 4.4c Overzicht woningen onderzocht energielabel F (kozijnen)



Adres: Steenbreekvaren 13 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1978, grondgebonden
Voorlopig energielabel: F



Adres: Neel Gijzenstraat 20 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1977, grondgebonden
Voorlopig energielabel: F

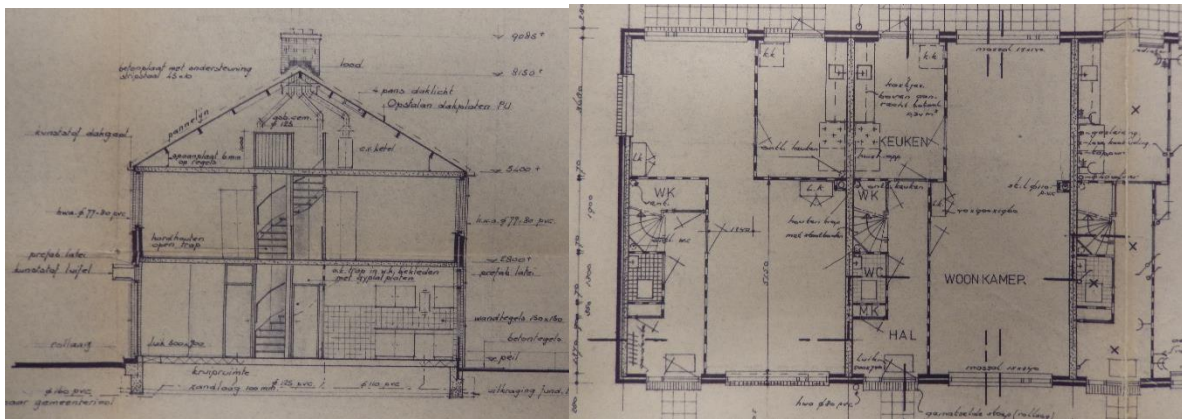


Adres: Carnissensingel 27 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1978, appartement
Voorlopig energielabel: F



Adres: Middelharnishof 50 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1978, appartement
Voorlopig energielabel: F

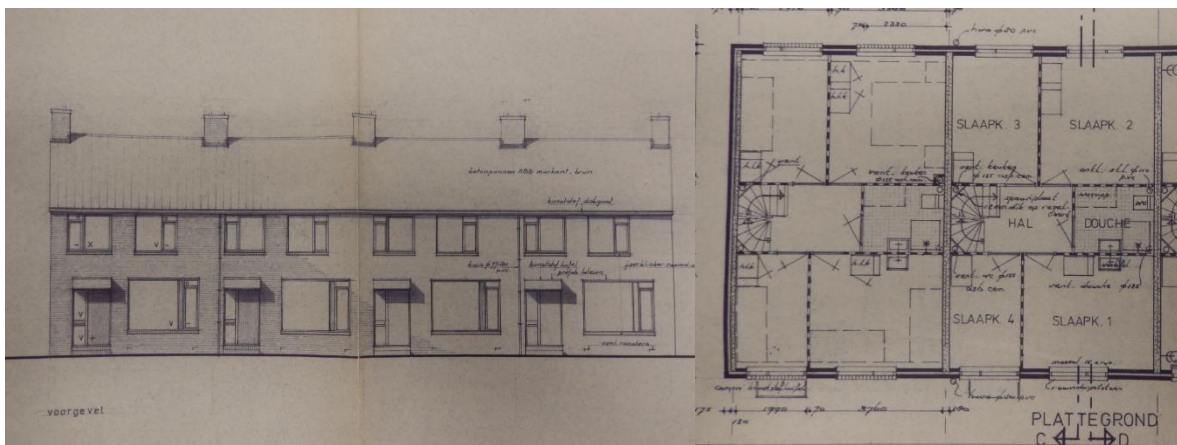
Bouwtechnische analyse Steenbreekvaren 13, te Rotterdam 1978 (F)



Figuur 24. Doorsneden en plattegrond bouwmethode (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

Deze woningen zijn gebouwd met betonbouw. De begane grondvloeren zijn betonnen systeemvloeren, de verdiepingvloeren zijn in het werk gestort. De spouwmuren hebben een gemetselde gevel en de niet dragende binnenbladen zijn gemetseld. De binnenmuren zijn van GIBO, dus hoogstwaarschijnlijk gips of kalkzandsteen.

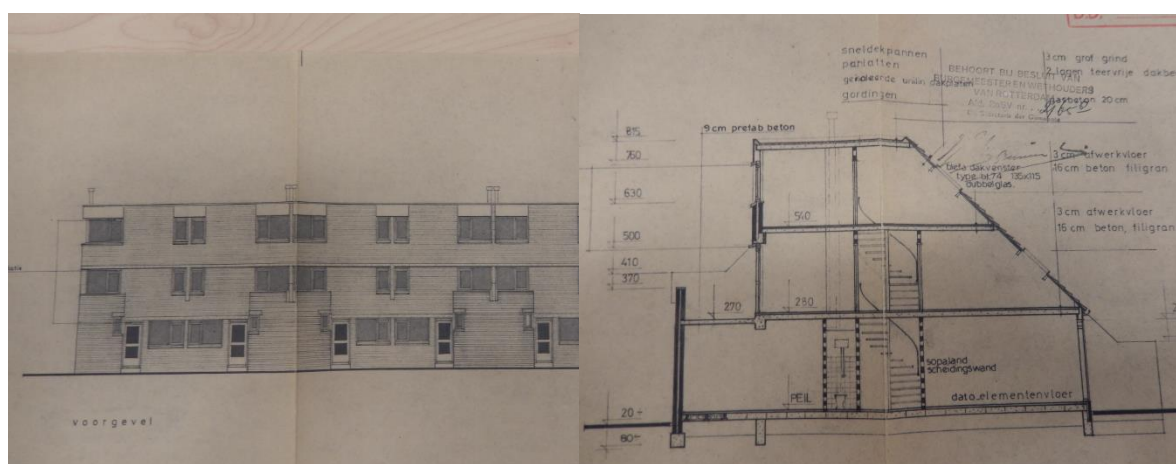
Boven elk geprefabriceerde betonnen latei is isolatie verwerkt in de spouw in de vorm van twee PS-platen van 15mm.



Figuur 25. Gevelaanzicht en plattegrond kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

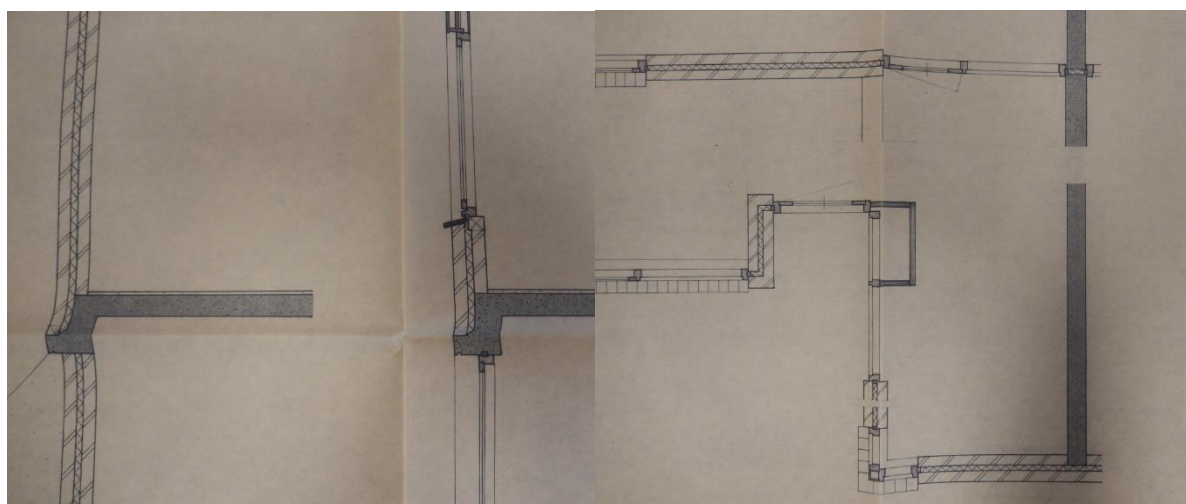
De gevelkozijnen hebben geen materialisatie gekregen dus wordt er aangehouden dat deze kozijnen van merantihout zijn gemaakt met dubbelglas vanwege de toepassing in Gijsenstraat 20. De stelkozijnen zijn in de spouw verwerkt en verbinden het gevelkozijn met het binnenblad.

Bouwtechnische analyse Gijsenstraat 20, te Rotterdam 1977 (F)



Figuur 26. Gevelaanzicht en doorsnede bouwmethode (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

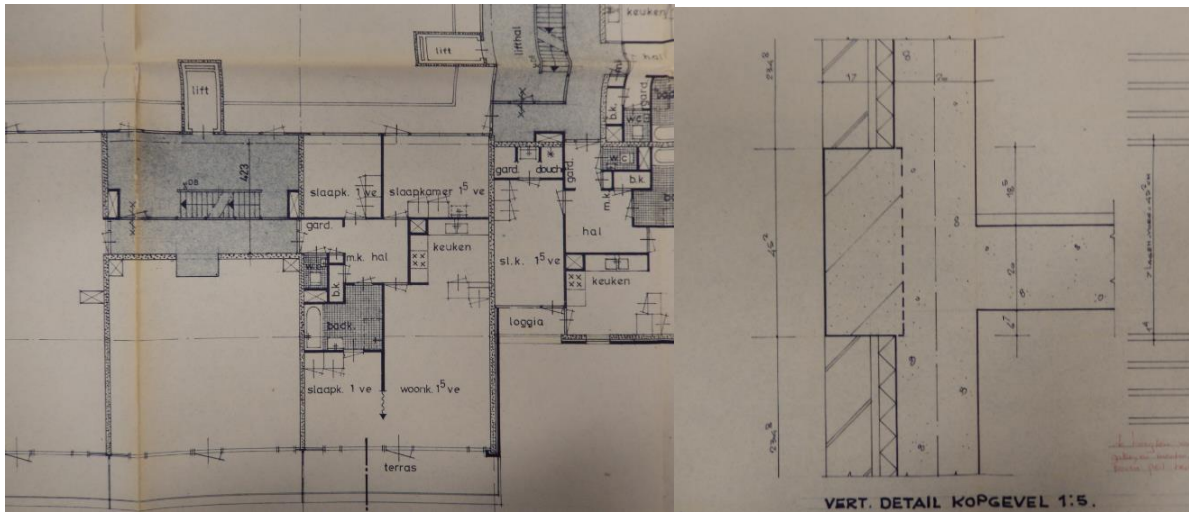
Dit adres gebouwd met betonbouw. De woningscheidende wanden zijn vervaardigd uit beton en de niet dragende wanden zijn gemetseld met bakstenen. De spouwmuur is gevuld met isolatiemateriaal. De begane grondvloeren bestaan uit systeemvloeren en de verdiepingvloeren zijn in het werk gestort. De binnenmuren zijn gemaakt van kalkzandsteen of gips.



Figuur 27. Doorsneden aansluiting kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

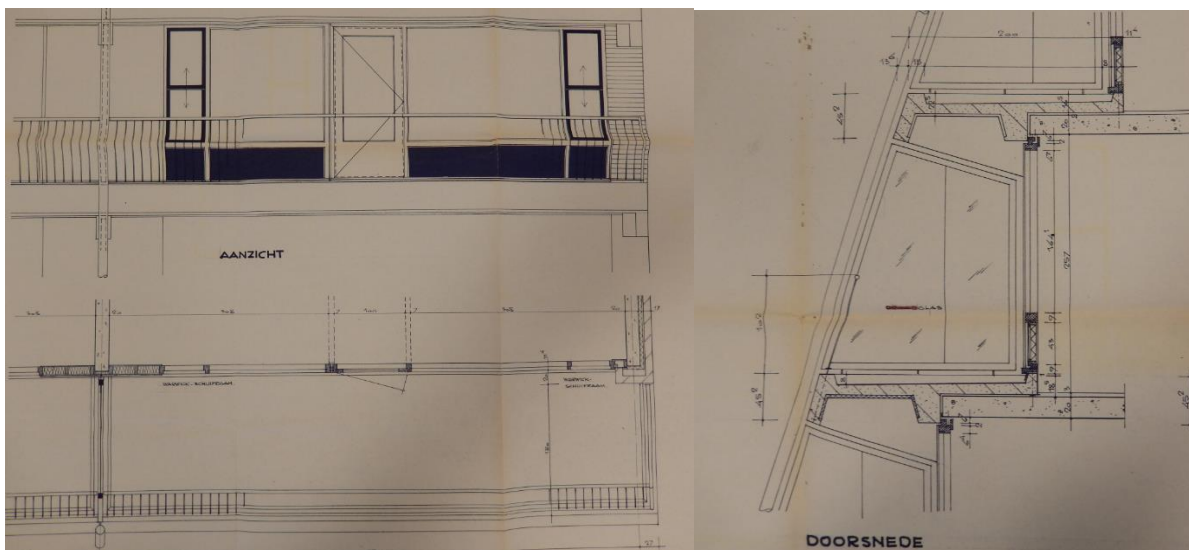
De gevelkozijnen bevatten volgens de tekeningen uit het Stadsarchief (*zie bijlage II*) dubbelglas. De stelkozijnen zijn verwerkt in de spouw en daarmee verbonden aan het binnenblad. Ook hier wordt kozijnmateriaal niet gespecificeerd, dus wordt er aangehouden dat het kozijnmateriaal meranti is.

Bouwtechnische analyse Carnissensingel 27, te Rotterdam 1978 (F)



Figuur 28. Plattegronden en detail bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

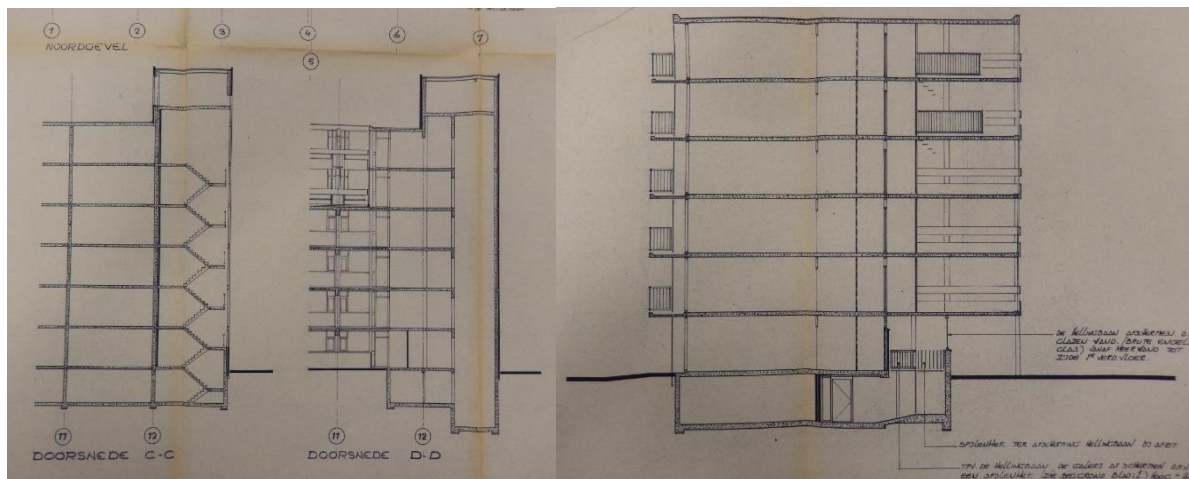
De terrasappartementen van Carnissensingel zijn gebouwd met gietbouw. De fundering, dragende wanden en vloeren zijn met gietbouw gemaakt. Enkel de galerijen en terrasbalkonnen zijn geprefabriceerd in beton. De gevels zijn afgewerkt met metselwerk en geïsoleerde spouw. Tevens zijn betonnen gevelbanden meegenomen in het aanzicht. Deze gevelbanden zijn met het binnenblad verbonden al is het onbekend of de band met wapening of specie is verwerkt.



Figuur 29. Doorsneden kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

De niet dragende geveldelen zijn vervaardigd uit houtskeletelementen die houten kozijnen verbinden met de hoofdconstructie. Aan de terraszijde bestaat het houten kozijn uit twee delen die met elkaar zijn verbonden door middel van een houten stijl. De helft waar geen deur in is geplaatst heeft een schuifraam, twee sandwichpanelen en een vastglasraam. De toegepaste houtsoort en beglazing is onbekend, dus wordt meranti als houtsoort en dubbelglas als beglazing aangenomen. Dit geldt ook voor het houtskeletelement aan de voorzijde.

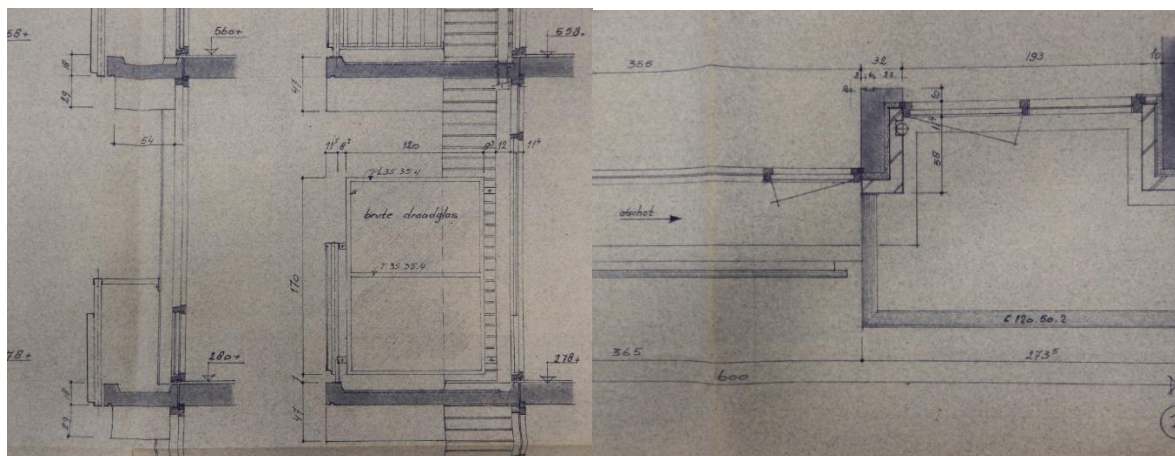
Bouwtechnische analyse Middelharnishof 50, te Rotterdam 1978 (F)



Figuur 30. Doorsneden bouwmethode (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

Dit appartementencomplex is gebouwd door middel van betonbouw. Aan de hand van de afwezigheid van naden in de tekeningen is af te leiden dat het beton hoogstwaarschijnlijk in het werk gestort is. Enkel de beton- en galerijplaten zijn geprefabriceerd.

Het complex is afgewerkt met een gemetseld buitenblad met een betonnen binnenblad. Deze gevels hebben een spouw en deze is gevuld met een onbekend materiaal. Afgaande op Steenbreekvaren en Gijsenstraat zou dit een isolerend materiaal kunnen zijn.



Figuur 31. Doorsneden kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

Aan de zijde met de balkonplaten zijn twee kozijnsoorten geplaatst. Grenzend aan het balkon in de vorm van een verdiepingshoge houten pui wordt een woningtoegangsdeur, twee vastglasramen en een sandwichpaneel. De pui met de woningtoegangsdeur voldoet niet meer aan het Bouwbesluit dus wordt niet meegenomen in de berekeningen. Het andere kozijn is eveneens verdiepingshoog en bevat een draairaam, een uitzetraam, twee vastglasramen en drie sandwichpanelen.

Doordat de houtsoort van de kozijnen niet bekend is, wordt meranti aangehouden als kozijnmateriaal. Er is dubbel glas toegepast in de kozijnen. De puien van het balkon zijn gemonteerd door het stelkozijn in de spouw te verwerken en tegen de woningscheidende wand. De andere pui is met een stelkozijn in de spouw aan het binnenblad bevestigd.

Tabel 4.4d Overzicht woningen onderzocht energielabel E (kozijnen)



Adres: Barcelonastraat 39
Bouwjaar en type: 1979, grondgebonden
Voorlopig energielabel: E



Adres: Nijenrodeweg 96 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1980, grondgebonden
Voorlopig energielabel: E

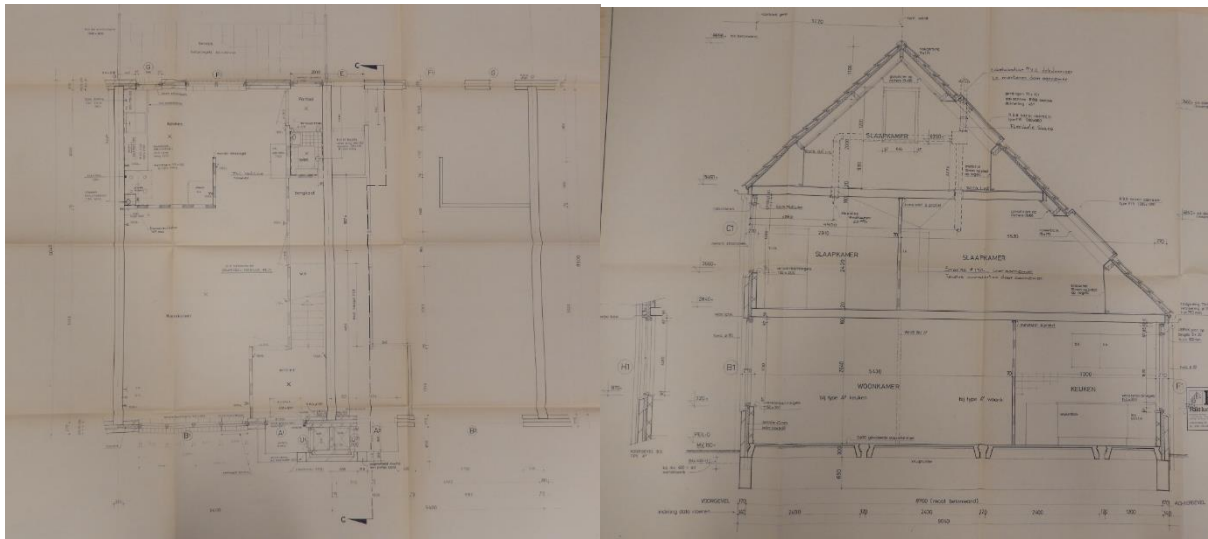


Adres: Josephlaan 85 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1983, portiek
Voorlopig energielabel: E



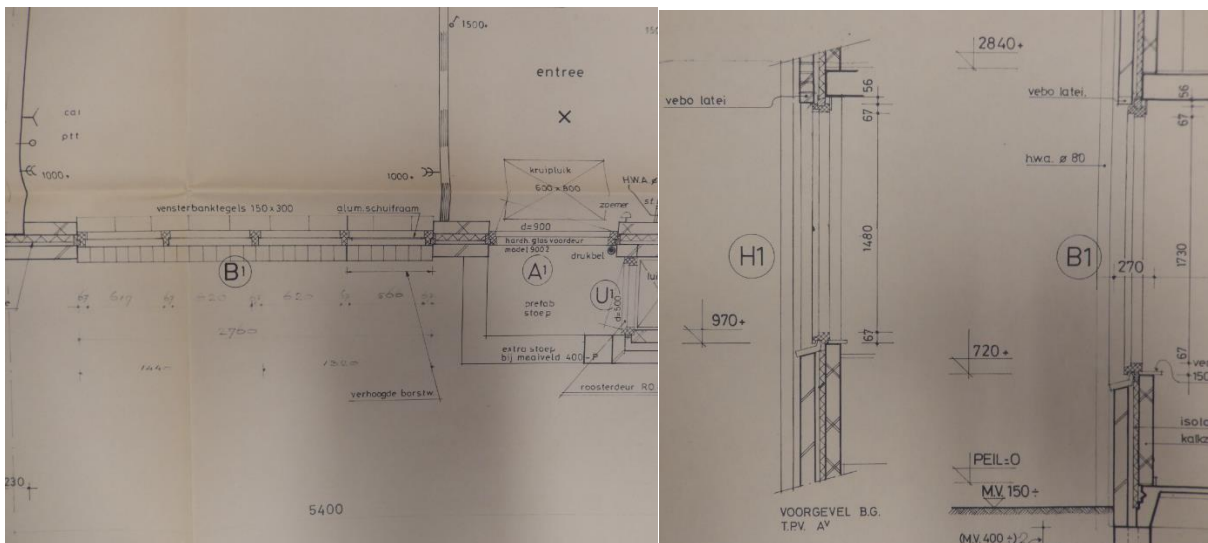
Adres: Dempostraat 63 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1983, portiek
Voorlopig energielabel: E

Bouwtechnische analyse Barcelonastraat 39, te Rotterdam 1979 (E)



Figuur 32. Plattegronden en doorsneden bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

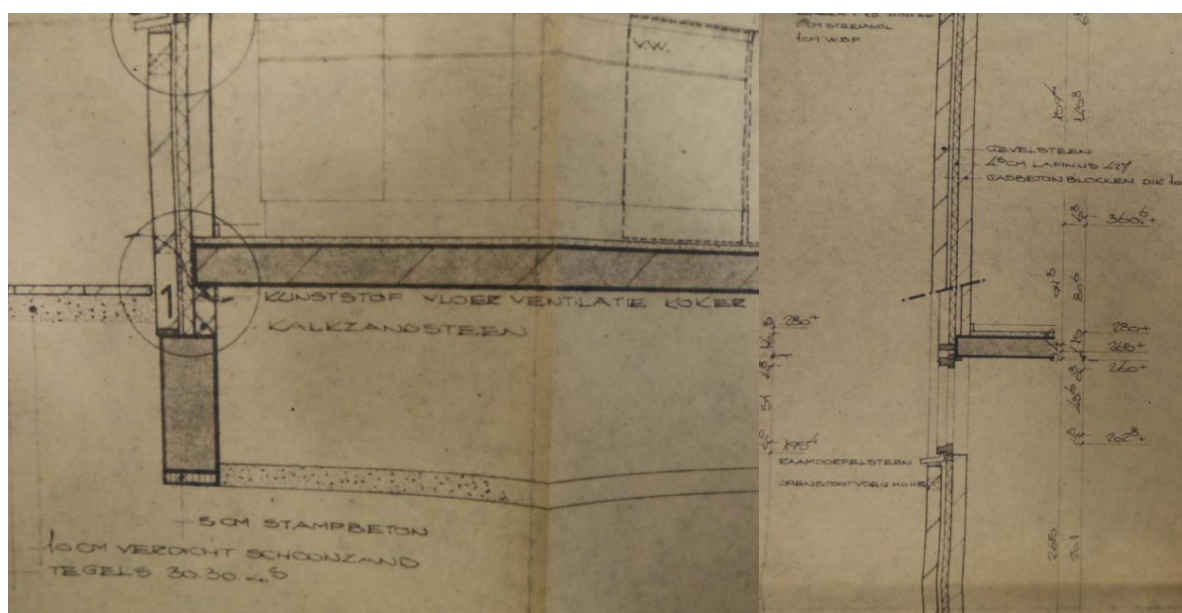
De bovenstaande grondgebonden woning is gebouwd met een geprefabriceerd betonnen bouwsysteem. De woning is op palen gefundeerd en de begane grondvloer is een betonnen systeemvloer. Echter is niet aangegeven of de verdiepingvloeren ook systeemvloeren zijn. De gevels zijn afgewerkt met een gemetseld buitenblad voor een geïsoleerde spouw. Deze isolatie wordt ook bovenop het houten dakbeschot geplaatst.



Figuur 33. Plattegronden en doorsneden kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, september 2016)

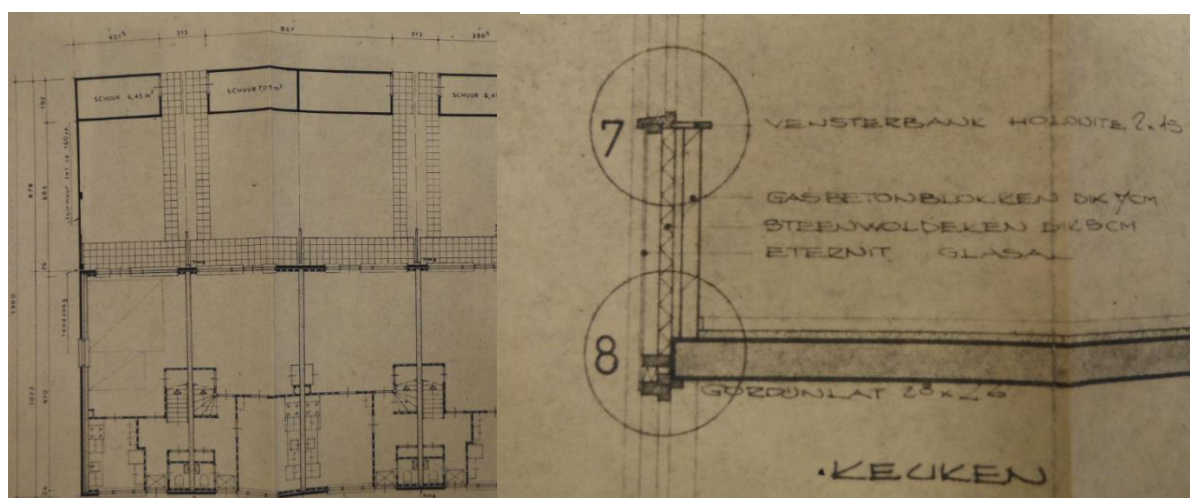
De verschillende gevelkozijnen van deze woning zijn houtachtig van onbekend materiaal met een onbekende beglazing. De voorgevel heeft drie kozijnen, waarvan twee samengesteld. Eén kozijn heeft een aluminium schuifraam en drie vastglasramen en één kozijn heeft twee naar buiten draaiende draairamen. De achtergevel heeft ook een samengesteld kozijn van hout met een aluminium schuifraam en drie vastglasramen. Tevens worden de dakramen ook meegenomen in de berekeningen aangezien deze ook voor verticale geveldelen kunnen functioneren. Als houtmateriaal wordt meranti aangehouden en voor beglazing dubbelglas.

Bouwtechnische analyse Nijenrodeweg 96, te Rotterdam (E)



Figuur 34. Doorsneden bouwmethode (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

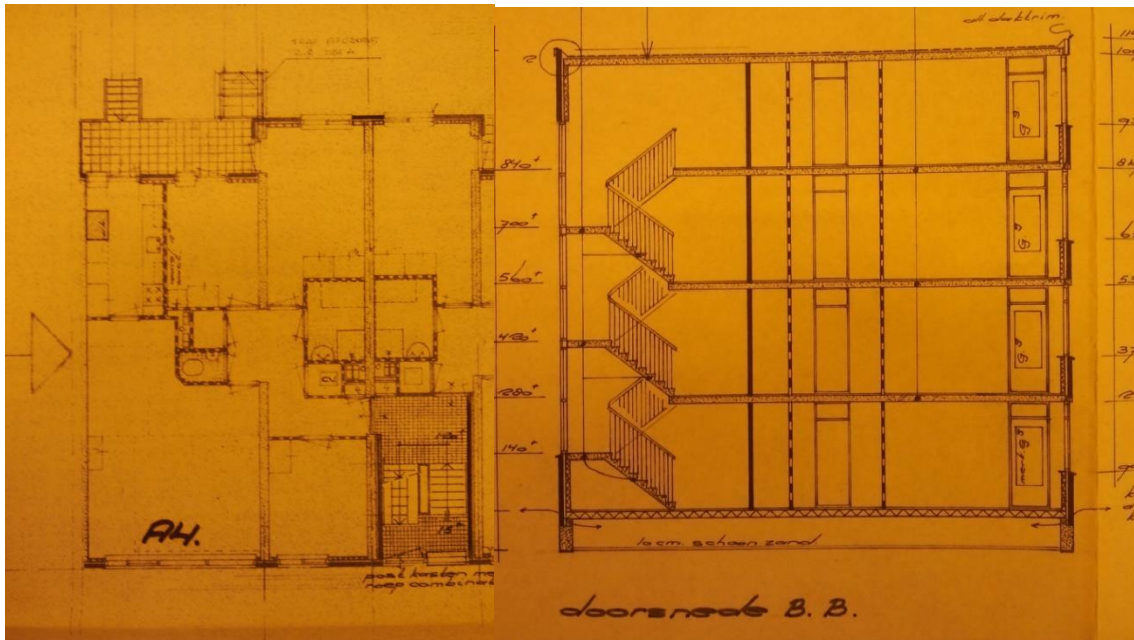
De woning aan Nijenrodeweg 96 heeft een betonnen casco. Deze is opgebouwd uit betonnen woningscheidende wanden en systeemvloeren die op een paalfundering zijn bevestigd. De gevel is afgewerkt met een gemetseld buitenblad en een geïsoleerde spouw met een gasbetonnen binnenblad.



Figuur 35. Plattegronden en doorsneden kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

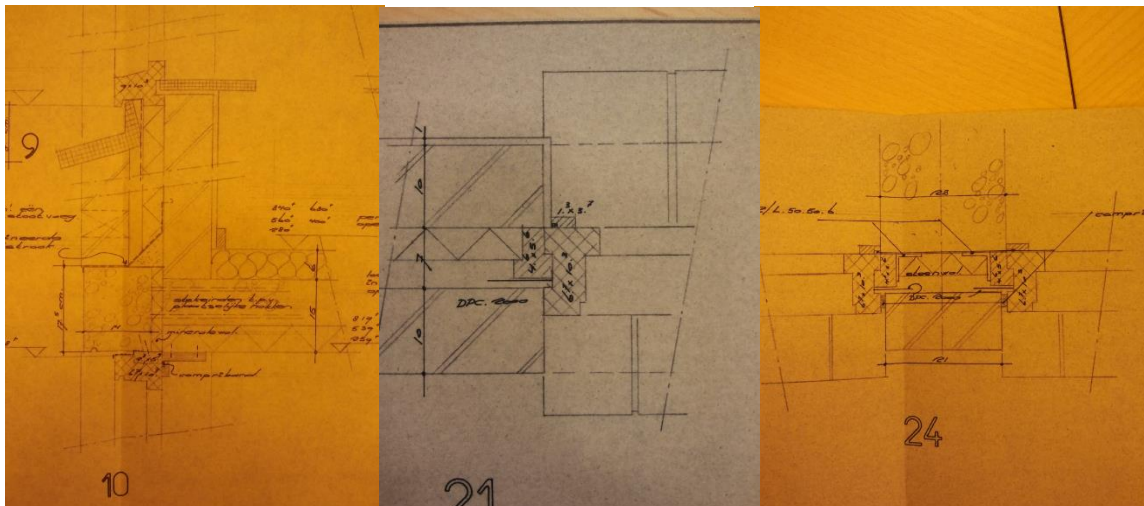
De gevelkozijnen zijn één groot samengesteld kozijn. De kozijnen zijn verwerkt in een geïsoleerde pui die twee bouwlagen hoog is. De pui bevat twee draairamen, één uitzetraam, één woningtoegangsdeur en zes vastglasramen aan de voorgevel. Aan de achterzijde is de pui enkel één bouwlaag hoog en deze bevat één uitzetraam, één woningtoegangsdeur met vier vastglasramen. De puien zijn zowel met een stelkozijn in de spouw gemonteerd als aan de betonnen verdiepingsvloeren. De materialisatie van de kozijnen is niet aangegeven dus wordt meranti als kozijnmateriaal en dubbelglas als beglazing aangehouden.

Bouwtechnische analyse Josephlaan 85, te Rotterdam 1983 (E)



Figuur 36. Plattegronden en doorsneden bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

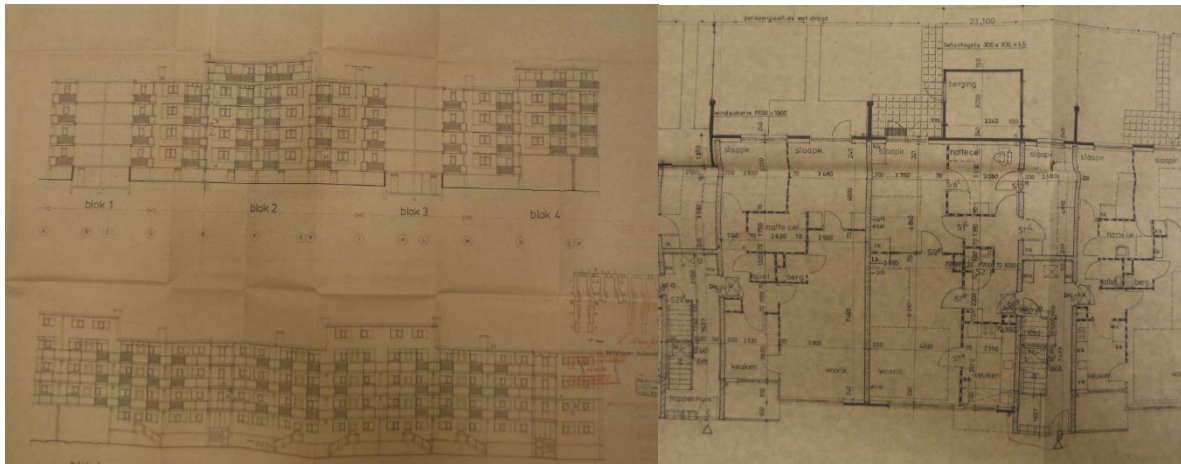
Deze portiekwoningen zijn gefundeerd op een betonnen paalfundering die betonnen woningscheidende wanden draagt met betonnen systeemvloeren. De materialisatie van het binnenblad is onbekend, maar het is aannemelijk dat dit gasbeton of kalkzandsteen is. De spouwmuur is geïsoleerd met minerale wol en afgewerkt met een gemetselde gevel.



Figuur 37. Details kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

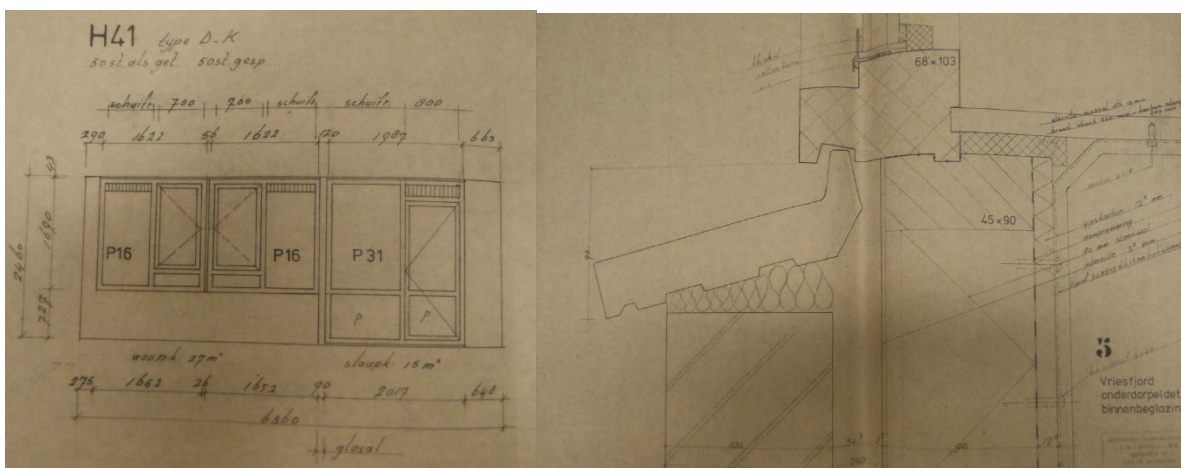
De gevelkozijnen zijn samengestelde houten kozijnen die door middel van een stelkozijn aan het binnenblad verbonden zijn of door middel van hoekankers aan de woningscheidende wanden. Elk gevelkozijn dat geen woningtoegangsdeur heeft, heeft minstens één draairaam en één uitzetraam. Kozijnmateriaal en beglazing zijn onbekend, dus wordt meranti en dubbelglas aangehouden.

Bouwtechnische analyse Dempostraat 63, te Rotterdam 1983 (E)



Figuur 38. Gevels en plattegronden bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

De casco's van de portiekwoningen van de Dempostraat zijn door middel van gietbouw gevormd. Dit geldt voor zowel de wanden als vloeren. De woningen zijn gefundeerd op een betonnen paalfundering. De spouwmuur is afgewerkt met een gemetseld buitenblad en bevatten een ongeïsoleerde spouw. Het binnenblad bestaat uit verdiepingshoge panelen met kozijnen. Deze panelen zijn in houtskeletbouw gevormd met steenwolisolatie.



Figuur 39. Aanzichten en details kozijnen (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

De gevelkozijnen in deze verdiepingshoge panelen zijn kunststofkozijnen met dubbelglas. Dit is beschreven voor alle gevelkozijnen die merk P hebben. Opnieuw wordt de woningtoegangsdeur niet kandidaat gesteld voor de berekeningen. Hierdoor blijven de kozijnmerken P16, P28 en P29 als enige over. P16 is hierboven weergegeven en is een samengesteld kozijn met twee naar binnen draaiende draairamen en vier vastglasramen. P28 is een samengesteld kozijn met één naar binnen draaiend raam en twee vastglasramen. P29 heeft één naar binnen draaiend raam en één vastglasraam.

Tabel 4.4e Samenvatting resultaten energielabels G t/m E

Adres	Kozijnmateriaal	Enkelglas	Dubbelglas	U_w (W/m²K)	Sloopintensiteit
<i>Fazantstraat</i>	Grenen	x		> 2,90	Hoog
<i>Melchertstraat</i>	Grenen	x		> 2,90	Hoog
<i>Grote Visserijstraat</i>	Grenen	x		> 2,90	Hoog
<i>Oldegaarde</i>	Grenen	x		> 2,90	Hoog
<i>Meidoornsingel</i>	Kunststof (renov.)		x	2,90	Hoog
<i>Meijersplein-Zuid</i>	Kunststof (renov.)		x	2,90	Middel
<i>Van Campenweg</i>	Grenen	x		> 2,90	Hoog
<i>Kelloggplaats</i>	Meranti (renov.)		x	2,90	Hoog
<i>Gijsenstraat</i>	Meranti		x	2,90	Middel
<i>Steenbreekvaren</i>	Meranti		x	2,90	Middel
<i>Carnissensingel</i>	Meranti		x	2,90	Middel
<i>Middelharnishof</i>	Meranti		x	2,90	Middel
<i>Barcelonastraat</i>	Meranti		x	2,90	Middel
<i>Nijenrodeweg</i>	Meranti		x	2,90	Hoog
<i>Josephlaan</i>	Meranti		x	2,90	Middel
<i>Demopstraat</i>	Meranti		x	2,90	Middel

In de tabel hierboven zijn de resultaten weergegeven uit de analyse van bouwtekeningen van de woningen met energielabel G t/m E. Deze analyseschema's zijn dusdanig groot dat deze niet leesbaar zijn op deze pagina, dus worden de resultaten samengevat. In bijlage III zijn de uitgebreide analyseschema's toegevoegd.

Kozijnen die enkelglas bevatten worden niet toegepast in de bouwfysische berekeningen. Dit doordat het Bouwbesluit stelt dat het gebruik van enkelglas in nieuwe gevels niet meer is toegestaan. Doordat enkelglas niet meer is toegestaan volgens nieuwbouweisen moet elk kozijn met enkelglas worden gerenoveerd. Echter is het zeer complex om te beargumenteren welke glassoort in de plaats moet komen voor het oude glas. Dit is ook zeer projectafhankelijk. Is HR-glas genoeg of moet er HR++-glas worden toegepast? Om deze reden zullen enkelglaskozijnen niet worden meegenomen en wordt er geadviseerd aan ontwerpende partijen om met diens opdrachtgevers te overleggen hoe deze beglazing wordt gematerialiseerd. Overigens zal het vervangen van glas eenvoudiger zijn voor houten kozijnen dan kunststof- aluminiumkozijnen doordat hout door middel van frezen bewerkt kan worden.

De overblijvende kozijnen hebben een gelijke U_w-waarde door de toepassing van dubbelglas waar geen verdere informatie over beschikbaar is in de bouwtekeningen van Stadsarchief Rotterdam. De materialisatie en sloopintensiteit brengen als enige verschillen met zich mee. Voor de bouwtechnische uitwerking is het gunstiger voor dit afstudeeronderzoek om een kozijn met een hoge sloopintensiteit te selecteren. Dit zodat de moeilijkste situatie wordt behandeld. Hierdoor kan de demontage van kozijnen en toepassing van het vitrinekozijn voor andere bedrijven eenvoudiger worden.

Doordat beglazing bij houten kozijnen eenvoudiger vervangen kan worden dan kunststofkozijnen, worden de kozijnen van de Demopstraat 63 voor de nulsituatie geselecteerd. Dit adres heeft als weinige een maatvoering van diens gevelkozijnen toegevoegd. In de nulsituatie wordt er vergeleken tussen draairamen (of draaikiepramen) omdat deze ramen een hogere U_w-waarde zullen hebben dan ramen met vastglas. Dit doordat de vleugel kierdichtingen vereist omdat er infiltratie zal optreden en dit zorgt voor warmteverlies.

4.5 Selectie nieuwe kozijnen

Kozijntypen/soorten	Levensduur (Nibe)	Materiaal	Milieuklasse	Schaduwkosten	Emissie	Grondstoffen
HR++-kozijnen						
HEBO 67x114mm	50 jaar	Meranti FSC	2b	€ 2,36 per m ²	93,10%	0,90%
WEBO 67x114mm	50 jaar	Grenen (geacetyleerd)	2b	€ 2,42 per m ²	93,10%	0,90%
HEBO 82x115mm	40 jaar	PVC met staalkern	4b	€6,80 per m ²	84,70%	0,70%
Schüco Corona CT 70	40 jaar	PVC met staalkern	4b	€6,80 per m ²	84,70%	0,70%
Reynaers CS 77 51x68mm	75 jaar	Aluminium (anodisatie)	2c	€ 2,92 per m ²	81,30%	0,70%
Reynaers CS 77 51x68mm	75 jaar	Aluminium (poedercoating)	3a	€ 3,70 per m ²	85,80%	0,50%
Passiefkozijnen						
Passiefkozijn.nl EHP	35 jaar	Lariks PEFC	1c	€ 1,65 per m ²	80,40%	1,00%
Passiefkozijn.nl EMP	35 jaar	Vuren PEFC	1c	€ 1,65 per m ²	80,40%	1,00%
Passiefkozijn.nl EMP Accoya	50 jaar	Vuren PEFC (geacetyleerd)	2b	€ 2,42 per m ²	93,10%	0,90%
Passiefkozijn.nl EBP	50 jaar	Meranti PEFC	2b	€ 2,36 per m ²	93,10%	0,90%
Hekonorm HF 310 85x114mm	75 jaar	Meranti PEFC /aluminium	2b/2c	€ 2,36 per m ²	93,1%/81,30%	0,90%/0,70%
Hekonorm KF 410 93x113mm	75 jaar	Kunststof/aluminium	4b/2c	€ 6,80 per m ²	84,70%/81,30%	0,70%/0,70%

Figuur 40. Selectietabel nieuw kozijn (deel 1)

In het bovenstaande figuur is in groen weergegeven welke kozijntypen worden geselecteerd aan de hand van de milieu impact. De kunststof kozijnen van PVC met staalkern worden niet geselecteerd doordat de schaduwkosten het hoogst zijn van de HR++-kozijnen. Deze kozijnen hebben ondanks een recyclingpercentage van 73,4% de laagste milieuklasse. Ook het aluminiumkozijn van Reynaers met poedercoating wordt vanwege de lage milieuklasse niet geselecteerd. Het aluminiumkozijn met geanodiseerde coating heeft een milieuklasse vergelijkbaar met de houten kozijnen dus is deze wel geselecteerd.

De samengestelde passiefkozijnen worden niet geselecteerd door diens milieuklassen en omdat de houten passiefkozijnen minder complex zijn met vergelijkbare uitvoering en schaduwkosten.

Kozijntypen/soorten	Levensduur (Nibe)	Materiaal	Glaslagen	Ugl (W/m ² K)	Ufr (W/m ² K)	Uw (W/m ² K)
HR++-kozijnen						
HEBO 67x114mm	50 jaar	Meranti FSC	2,00	1,10	1,62	1,35
WEBO 67x114mm	50 jaar	Grenen (geacetyleerd)	2,00	1,00	2,40	1,60
HEBO 82x115mm	40 jaar	PVC met staalkern	2,00	1,10	1,39	1,30
Schüco Corona CT 70	40 jaar	PVC met staalkern	2,00	1,10	1,40	1,30
Reynaers CS 77 51x68mm	75 jaar	Aluminium (anodatie)	2,00	1,00	2,00	1,65
Reynaers CS 77 51x68mm	75 jaar	Aluminium (poedercoating)	2,00	1,00	2,00	1,65
Passiefkozijnen						
Passiefkozijn.nl EHP	35 jaar	Lariks PEFC	3,00	0,60	0,92	0,79
Passiefkozijn.nl EMP	35 jaar	Vuren PEFC	3,00	0,60	0,95	0,80
Passiefkozijn.nl EMP Accoya	50 jaar	Vuren PEFC (geacetyleerd)	3,00	0,60	0,92	0,79
Passiefkozijn.nl EBP	50 jaar	Meranti PEFC	3,00	0,60	1,15	0,87
Hekonorm HF 310 85x114mm	75 jaar	Meranti PEFC /aluminium	3,00	-	-	0,62
Hekonorm KF 410 93x113mm	75 jaar	Kunststof/aluminium	3,00	-	-	0,62

Figuur 41. Selectietabel nieuw kozijn (deel 2)

Als materialisatie voor de HR++-kozijnen aan de hand van diens bouwfysische eigenschappen is er gekozen voor het merantikozijn van HEBO. Het geanodiseerde aluminium kozijn van Reynaers valt af door de hogere U_w-waarde in vergelijking met het houten HEBO-kozijn. Dit door de lage U_w-waarde, namelijk 1,35 W/m²K. Als materialisatie voor de passiefkozijnen is er gekozen voor het lariks kozijn en het geacetyleerde vuren houten kozijn. Dit vanwege de lagere U_w-waarden van 0,79 W/m²K.

	Versie: 2.0	Inbouw-	Inzet-	
Kozijntypen/soorten	Levensduur (Nibe)	methode	intensiteit	Toekomstige kozijnrenovatiepunten
HR++-kozijnen				
HEBO 67x114mm	50 jaar	Inmetstel	Middel	Opschuren verven, vervangen van tochtstrippen en glas
WEBO 67x114mm	50 jaar	Inmetstel	Middel	Opschuren verven, vervangen van tochtstrippen en glas
HEBO 82x115mm	40 jaar	Inmetstel	Middel	Vervangen van tochtstrippen en glas
Schüco Corona CT 70	40 jaar	Inmetstel	Middel	Vervangen van tochtstrippen en glas
Reynaers CS 77 51x68mm	75 jaar	Montage	Laag	Vervangen van tochtstrippen en glas
Reynaers CS 77 51x68mm	75 jaar	Montage	Laag	Vervangen van tochtstrippen en glas
Passiefkozijnen				
Passiefkozijn.nl EHP	35 jaar	Inmetstel	Middel	Opschuren verven, vervangen van tochtstrippen en glas
Passiefkozijn.nl EMP	35 jaar	Inmetstel	Middel	Opschuren verven, vervangen van tochtstrippen en glas
Passiefkozijn.nl EMP Accoya	50 jaar	Inmetstel	Middel	Opschuren verven, vervangen van tochtstrippen en glas
Passiefkozijn.nl EBP	50 jaar	Inmetstel	Middel	Opschuren verven, vervangen van tochtstrippen en glas
Hekonorm HF 310 85x114mm	75 jaar	Inmetstel	Middel	Opschuren verven, vervangen van tochtstrippen en glas
Hekonorm KF 410 93x113mm	75 jaar	Inmetstel	Middel	Vervangen van tochtstrippen en glas

Figuur 42. Selectietabel nieuw kozijn (deel 3)

Als definitieve materialisatie van HR++-kozijnen is het merantikozijn van HEBO nog steeds geselecteerd. HEBO-kozijnen worden geleverd als inmetstelkozijnen. Dit betekent dat de kozijnen geprefabriceerd in houtskeletbouwelementen kunnen worden geleverd op de bouwplaats. De kozijnen kunnen ook met diens stelkozijnen in het werk worden gemonteerd in de spouwmuur. Indien het kozijn in het werk wordt ingezet dient er rekening te worden gehouden met voegen en kierdichtingen rondom het stelkozijn.

Als definitieve materialisatie van passiefkozijnen is er gekozen voor het geacetylerde (accoya) vuren houten kozijn vanwege de levensduur. De inbouwmethode en inzetintensiteit zijn voor het larikshouten kozijn (EHP) en het accoya vuren kozijn (EMP Accoya) hetzelfde. In renovatieproject is de levensduurverlenging afhankelijk van de eisen van de opdrachtgever. Bij een levensduurverlenging van twintig tot dertig jaar zou het larikshouten passiefkozijn aan te raden zijn. Echter er wordt getoetst op nieuwbouweisen conform NEN-EN 1990 en voor de ontwerp levensduur van een nieuwe woning wordt vijftig jaar aangehouden

4.6 Selectie referentiewoning

Tabel 5.3f Overzicht woningen onderzocht energielabel D (bouwmethoden)



Adres: Achterdonk 26 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1988, grondgebonden
Voorlopig energielabel: D



Adres: Cole Porterstraat 242 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1987, grondgebonden
Voorlopig energielabel: D

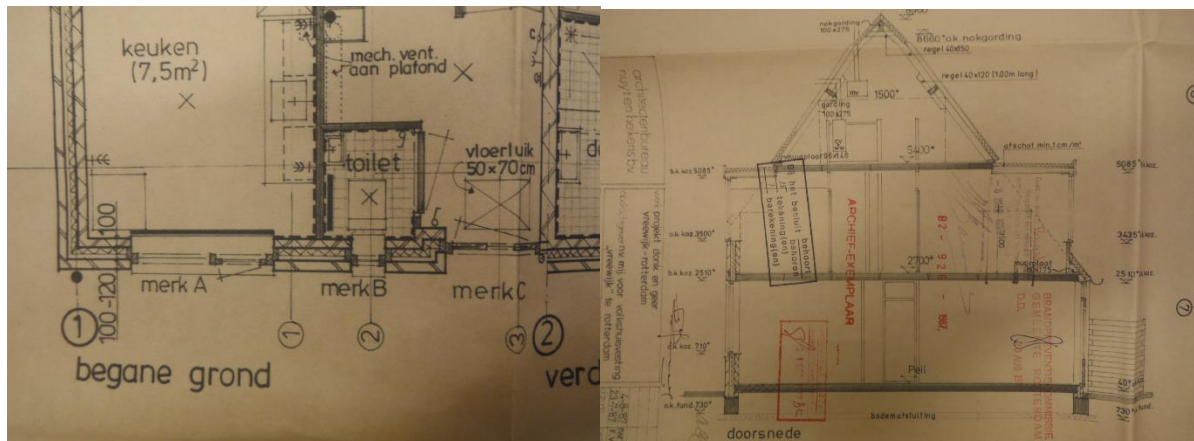


Adres: De Vliegerstraat 5-51 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1988, appartement
Voorlopig energielabel: D



Adres: Voorhaven 119 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1988, grondgebonden
Voorlopig energielabel: D

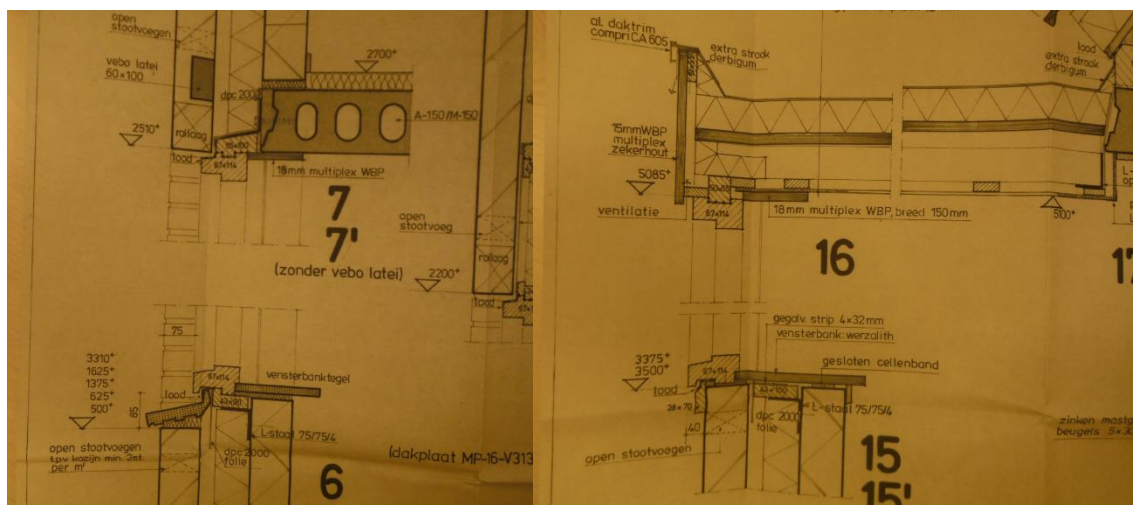
Bouwtechnische analyse Achterdonk 60, te Rotterdam 1988 (D)



Figuur 43. Plattegronden en doorsneden bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

De woningen van Achterdonk 60 zijn gebouwd door middel van een stapelbouwsysteem. De woningen zijn op palen gefundeerd en hebben systeemvloeren. De spouwmuren bestaan uit 100mm metselwerk, 40mm spouw, 80mm glaswol- of steenwolisolatie en 100mm kalkzandsteen. De woningscheidende wanden zijn opgebouwd uit 230mm kalkzandsteen en de binnenbladen van de kopgevels uit 120mm kalkzandsteen.

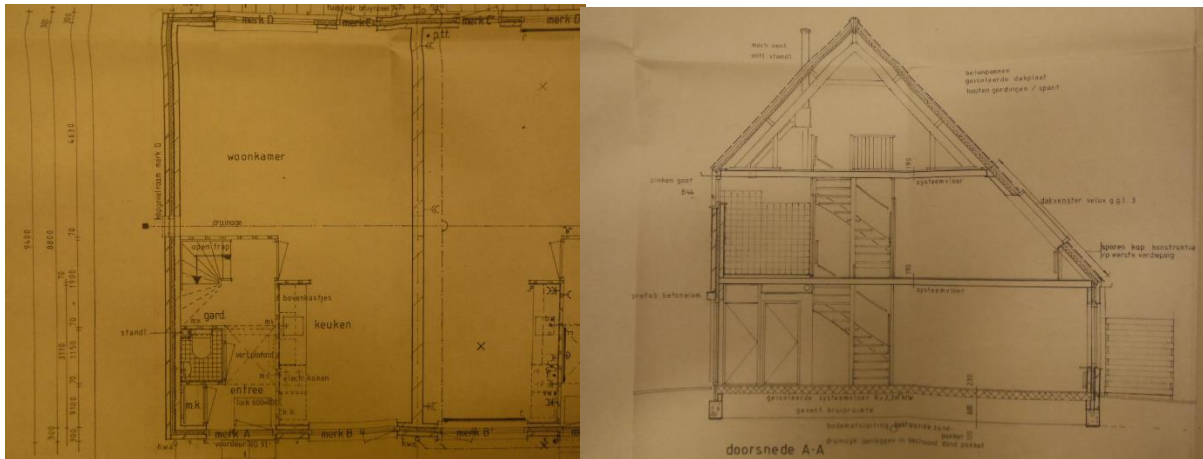
Het dak bestaat uit een gordingkap met isolatiemateriaal bovenop het dakbeschot. Het dak is afgewerkt met betonnen dakpannen.



Figuur 44. Details kozijnen en bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

Relevant voor de bouwtechnische uitvoering en het stappenplan voor het verwijderen van de oude kozijnen, wordt de inbouwmethode van deze kozijnen geanalyseerd. Op de eerste bouwlaag worden de dorpels van de kozijnen met een hoekstaal en stelkozijn aan het binnenblad bevestigd. Op de tweede bouwlaag onder het platte dak worden kozijnen zonder negge aan het buitenblad bevestigd en door middel van een koppelanker verbonden aan een stelkozijn met hoekstaal. De kozijnen op de tweede bouwlaag worden met diens stelkozijn en bovendorpels aan de onderzijde aan de platdakbalken bevestigd. Beide bouwlagen verwerken de zijstijlen met stelkozijn in de spouw en met een hoekstaal aan het binnenblad.

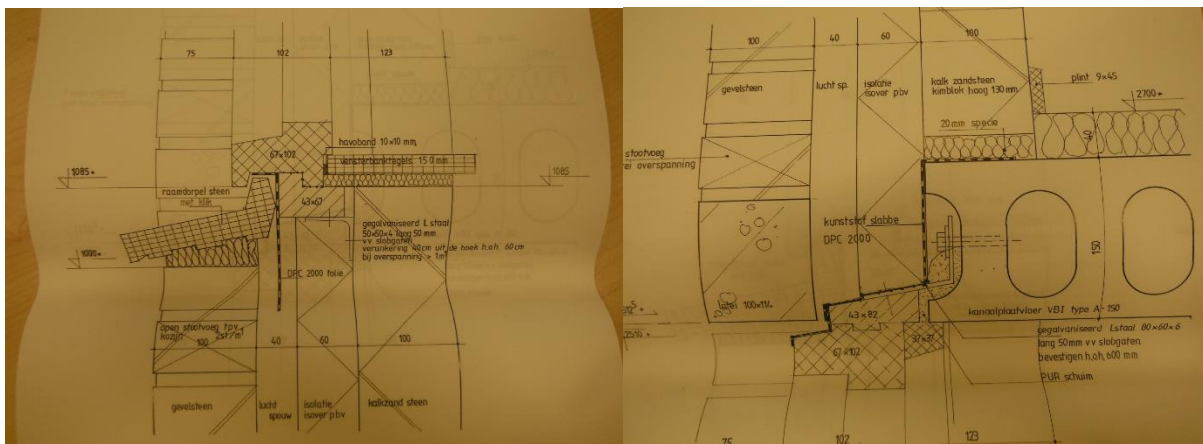
Bouwtechnische analyse Cole Porterstraat 242, te Rotterdam 1987 (D)



Figuur 45. Plattegrond en doorsnede bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

Deze grondgebonden woning is gebouwd met een stapelbouwmethode. De woning is gefundeerd op een betonnen paalfundering. Alle binnenbladen zijn als dragend uitgevoerd met kalkzandsteen en de vloeren zijn betonnen kanaalplaatvloeren. Er zijn geïsoleerde spouwmuren toegepast waarbij er 100mm metselwerk als buitenblad is toegepast, 40mm spouw, 60mm minerale wol en 100mm kalkzandsteenmetselwerk. De woningscheidende wanden zijn 230mm dik.

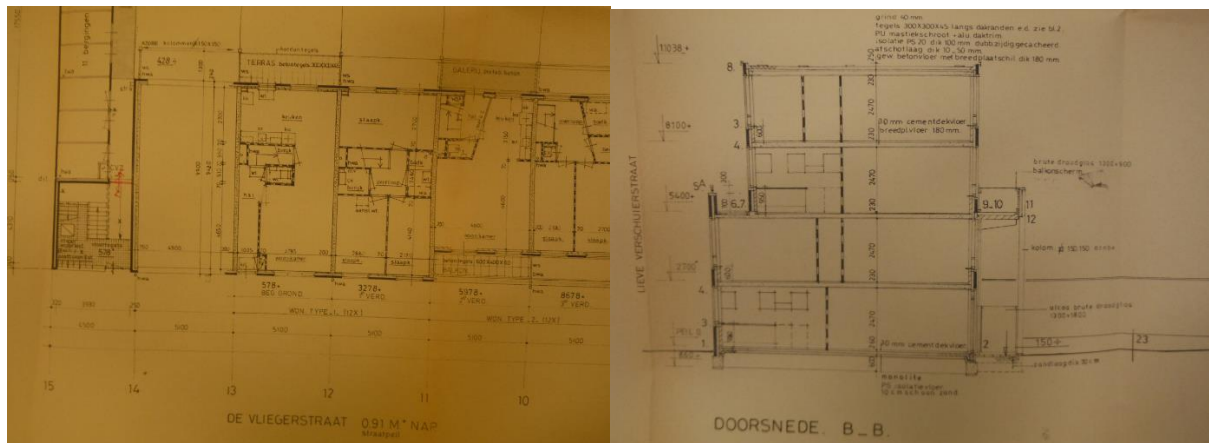
Het dak is opgebouwd met een houten gordingenkap over houten spanten. Aan de bovenzijde van het dakbeschot is PUR-isolatie toegepast.



Figuur 46. Details kozijnen en bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

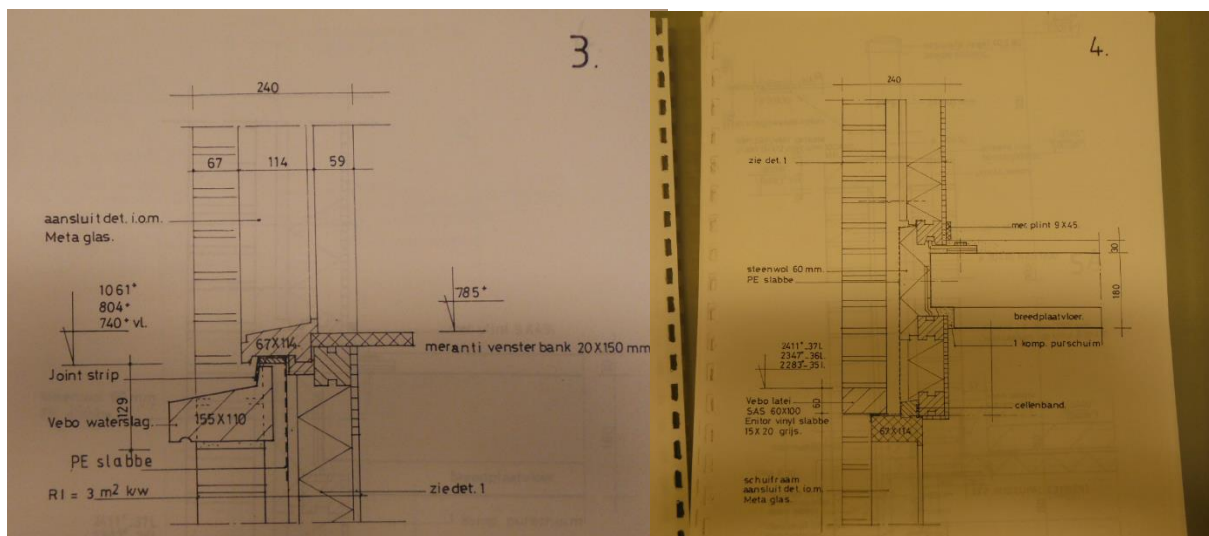
De gevelkozijnen, die voor de bouwtechnische uitwerking moeten worden verwijderd, zijn aan de onderzijde door middel van een stelkozijn en een hoekstaal aan het kalkzandsteen binnenblad bevestigd. Aan de bovenzijde is de methode hetzelfde ook al verschilt de uitvoering. Het stelkozijn heeft een andere vorm in verband met waterafvoer en de bevestiging vindt plaats door middel van een hoekstaal aan beton.

Bouwtechnische analyse De Vliegerstraat 5-51, te Rotterdam 1988 (D)



Figuur 47. Plattegrond en doorsnede bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

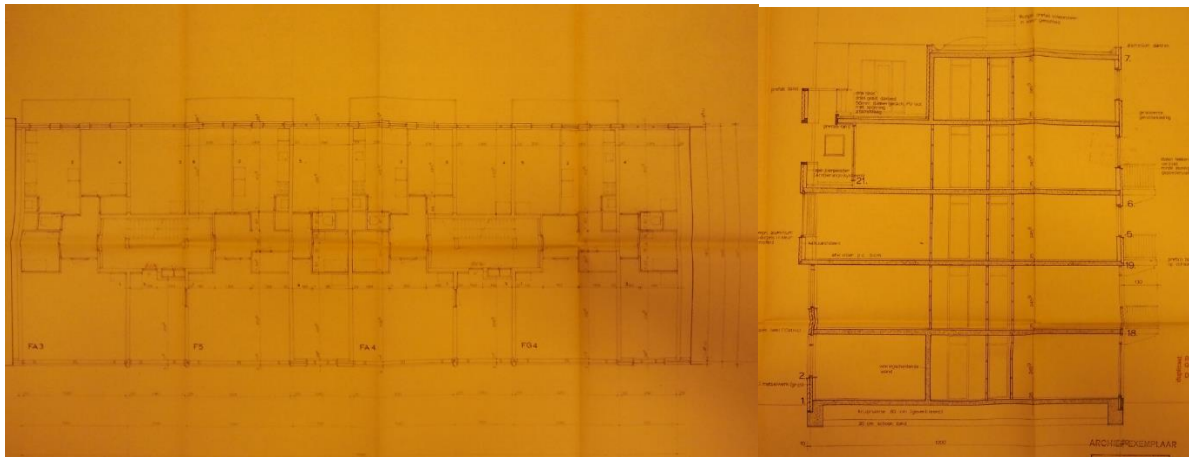
De portiekwoningen op de De Vliegerstraat zijn gebouwd met een geprefabriceerd betonnen casco. De woningen zijn gefundeerd op een betonnen paalfundering, de begane grondvloer geïsoleerde ribbevloer en de verdiepingsvloeren zijn breedplaten. De dragende woningscheidende wanden zijn van beton. De spouwmuren bestaan uit 100mm metselwerk, 40mm spouw, 60mm isolatiemateriaal en 100mm kalkzandsteen als klamp.



Figuur 48. Details kozijnen en bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

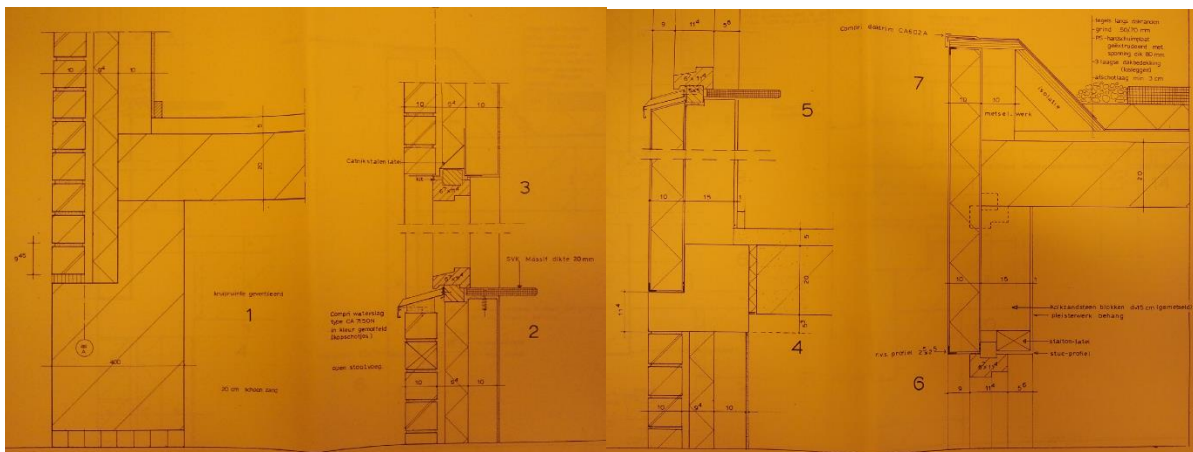
Ter plaatse van gevelkozijnen is er geen gebruik gemaakt van een kalkzandstenen binnenblad, maar van een houtskeletelement. Dit houtskeletelement is aan de onderzijde met de betonnen vloer bevestigd door middel van een stelanker in de zandcementvloer. Aan de bovenzijde is deze ook aan de breedplaatvloer bevestigd. De zijkanten zijn door middel van een stelkozijn aan het kalkzandstenen binnenblad of de betonnen woningscheidende wand verbonden.

Bouwtechnische analyse Voorhaven 119, te Rotterdam 1988 (D)



Figuur 49. Plattegrond en doorsnede bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

Voorhaven 119 is gebouwd met gietbouw, naden kenmerkend voor prefabricage zijn afwezig. De paalfundering, de vloeren en het dak zijn in het werk gestort. De spouwmuur tot bouwlaag twee heeft 100mm metselwerk, 24mm spouw, 70mm isolatiemateriaal en 100mm kalkzandsteen. De spouwmuur vanaf bouwlaag drie heeft 100mm PS-hardschuim met pleisterwerk en 150mm kalkzandsteen.



Figuur 50. Details kozijnen en bouwmethoden (Stadsarchief Rotterdam, oktober 2016)

Tot bouwlaag twee zijn de gevelkozijnen op een vergelijkbare wijze aan het binnenblad gemonteerd als de Cole Porterstraat. Een stelkozijn is zichtbaar getekend, echter een hoekstaal of een ander verbindingselement is niet getekend. Door de gelijkvormige opbouw van de spouwmuur in vergelijking met de Cole Porterstraat is het aannemelijk dat er hoekankers of stalen zijn toegepast om de stelkozijnen met het binnenblad te verbinden.

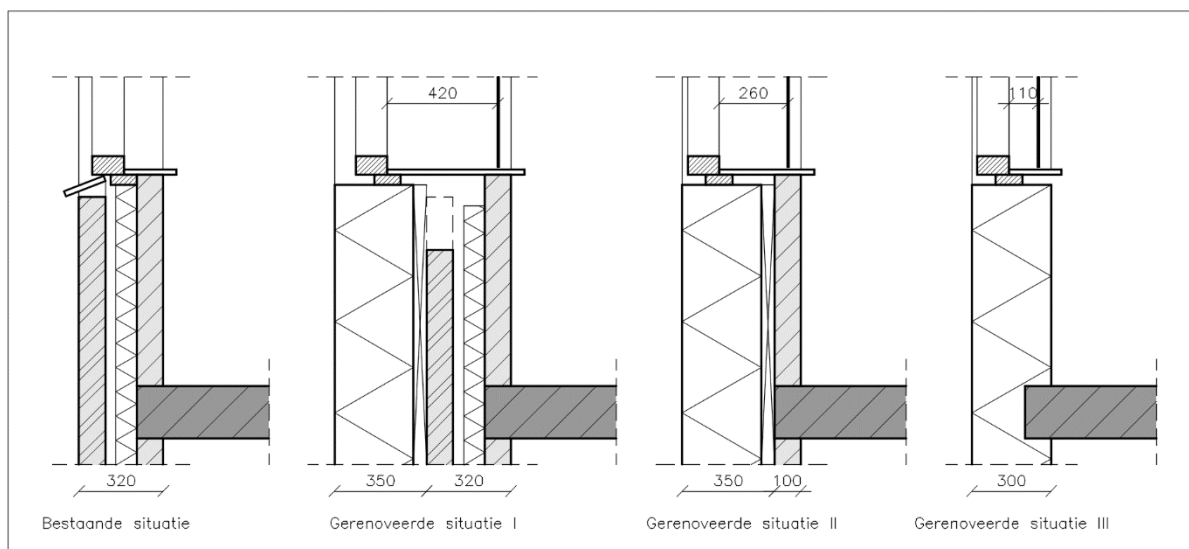
Boven bouwlaag twee wordt het stelkozijn aan de onderzijde verwerkt in het kalkzandsteen. Aan de bovenzijde wordt het stelkozijn met de staltonlaten verbonden, mogelijk door middel van hoekankers of –stalen. Door het gewicht van het kozijn is het mogelijk dat de onderzijde zonder enige bevestigingsmiddelen is toegepast en op diens plaats worden gehouden door de vensterbank.

Tabel 5.3g Samenvatting resultaten bouwmethode energielabels D

Adres	Buitenblad	Spouw	Binnenblad	Sloopintensiteit	Inzetintensiteit
<i>Achterdonk</i>	Metselwerk	x	Kalkzandsteen	Hoog	Middel
	Metselwerk	x	Kalkzandsteen	Middel	Middel
<i>Porterstraat</i>	Metselwerk	x	Kalkzandsteen	Hoog	Middel
		-			
<i>Vliegerstraat</i>	Metselwerk	x	Kalkzandsteen	Hoog	Middel
	Metselwerk	x	HSB	Hoog	Middel
<i>Voorhaven</i>	Metselwerk	x	Kalkzandsteen	Hoog	Middel
	Pleisterwerk	-	Kalkzandsteen	Middel	Middel

De opbouw van de spouwmuren zijn vergelijkbaar. Allen hebben een kalkzandsteen binnenblad, een geïsoleerde spouw en een gemetseld buitenblad. De gevelopbouw van Voorhaven verschilt vanaf bouwlaag drie. Dit doordat er in plaats van een spouw met buitenblad is toegepast, is er een pleisterafwerking op hardschuimisolatie toegepast. De Vliegerstraat heeft ter plaatse van gevelkozijnen verdiepingshoge houtskeletelementen toegepast die aan het kalkzandsteen binnenblad zijn bevestigd.

Doordat de spouwmuuropbouw met metselwerk, geïsoleerde spouw en kalkzandsteen in elk van de bovenstaande adressen voorkomt met soortgelijke kozijnaansluitingen, wordt de nulsituatie omgebouwd met deze gevelopbouw. Het adres van Achterdonk 60 wordt als referentie gebruikt voor de bouwtechnische uitvoering van de renovatie en daarmee de bouwfysische berekeningen.



Figuur 51. Schets renovatiemethoden voor buitenbladrenovatie

Er is in 4.2 beschreven hoe het vitrinekozijn bouwtechnisch moet worden ingezet, maar niet hoe de referentiewoning zal worden gerenoveerd. Dit wordt behandeld voordat er bouwfysische berekeningen worden gemaakt omdat de opbouw van de gevel invloed heeft op de bufferruimten die gebruikt zullen worden. In het bovenstaande figuur zijn drie methoden geschetst hoe Achterdonk 26 gerenoveerd kan worden.

Het renoveren aan zowel het buitenblad als het binnenblad geeft bouwfysisch kritieke aandachtspunten met oog op dampspanning en condensatie. Door de meerdere aandachtspunten voor een buitenbladrenovatie wordt deze methode voor het deelonderzoek Bouwtechniek toegelicht in verband met vochtberekeningen in deelonderzoek Bouwfysica.

De aandachtspunten voor het renoveren aan het buitenblad ontstaan doordat er besloten moet worden of de bestaande gemetselde gevel blijft met diens geïsoleerde spouw of dat tot hoeverre deze wordt verwijderd. Dit bepaald of de bestaande gevel gesloopt wordt en de nieuwe isolerende gevel tegen het binnenblad komt of dat het buitenblad wordt behouden en de nieuwe gevel tegen het metselwerk aankomt. De volgende aandachtspunten zijn doorslaggevend:

- Damptransport door de gevel;
- Verwerken van sloopafval.

In spouwmuren is het aan te raden dat enig damp niet in de constructie gaat condenseren waardoor de bouwmaterialen beschadigd raken en daarmee de isolerende waarde van de gevel verlaagd of dat zelfs schimmelvorming als gevolg heeft. Het damptransport dient van het binnenklimaat naar het buitenklimaat te vloeien. Dit betekent dat de bouwmaterialen van binnen naar buiten steeds dampopener moeten zijn in verband met dampspanningen. Indien dit niet het geval is, moet de spouwmuur dampremmend zijn uitgevoerd zodat er geen waterdamp in de spouwmuur kan komen.

Tabel 5.3h Overzicht voor-en nadelen renovatiesituaties

	Voordelen	Nadelen
<i>Renovatiesituatie I</i>	Sloopwerkzaamheden minimaal	Aanpassen fundering vereist Mogelijkheid damptransportrisico Spouwmuur 650-700mm
<i>Renovatiesituatie II</i>	Damptransportrisico minimaal Geen aanpassing fundering Carcinogene materialen worden verwijderd	Sloopwerkzaamheden vereist
<i>Renovatiesituatie III</i>	Damptransportrisico minimaal Geen aanpassing fundering Carcinogene materialen worden verwijderd	Bufferafstand vitrinekozijn minimaal Sloopwerkzaamheden vereist

In de eerste renovatiesituatie (zie boven) wordt deze spouw afgesloten door de nieuwe gevel. De waterdamp kan niet weg doordat het baksteen minder dampopen is dan de bestaande isolatie. De voegen zijn meer dampopen, maar uiteindelijk zal vocht ophopen in de oude spouw. Dit betekent dat de hele spouwmuur dampremmend moet worden uitgevoerd. Dit heeft als gevolg dat de nieuwe spouwmuur, door het behouden van het bestaande buitenblad, een dikte van ongeveer 650-700mm krijgt. De fundering moet zodanig worden aangepast dat het gevelelement kan worden gefundeerd. Het bestaande metselwerk alleen kan zo'n dergelijk element niet dragen. Als laatste kan een dergelijke dikte van een spouwmuur esthetisch ongewenst zijn.

In de tweede renovatiesituatie wordt het buitenblad met isolatie verwijderd en in de plaats daarvan wordt een isolerend gevelelement geplaatst. Zolang de nieuwe gevel meer dampopen is dan het kalkzandsteen, is hier geen sprake van een damptransportrisico. Echter door het slopen van het buitenblad komt er afval vrij die voornamelijk laagwaardig wordt gerecycled. Dit voornamelijk in de vorm van bakstenen die als granulaat voor beton en gravel worden gebruikt. Alleen wordt de vraag naar grondstoffen voor nieuwe bakstenen niet verlaagd. Methoden die voor een hoogwaardige recycling of hergebruik kunnen zorgen zijn het opbakken van metselwerk¹⁴ en het gebruiken van keramisch afval als grondstof voor nieuwe bakstenen (Stronecycling®).

In de derde renovatiesituatie is de mogelijkheid weergegeven waarbij de gehele spouwmuur wordt vervangen. Zodra de buitengevel wordt gesloopt in situatie twee, is het aannemelijk dat dit voor het bestaande kalkzandstenen binnenblad ook kan gelden. Kalkzandsteen wordt nu al geproduceerd met een bepaald percentage aan gerecycled kalkzandsteen. Het enige nadeel van deze situatie is dat de ruimte tussen het oude kozijn en de vitrinedeur dusdanig smal wordt. Dit kan nadelig zijn voor de warmtestroom in de bufferruimte.

In de bouwfysische berekeningen zal de tweede renovatiesituatie worden gebruikt. Deze situatie heeft de meest gunstige bouwtechnische en bouwfysische eigenschappen. Situatie één heeft nadelige eigenschappen voor de damptransport door de gevel en de gevel wordt aanzienlijk dik in vergelijking met de andere situaties. Situatie drie wordt niet gebruikt omdat het verwijderen van het binnenblad extra sloopkosten en –arbeidsuren als gevolg heeft. Doordat het binnenblad behouden blijft in de tweede situatie, kan deze worden gebruikt voor een extra stabiliteitsfunctie voor het nieuwe isolerende gevelelement.

¹⁴Graad, A van der (januari 2004). "Metselwerk opbakken bij 540 graden". Geraadpleegd oktober 2016.

4.7 Selectie bouwmaterialen

Bouwonderdeel	Levensduur (Nibe)	Materiaal	Milieuklasse	Schaduwkosten
Constructiebeplating hsb-element				
Multiplex	25 jaar	Vuren hout FSC/PEFC, gelijmd	3b	€ 2,85
OSB	25 jaar	Afval uit houtproductie FSC/PEFC, gelijmd	3c	€ 3,46
ECOBoard Standard	30 jaar **	Landbouwfal, lijmlaag	2b	€ 2,70
* Biobased				
** Biobased en Cradle to Cradle				

Figuur 52. Selectietabel constructiebeplating houten constructie

In het bovenstaande figuur zijn de onderzochte plaatmaterialen voor het houtskeletelement onderzocht op milieu impact. De beplatingmaterialen die zijn gekozen, kunnen een houtskeletelement dragend maken. Dit is nodig doordat er twee of meerdere bouwlagen een nieuwe gevel ontvangen en het element kan diens belasting niet rechtstreeks afdragen aan de verdiepingsvloer door het behouden binnenblad. Dit creëert een momentkracht die de verdiepingsvloer mogelijk niet aankan omdat deze hier niet op berekenend is. In het deelonderzoek naar bouwtechniek wordt hier dieper op ingegaan of dit element uiteindelijk dragend of niet-dragend zal worden uitgevoerd. Nu wordt er rekening gehouden met een plaatdikte van 15mm.

In de selectie voor plaatmaterialen vervalt het multiplex en OSB. Ondanks de toepassing van hout uit duurzame bosbouw of afvalhout, is er een chemische lijm toegepast die ervoor zorgt dat de beplatingen niet biobased zijn. Het ECOBoard wordt gemaakt van landbouwfal en de chemische lijm is vervangen door lignine (houtteigen hars). Het product is gecertificeerd met soortgelijke eigenschappen als multiplex en voldoet aan de producteisen van circulariteit doordat dit product gebruikt maakt van afval en kan worden teruggevoerd in de biosfeer.

Bouwonderdeel	Levensduur (Nibe)	Materiaal	Milieuklasse	Schaduwkosten
Isolatie hsb-element				
Kingspan Unidek EPS	75 jaar	EPS (0,035 W/mK)	2b	€ 1,80
Isobouw Biofoam	75 jaar **	Biopolymeren EPS (0,035 W/mK)	1c	€ 1,29
Recticel Eurowall 21	75 jaar	Polyurethaan (0,023 W/mK)	2b	€ 1,97
Kingspan Kooltherm K8	75 jaar	Resolschuim (0,020 W/mK)	2b	€ 1,99
Rockfit 433 HP	75 jaar	Steenwol (0,035 W/mK)	1a	€ 0,91
Isover Mupan isolatiedeken	75 jaar	Glaswol (0,035 W/mK)	1b	€ 1,05
Qualy Cork	75 jaar *	Kurk, geëxpandeerd (0,040 W/mK)	4a	€ 5,05
Warmteplan Isofloc	30 jaar	Papierafval (0,039 W/mK)	3a	€ 2,86
Warmteplan HolzFlex	40 jaar *	Houtafval FSC/PEFC (0,038 W/mK)	2c	€ 2,22
Isovlas vlaswol PL	40 jaar *	Vlaswol (0,038 W/mK)	3a	€ 2,54
Doschawol Doschatherm-T	75 jaar *	Schapenwol (0,035 W/mK)	6b	€ 18,04
* Biobased				
** Biobased en Cradle to Cradle				

Figuur 53. Selectietabel isolatie houten constructie

Het houtskeletelement heeft twee isolatielagen, namelijk een isolatielaag binnenin het element en een isolatielaag in de nieuwe spouw. Dit zodat warmteoverdracht via de gevel wordt verkleind. Bij hoogwaardig isoleren van een gevel heeft hout een aanzienlijk lagere warmteweerstand dan de isolatie. Dit zorgt ervoor dat er meer warmte verloren gaat via het hout dan bij de isolatie. Door spouwisolatie toe te passen staat het hout niet in contact met het buitenklimaat en gaat er minder warmte via het hout verloren. Het isolatiemateriaal binnenin het houtskeletelement hoeft niet waterbestendig te zijn doordat deze niet in contact komt met water in de vorm van doordringende waterdruppels, zoals in de spouw. De isolatie in de spouw moet waterkerend of –bestendig zijn. De isolatiematerialen van EPS tot en met glaswol zijn waterbestendig. Hierna zijn alleen isolatiematerialen toegevoegd die alleen binnenin het houtskeletelement kunnen worden verwerkt.

Voor de isolatie aan de binnenzijde van het gevelelement wordt er direct gezocht naar biobased materialen waardoor biofoam-, papier- (cellulose), kurk-, houtvezel-, vlas- en schapenwolisolatie naar voren komen. Het papierisolatie valt af doordat deze niet biobased is doordat er kranten en ander papierafval wordt gebruikt voor de productie. Dit papierafval heeft inktproducten die niet biobased zijn. Het schapenwol en kurkisolatie vallen af door de grote milieu impact in vergelijking met andere isolatiematerialen. Het biofoam valt af doordat deze niet uit zonder enige hulp door de biosfeer kan worden verwerkt. Deze isolatie moet met diens vergelijkbare eigenschappen als EPS door de technosfeer composteerbaar worden gemaakt.

Voor de isolatie aan de binnenzijde wordt er gekozen voor houtvezelisolatie. Dit omdat deze een lagere milieu impact heeft dan vlaswol. De houtvezelisolatie kan na het verlopen van de technische levensduur worden teruggevoerd in de biosfeer om als voedingsstof te dienen voor de duurzaam beheerde bossen voor houtkap. Hierdoor past het materiaal in de visie van de circulaire economie.

Voor de isolatie aan de buitenzijde wordt biofoamisolatie toegepast. Dit omdat EPS, resolschuim en PUR een hogere milieu impact heeft dan glaswol, biofoam en steenwol. Alle drie de isolatiematerialen hebben dezelfde levensduur, warmtedoorgangscoefficiënt en milieuklasse. Ook moeten allen in de technosfeer worden verwerkt voor recycling en verlaging voor de vraag naar grondstoffen. Glas- en steenwol worden niet geselecteerd omdat deze anorganisch en niet composteerbaar zijn.

Bouwonderdeel	Levensduur (Nibe)	Materiaal	Milieuklasse	Schaduwkosten
Gevelbekleding				
Eiken delen	30 jaar **	Eikenhout FSC/PEFC	1a	€ 1,24
Vuren delen (platothout)	30 jaar **	Vuren hout FSC/PEFC, thermisch behandeld	2b	€ 2,70
Multiplex okoumé	30 jaar	Vuren hout FSC/PEFC, alkydverf	2c	€ 3,22
Lariks delen	15 jaar **	Larikhout FSC/PEFC, onbewerkt	3a	€ 3,90
HPL-plaat	25 jaar	Houtvezels FSC/PEFC, gelijmd	3b	€ 4,40
Western red cedar	60 jaar **	Western red cedar FSC/PEFC	3b	€ 4,48
Meranti delen	40 jaar **	Meranti FSC/PEFC, onbewerkt	3c	€ 4,93
Staal, trapezium	30 jaar	Staal, gecoat	2c	€ 3,36
Aluminium, profiel	40 jaar	Aluminium, gecoat	5a	€ 12,06
Koper, felsprofiel	100 jaar	Koper, onbewerkt	>7c	€ 63,57
* Biobased				
** Biobased en Cradle to Cradle				

Figuur 54. Selectietabel gevelbekleding houten constructie

Afgaand op milieu impact valt een gevelbekleding met koper of aluminium meteen af. Als de metalen profielen van gerecycled aluminium of koper gemaakt zijn, dan zou de milieu impact lager uitvallen. Deze optie is niet verder toegelicht door Nibe. De lariksdelen en HPL-plaat vallen af doordat de levensduur voor renovatie en nieuwbouw korter is dan dertig tot vijftig jaar. Multiplex okoumé valt af doordat deze een chemische top laag heeft die het materiaal niet-biobased maakt en door het gebruik van een chemische lijm. De overige gevelafwerkingen zijn allen houtachtig op de stalen trapeziumplaten na. Elk zou geschikt zijn voor een onbewerkte gevelafwerking met de lagere milieu impact.

Als gevelafwerking voor de bouwfysische berekeningen worden de Western red cedar delen geselecteerd. Dit doordat deze houtsoort in onbewerkte conditie een gebouwsleven meegaat. Deze houtsoort is afkomstig uit duurzame bosbouw in Groot-Brittannië, Nieuw Zeeland of Noord-Amerika. Houtsoorten met een lagere levensduur moeten bewerkt worden door impregnatie, thermische behandelingen of verflagen. In voorgaande selecties is geselecteerd op onbewerkte materialen voor nieuwbouw met levensduur rond vijftig jaar, dus dit wordt hier doorgezet.

5. Conclusie

TNO heeft in diens onderzoeksrapport, genaamd “*vervangende nieuwbouw*”, onderzocht of met de renovatie- en nieuwbouwscenario's van het Planbureau voor Leefomgeving, het Energieakkoord zal worden behaald. Het rapport stelt dat woningen met de energielabels E, F en G vervangen moeten worden door nieuwbouw. Dit betekent dat woningen vóór 1983 gesloopt zullen worden. Hiervan komen de kozijnen vrij die gebruikt worden in de bouwfysische berekeningen van het vitrinekozijn.

Van de oude kozijnen vóór 1983 zijn geen bouwfysische en materialisatiegegevens aangetroffen in het Stadsarchief Rotterdam. De oude kozijnen met dubbelglas hebben elk een merantikozijn. Kozijnen met enkelglas hebben grenen kozijnen. Voor de bouwfysische berekeningen heeft het hergebruikte kozijn een U_w -waarde van $2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$. Voor de bouwtechnische uitwerking wordt de kozijnmaatvoering van Dempostraat 63 aangehouden omdat dit adres naar binnen draaiende vleugels heeft met maatvoering. De nieuwe kozijnen hebben enkel een naar binnendraaiende uitvoeringen.

Voor het nieuwe kozijn met HR++-beglazing is het kozijn van HEBO gekozen. Dit doordat deze de laagste U_w -waarde van $1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ heeft. Dit is een inmetselkozijn van meranti FSC. Voor het nieuwe passiefkozijn is er gekozen voor een geacetyleerd vuren houten kozijn (EMP) van Passiefkozijn.nl. Dit vanwege de lage complexiteit van de kozijnuitvoering in vergelijking met Hekonorm en de lagere U_w -waarde van $0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vanwege de technische levensduur die Nibe geeft voor geacetyleerd hout is dit kozijn aan te raden voor nieuwbouw en larikshout voor renovatieprojecten indien er geen oude kozijnen beschikbaar zijn.

Voor de bouwmethode die gebruikt zal worden voor de bouwfysische berekeningen en bouwtechnische uitwerkingen is de woning van Achterdonk 60 als referentie genomen. Vier woningen, waarvan twee grondgebonden en twee gestapeld, hadden vergelijkbare spouwmuren en bouwsystemen. Elk een steenachtig binnenblad, een geïsoleerde spouw en een gemetseld buitenblad. Achterdonk 60 heeft een spouwmuur met een binnenblad van 100mm, een spouw van 40mm met 80mm steenwol- of glaswolisolatie en een buitenblad van 100mm. Bij een buitenbladrenovatie wordt alleen het kalkzandsteen behouden in verband met dampspanningen.

De nieuwe gevel voor in renovatiesituatie twee bestaat uit een geïsoleerd houtskeletelement met een gevel. De nieuwe gevel wordt in houtskeletbouw uitgevoerd om de kans enig extra gewicht in vergelijking met de bestaande situatie zo klein mogelijk te houden. Houtskeletbouw heeft een lagere milieu impact dan steenachtige bouwsystemen doordat hout hernieuwbaar is. Tevens zorgt geprefabriceerde houtskeletbouw voor een kortere bouw- of renovatietijd.

De spouw- en stellatten worden van vuren hout gemaakt. De beplating van het element wordt van ECOBoard Standard gemaakt met een dikte van 15mm omdat het houtskeletelement mogelijk dragend moet worden uitgevoerd. Voor de isolatie binnenin het element wordt houtvezelisolatie gebruikt en de spouwisolatie wordt biofoam. De nieuwe gevel wordt afgewerkt met Western red cedar.. Deze houtsoort is de enige in de selectie die een levensduur rond de vijftig jaar heeft zonder bewerkingen. Doordat western red cedar afkomstig is van Noord-Amerika, Nieuw Zeeland en Groot-Brittannië, wordt de houtsoort als aanvaardbaar geacht door Nibe. Dit doordat de voorgaande selecties zo min mogelijk bewerkingen hebben en voor nieuwbouw worden gekozen. Andere houtsoorten die een lagere levensduur hebben, zouden door middel van biobased verf- en beitsmiddelen een verhoogde levensduur krijgen.

Bijlage I Bibliografie

Bouwbesluit 2012. (bijgewerkt in 2015, november 24). Opgehaald van BRIS bouwbesluitonline: <http://www.bouwbesluitonline.nl/>

Dr. ir. Priemus, H., & Ir. Elk, R. v. (1971). *Niet traditionele woningbouwmethoden in Nederland*. Research-Instituut voor de Woningbouw, Delft: Samson Uitgeverij nv Alphen a/d Rijn.

Duyl, J. (2009, april 14). *De oliecrisis van 1973*. Opgehaald van www.kunst-en-cultuur.infonu.nl: <http://kunst-en-cultuur.infonu.nl/geschiedenis/34995-de-oliecrisis-van-1973.html>

Energielabel.nl. (Onbekend). *Energielabel woningen*. Opgehaald van Energielabel .nl: <https://www.energielabel.nl/woningen>

Graaf, A. v. (2004, januari). *Metselwerk opbakken bij 540 graden*. Opgehaald van www.tudelft.nl: http://www.tudelft.nl/fileadmin/UD/MenC/Support/Internet/TU_Website/TU_Delft_portal/Actueel/Magazines/Delft_Integraal/archief/2004_DI/2004-1/doc/DI2004-1-Metselwerk.pdf

Isolatieglas selecteren, situeren en monteren - 006. (pre 2013). Opgehaald van SBRCURnet: <http://www.sbrcurnet.nl/producten/infobladen/isolatieglas-selecteren-situeren-en-monteren>

Kadaster. (z.d.). *WOZ-waarde*. Opgehaald van www.kadaster.nl: <https://www.kadaster.nl/woz-waarde>

Koudebruggen; inventarisatie en kritische plaatsen - 064. (pre 2013). Opgehaald van SBRCURnet: <http://www.sbrcurnet.nl/producten/infobladen/koudebruggen-inventarisatie-van-kritische-plaatsen>

Maatman, S. (2011, januari 28). *Financiële haalbaarheid van energetische maatregelen bij sociale huurwoningen*. Opgehaald van HBO-kennisbank: www.hbo-kennisbank.nl

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2015, mei). *Nul op de meter, ervaringen van vernieuwers in de woningbouw*. Opgehaald van www.rvo.nl: https://www.rvo.nl/sites/default/files/Nul%20op%20de%20Meter_A4_Brochure.pdf

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (DGMR). (2012). *Handboek gemeenten Energie prestatie gebouwen*. Agentschap NL.

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2012). *Toelichting op energie*. Opgehaald van Rijksoverheid: www.rijksoverheid.nl

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2016, april). *Cijfers over wonen en bouwen 2016*. Opgehaald van Rijksoverheid: www.rijksoverheid.nl

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2016, juni 2). *Circulaire aanpassingen woningwaarderingssysteem*. Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjEl8qtqJHPAhUCBBoKHVYJCREQFggzMAI&url=https%3A%2F%2Fwww.rijksoverheid.nl%2Fbinaries%2Frijksoverheid%2Fdocumenten%2Fcirculaires%2F2016%2F06%2F03%2Fcirculaire-aanpassin>

- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016, september). *Nederland circulair in 2050*. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl:
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/09/14/circulaire-economie>
- MVO Nederland. (z.d.). *Circulaire economie*. Opgehaald van www.mvonederland.nl:
<http://mvonederland.nl/dossier/wat-de-circulaire-economie-0>
- Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging (NVBV). (2011). *Ontwerprichtlijnen ter voorkoming van koudeval*. Opgehaald van www.nvbv.org: http://www.nvbv.org/wp-content/uploads/2011/12/08_13_Timmers_c3.pdf
- Nederlandse Bond van Timmerfabrieken. (2001). *500 jaar houten kozijnen*. Amsterdam: Het Houtblad Almere.
- Nederlandse Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie. (2016, oktober). *Milieuclassificaties*. Opgehaald van www.nibe.info.nl: <http://www.nibe.info.nl/members>
- Planbureau voor de Leefomgeving. (2014). *Op weg naar een klimaatneutrale woningvoorraad in 2050*. Opgehaald van www.pbl.nl: http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2014-op-weg-naar-een-klimaatneutrale-woningvoorraad-in-2050_738.pdf
- Stichting Probos. (2009, november). *Houtsoorten voor de Woningbouw, Utiliteitsbouw en Grond-, Weg- en Waterbouw*. Opgehaald van www.houtdatabase.nl:
http://www.houtdatabase.nl/infobladen/infoblad_houtsoortenkeuze_versus_toepassing.pdf
- TNO 2015 R10515. (2015, juni 17). *Vervangende nieuwbouw*. Opgehaald van
https://www.tno.nl/media/6146/rapport_vervangende-_nieuwbouw_tno_2015_r10515.pdf
- TNO. (2015, september 24). *TNO: duurzame vervangende nieuwbouw effectiever dan renovatie*. Opgehaald van LenteAkkoord: <http://www.lente-akkoord.nl/tno-duurzame-vervangende-nieuwbouw-effectiever-dan-renovatie/>
- Valk, i. H. (2012, oktober 15). *Passief bouwen: Waarom en hoe?* Opgehaald van www.nieman.nl:
<http://www.nieman.nl/wp-content/uploads/2012/10/Passief-Bouwen-waarom-en-hoe.pdf>
- Wit, J. d. (2013, januari 10). *Toekomstbestendig renoveren op passiefhuisniveau (deel 2)*. Opgehaald van HBO Kennisbank: <https://www.hbo-kennisbank.nl/record/0939D427-EFAE-4B51-98E6322850A9AF04>
- Wit, J. d. (2013, januari 12). *Toekomstbestendig renoveren op passiefhuisniveau (deel 3)*. Opgehaald van HBO Kennisbank: <https://www.hbo-kennisbank.nl/record/35244A6D-3EC8-4787-845AC6A3E50521E5>
- Wit, J. d. (2013, januari 9). *Toekomstig bestendig renoveren op passiefhuisniveau (deel 1)*. Opgehaald van HBO Kennisbank: <https://www.hbo-kennisbank.nl/record/4A5773ED-A7E0-4E53-90287E2A2895E1B5>

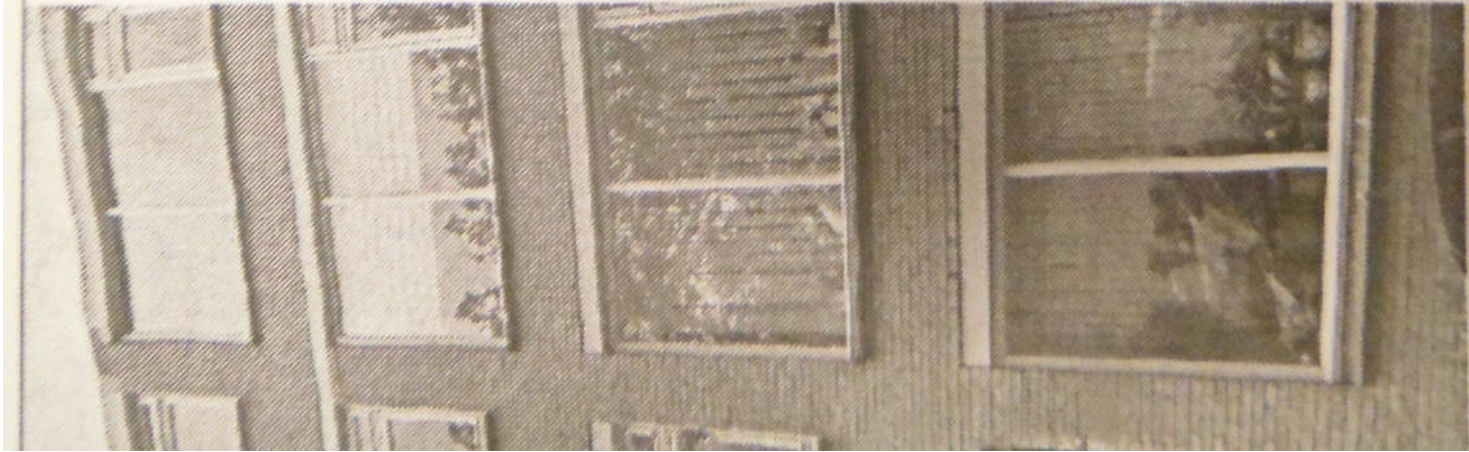
Bijlage II Bouwtekeningen Rotterdams Archief

Bijlage III Selectietabellen kozijnen

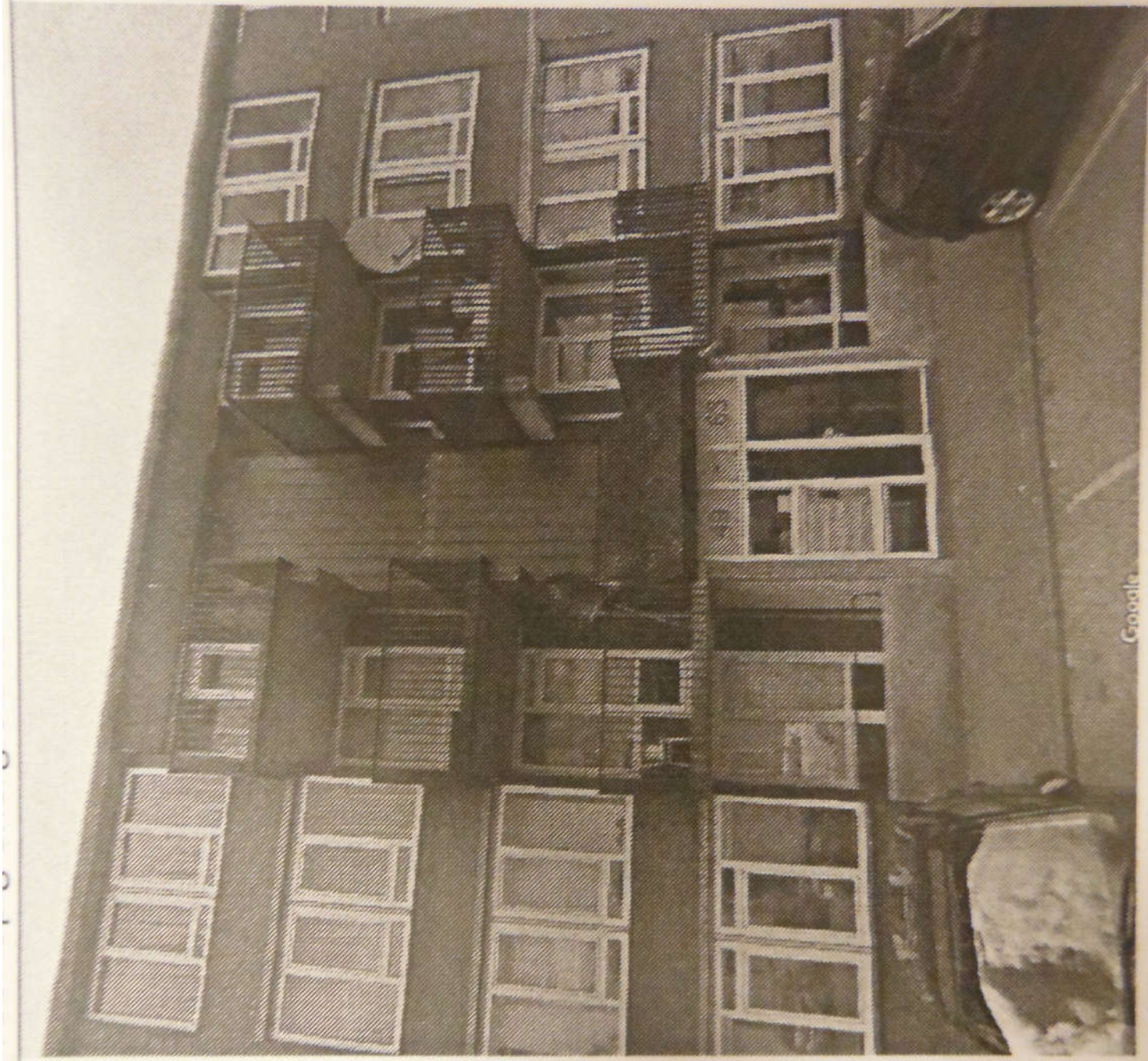
Bijlage IV Selectietabellen materialisatie

Bijlage V Productdocumentatie

Bijlage II Bouwtekeningen Rotterdams Archief

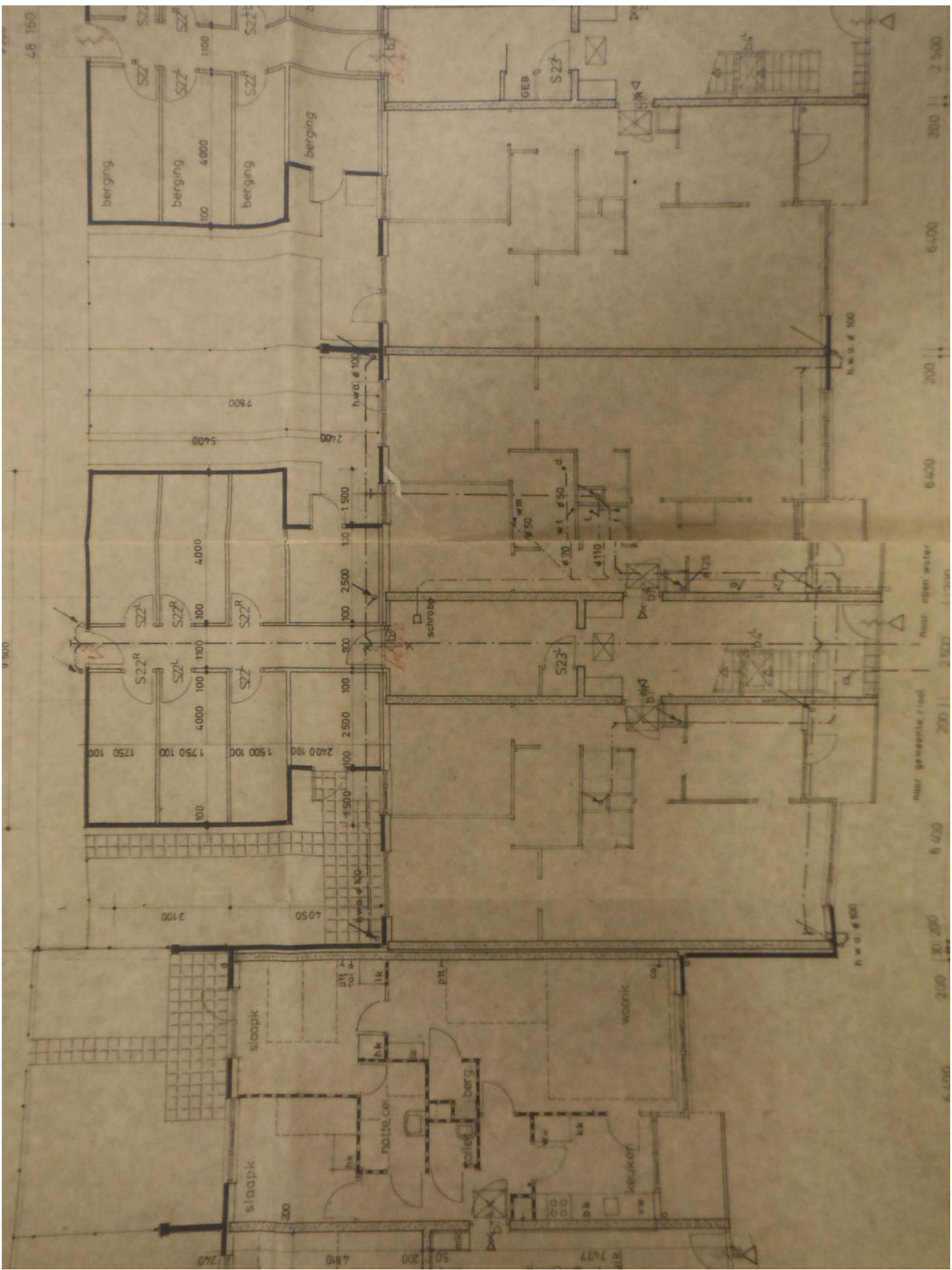


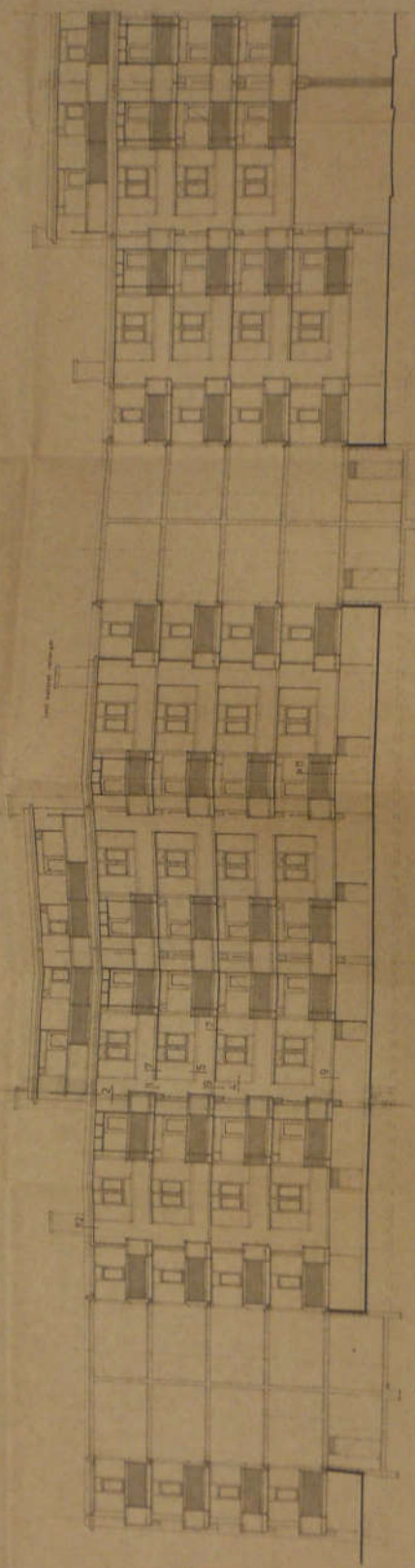
✓



Google

Adres: Dempostraat 63 Rotterdam
Bouwjaar en type: 1983, nortiek





blok 1

blok 2

blok 3

blok 4

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

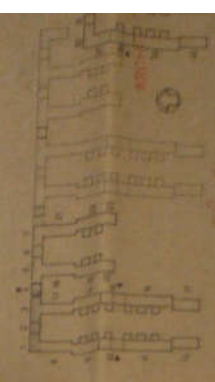
V

W

X

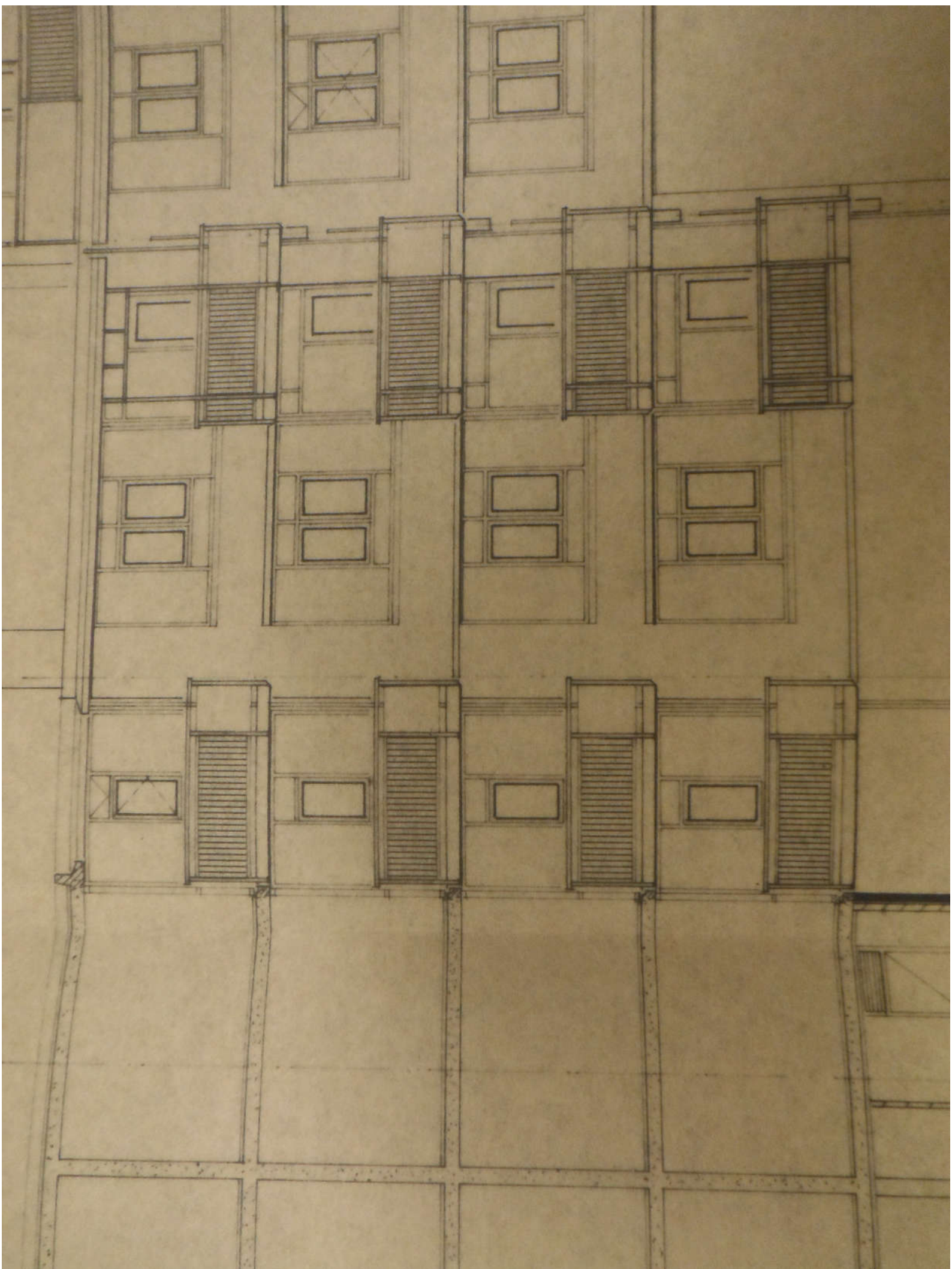
Y

Z



deftigsten bulletpoints rollende

Deftigsten bulletpoints rollende



H41

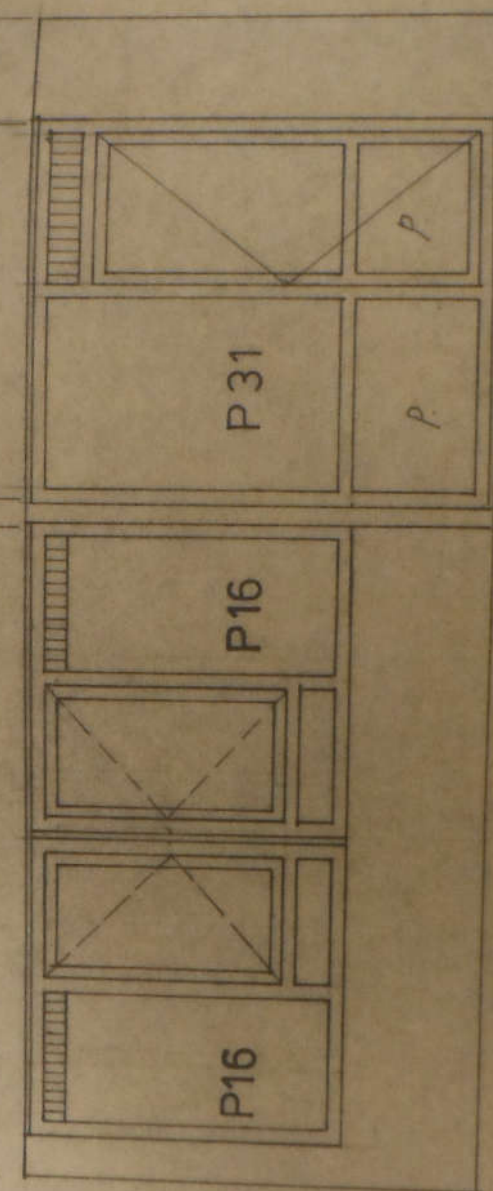
type D-K

50st. als gel. 50st. gesp.

schuif	700	700	schuif	schuif	800
290	1622	56	1622	120	1987
					663

2460
1690
227
43

2460
1690
684
43
43



wood: 29m

slap: 15m

275	1662	26	1652	90	2017	648
						6360

glasal

glasal

H44 type G4

H4

9 st. links.

9 st. rechts.

45 st. rechts.

kozijnhout : marantie afm. 68×103 mm. 90×114
ma. : marantie deur.
ma. : massief triplex deur.
sw. : sandwich paneel. (zie bestek.)
p. : paneel (zie bestek.)

• : spiegel draadglas.

• : bruut draadglas.

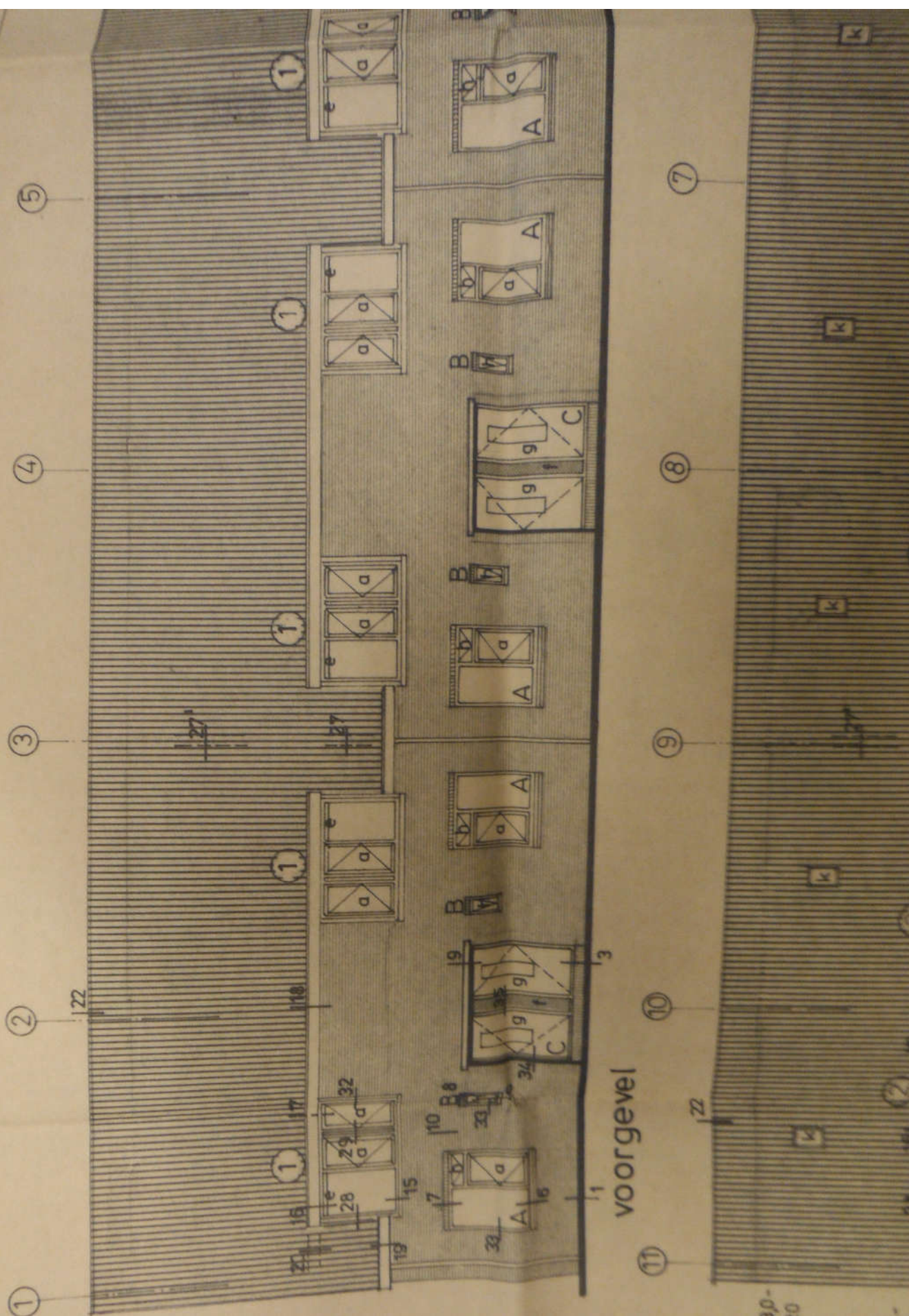
• : versterkt glas (dubbel).



Adres: Achterdonk 26 Rotterdam

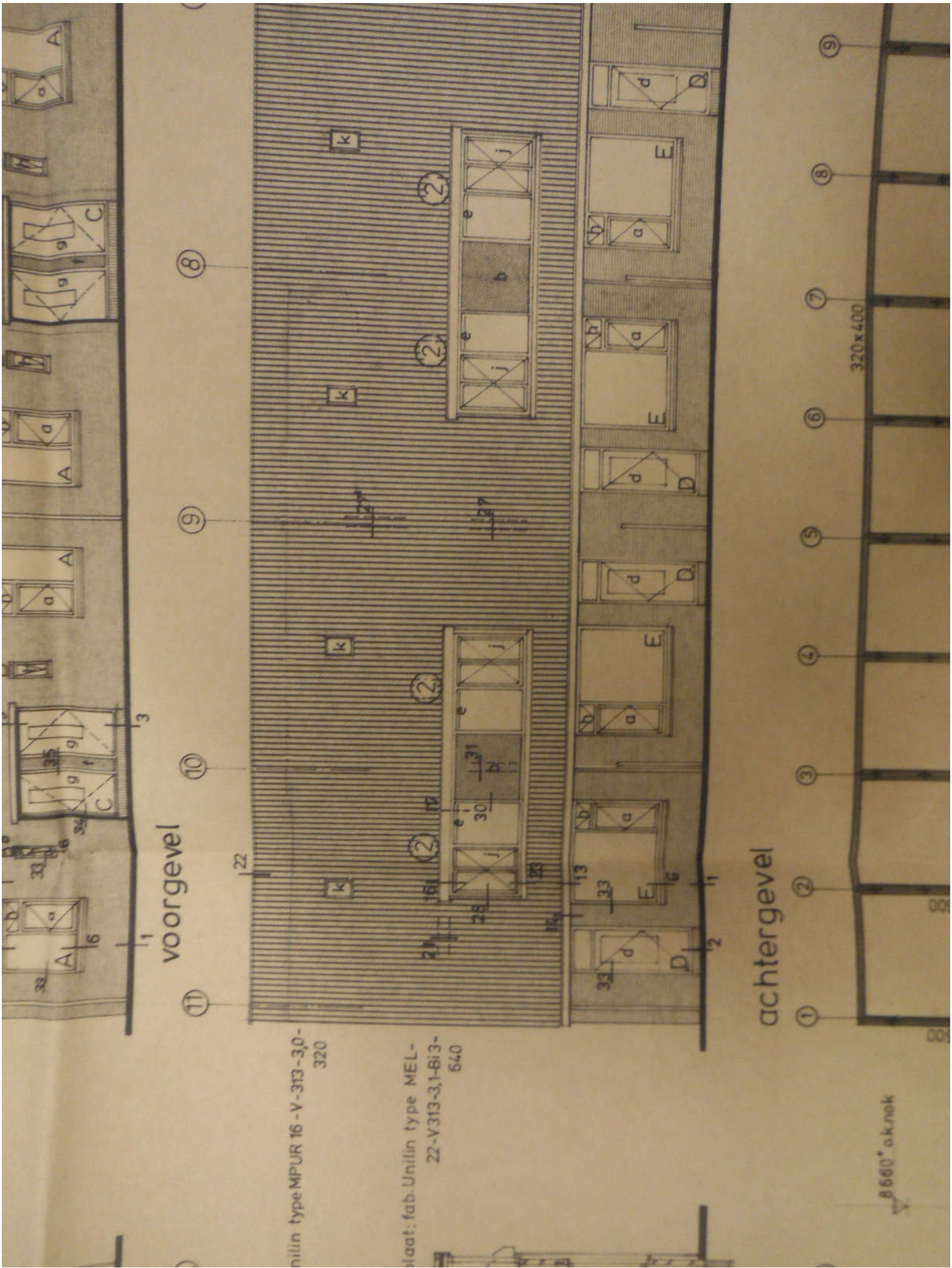


Adres: Klarinet 6



APUR 16 - V - 313 - 30 - 320

Inlin type MEL-



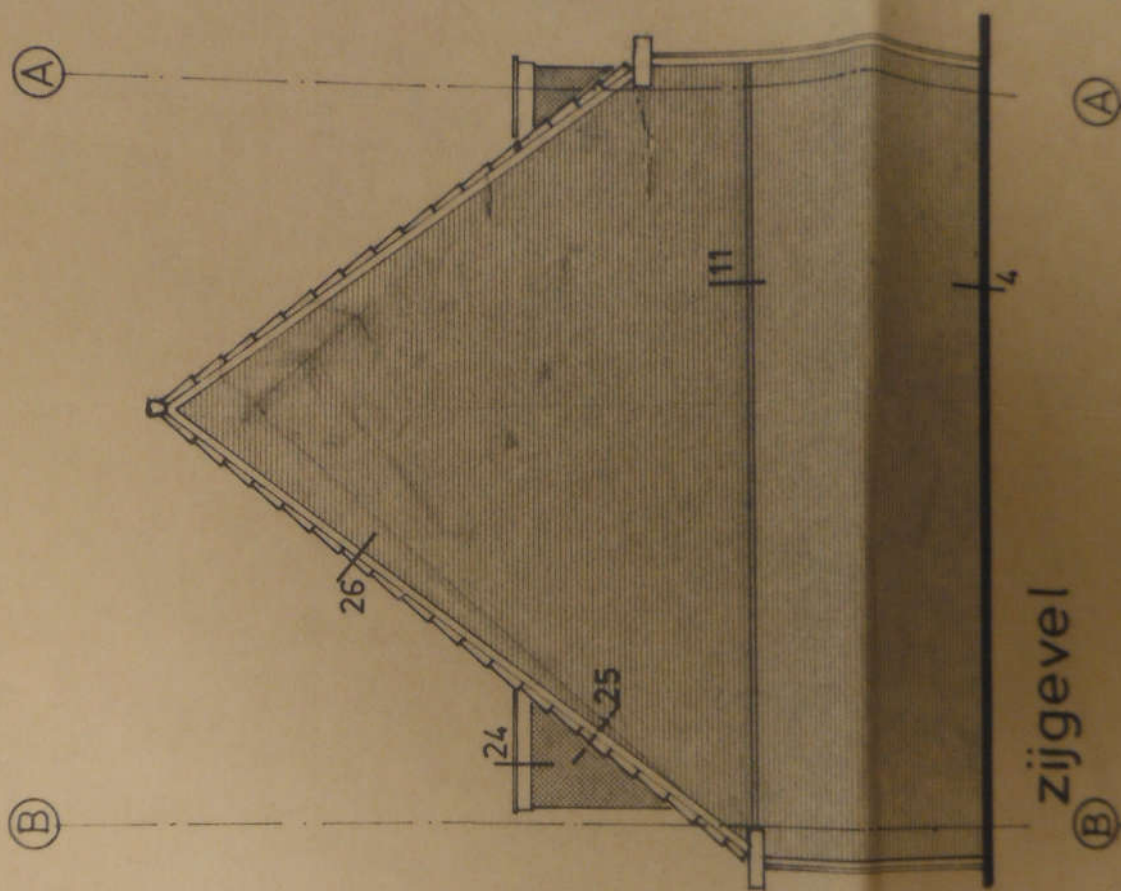
voorgevel

achtergevel

Unilin type MPUR 16 - V-313-3,0-320

staat; fab. Unilin type MEL-22-V313-3,1-6i3-640

8560* ok.nok



8560* o.k. nok

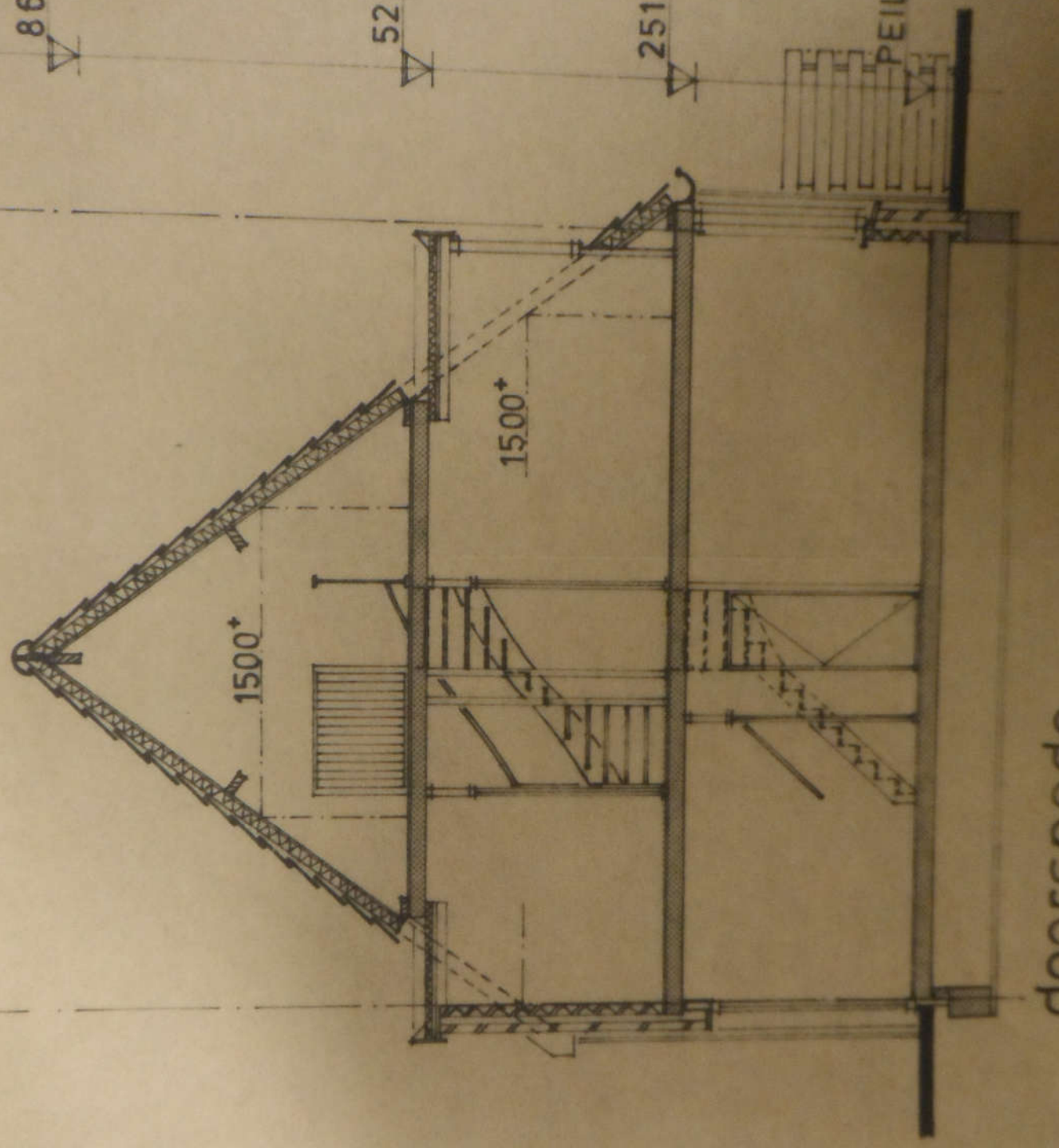
dakplaat: fab. Unilin type MPUR 16 - V 313-30 -

8660* o.k.nok

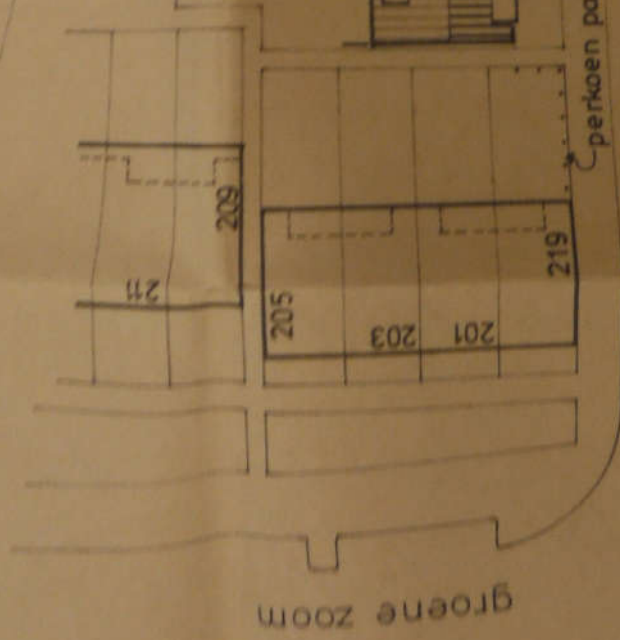
5210* o.k.plaf

2510* o.k.plaf.

PEIL bk.vl.



doorsnede



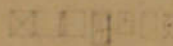
lange geer

BURGERMEESTER EN WILLEN JACOBUS
8 MAART 1988
De Burgermeester der Gemeente

situatie 1:500
BRANDPREVENTIECOMMISSIE
GEMEENTE ROTTERDAM
D.D. 20 AUG 1987

B2 - 926 - 1987
ARCHIEF-EXEMPLAAR

RENVOL PLATTEGRONDEN



- plaats voor kooktoestel
- koelkast
- wasmachine
- meterkast
- cv ketel met warmwatervoorziening
- plaatsingsmogelijkheid 2e wc
- 2e wastafel
- werkkast afm 60x90x200 cm of vaste kast
- legkast afm 60x90x200 cm en 40x90x200 cm in woonkamer
- gard.kast afm 60x90x200 cm
- nieuw metselwerk (gevelsteen)
- nieuw metselwerk (kalkzandsteenblokken)
- gipsblokken 7cm

wk
lk
hik



- vloerluis 50x70 cm
- n.v.t.
- isolatie isover mupan 80mm
- mech ventilatie unit
- vebo later (binnenspouwblad)
- " (buiten)
- centr. verwarmingsketel-warmwater



- vloerluis 50x70 cm
- n.v.t.
- isolatie isover mupan 80mm
- mech ventilatie unit
- vebo later (binnenspouwblad)
- " (buiten)
- centr. verwarmingsketel-warmwater

vloer : d.h.g tegels 10x10 cm (douche en toilet)
wanden : 15x15 cm keukel 10 tegels hoog
boven aanrecht 4 tegels hoog
(over een hoogte van 40 cm)

douche 12 tegels hoog (180 cm) in douchehoek 14 hoog (210 cm)
toilet 10 tegels hoog (150 cm)

- trek schakelaar (wasmachine)
- eenpolige schakelaar
- wisselschakelaar
- trek schakelaar
- dubbele contactdoos
- dubbele contactdoos (geaard)
- enkele contactdoos (geaard)
- thermostaat
- telefoon aansluiting
- centrale antenne installatie
- trekpunt
- bel
- huistelefoon
- grijskopp (bel)

- loze fornuisaansluiting
- loze boilersaansluiting
- loze aansluiting motorlaze wasemkap
- loze aansluiting mech vent unit
- 3-standen schakelaar mech vent
- in buitenberging lichtpunt schakelaar enkele randdaarde wcd

RENVOL BALKLAGEN EN RIOLERING

- mv k.
- mv wc
- mv d
- rg
- ontsp
- cv
- g
- d
- wc
- wb
- wm
- hwa
- sti
- ventilatie keuken
- toilet
- douche
- rookgasafvoer
- ontspanning
- overloop cv ketel
- gootsteen
- douche
- toilet
- wasbak
- wasmachine
- hemelwaterafvoer
- standleiding

overloop cv ketelaansluiting ø 32
gootsteen aansluiting ø 40
douche ø 40
toilet ø 110
wasbak ø 40
wasmachine ø 40 (±100cm boven de vloer)
2 aansluitingen op 1 leiding ø 50
3 " " " ø 75
4 of meer " " " ø 110

de riolering uitvoeren in pvc
indien de afstand van een lozingshoestel tot de standleiding groter is dan 3m dan dient de voorgeschreven leidingdiameter te worden verhoogd
doorvoeringen in balklaag in het hart van de balk

alle rioleringen ter wijde als vereist volgens de bouwverordening der gemeente Rotterdam
aansluitingen voorzien van een beluchtingsventiel daar waar toestellen zonder ontspanningsleiding worden aangesloten
hoofdleiding aanlopend in ontspanning ø 50 tot boven dak
de riolering uitvoeren in pvc

mechanische ventilatie
ontst = ontspanning
ug nvt.

by overgangsk...

RENVOOI GEVELS

- a naar buitendraaiend raam
- b paneel in dakkapel(resopal volkern 8mm)
- c . nvt.
- d naar buiten draaiende deur(glas)
- e alum ventilatierooster
- f paneel(resopal volkern 8 mm)
- g naar binnen draaiende deur(glas)
- h hardglazen klepraam
- j houten stolpramen
- k 6 pans dakraam(RBB)
- l naar buiten draaiende deur(zonder glas)
- (4) dakkapellen(merk)
- A,B,C kozijnmerken
- 8 details

Vastglas 12mm spouw.

Doss. nr. B.W.T. *B2.97b.87*
 BEZIGTER VAN
 BURGERMEESTER

- 8 MAART 1988

d.d. *[Signature]*
 De Secretaris der Gemeente

Bij het besluit behoort: *[Signature]*

keuken
(7,5m²)

mech. vent.
aan plafond

toilet

vloerluik
50x70cm

merk A

merk B

merk C

1

1

2

3

2

begane grond

verdi

340

4870

70

3920

13

70

920

70

2500

225

5100

vuren

001

merk D

merk E

radiator

0-120

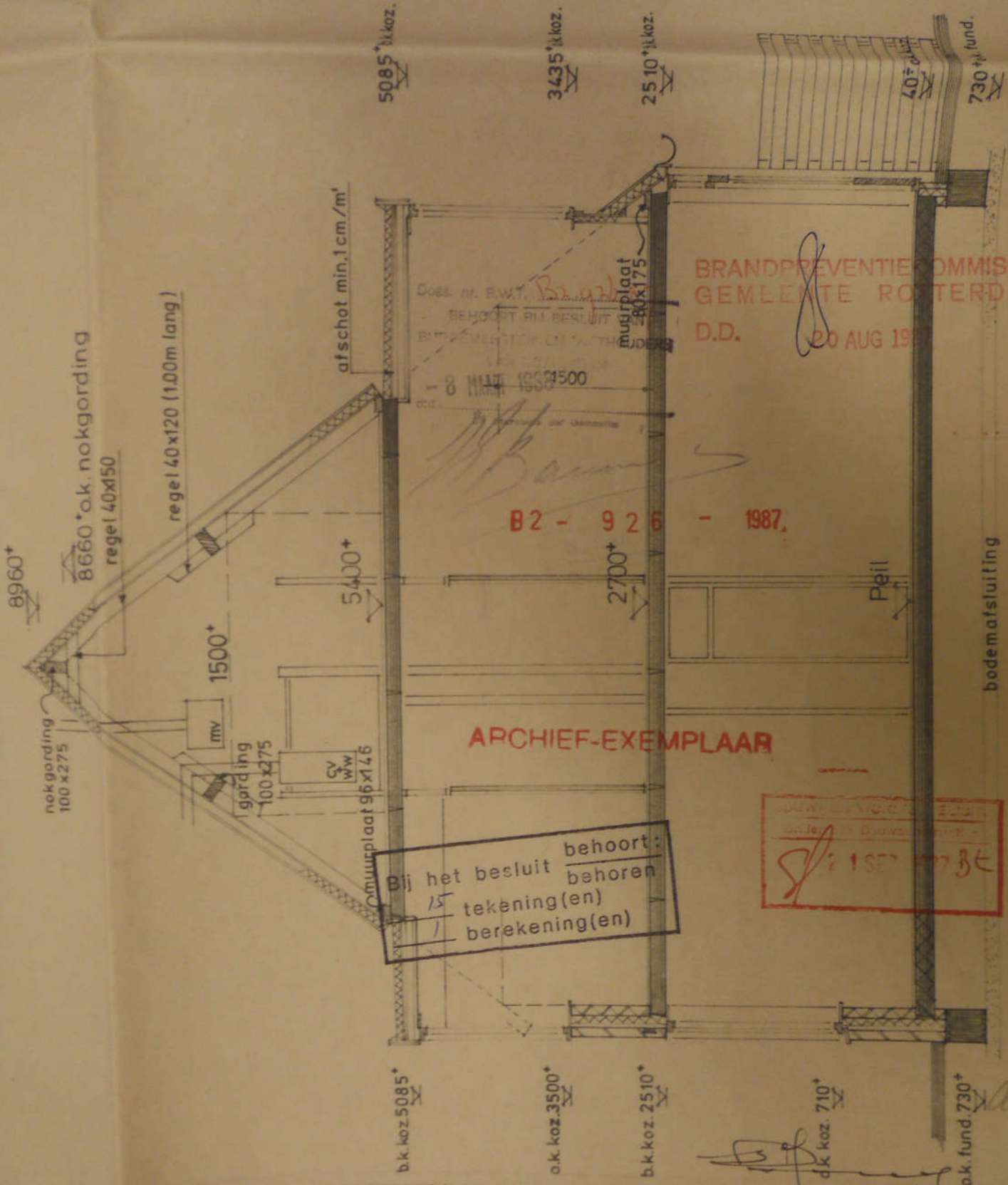
120

100

120-100

⑥

⑦



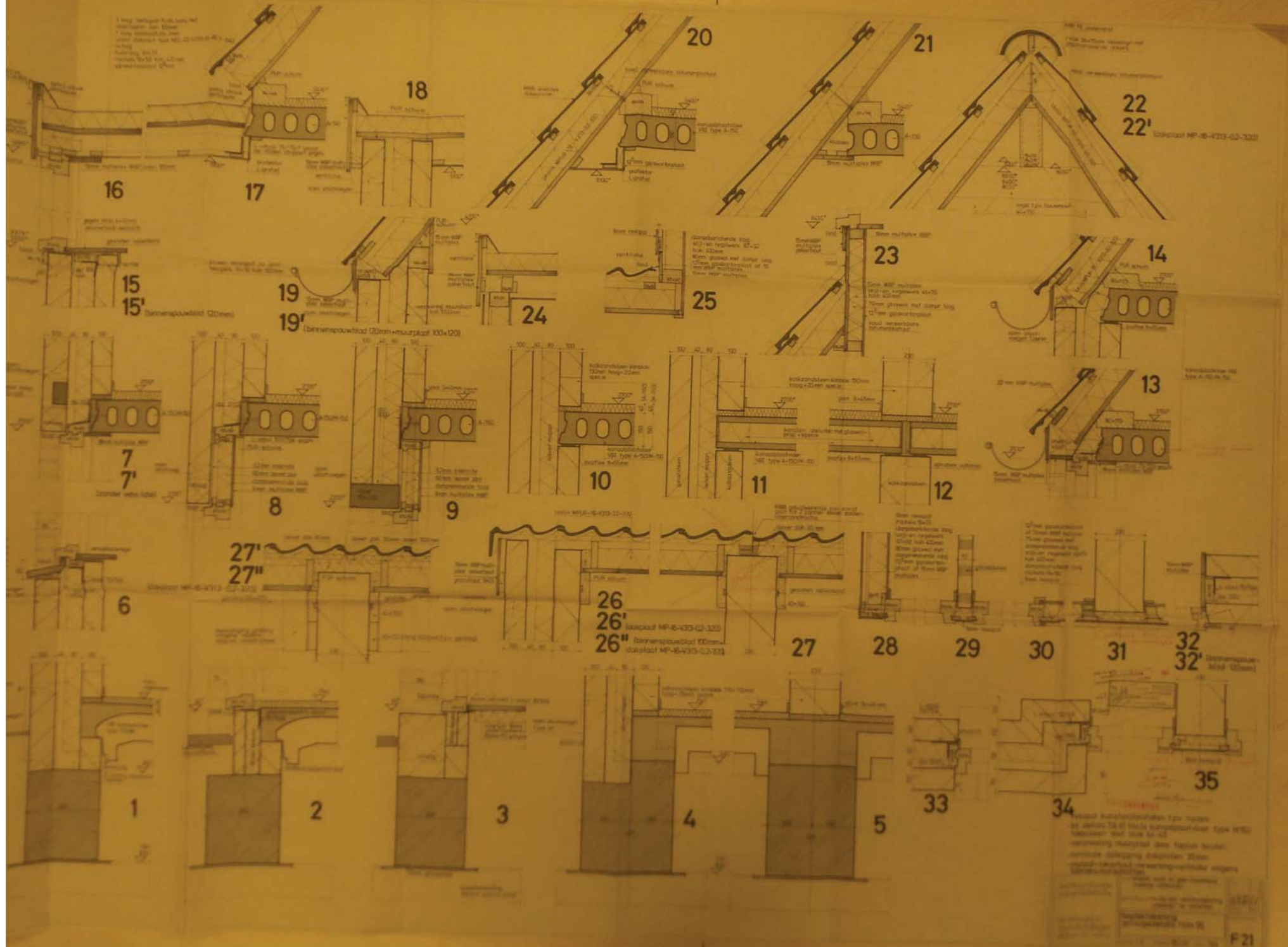
architectenbureau
nuyt en heikens bv

werk project donk en geer
vreewijk - rotterdam

aanvrager n.v. mij. voor volkshuisvesting
„vreewijk” te rotterdam

bestek tekening

4-8-87	mr.
23-7-87	r.v.
datum	ge
bladnummer	



Handwritten notes in German:

Handwritten note: *Handwritten note in German, likely describing the construction details or materials used.*

Printed text: *Printed text in German, likely a legend or key for the drawings.*

Page number: **F 21**

al. daktrim
compri CA 605

extra strook
derbigum

15mm WBP
multiplex
zekerhout

5085+

ventilatie

50x55

67x114

18mm multiplex WBP, breed 150mm

16

lood
extra strook
derbigum

96x145

L-staal
op stal

protek
L-prof

5100+

17

gegalv. strip 4x32mm
vensterbank: werzalith

gesloten cellenband

3375+
3500+

lood

67x114

28x70

43x100

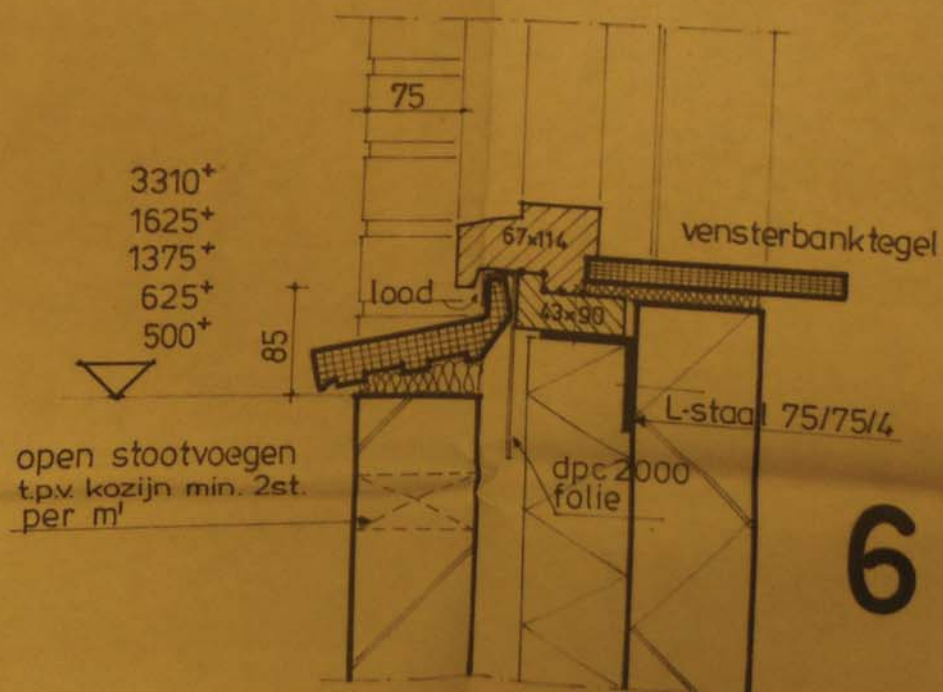
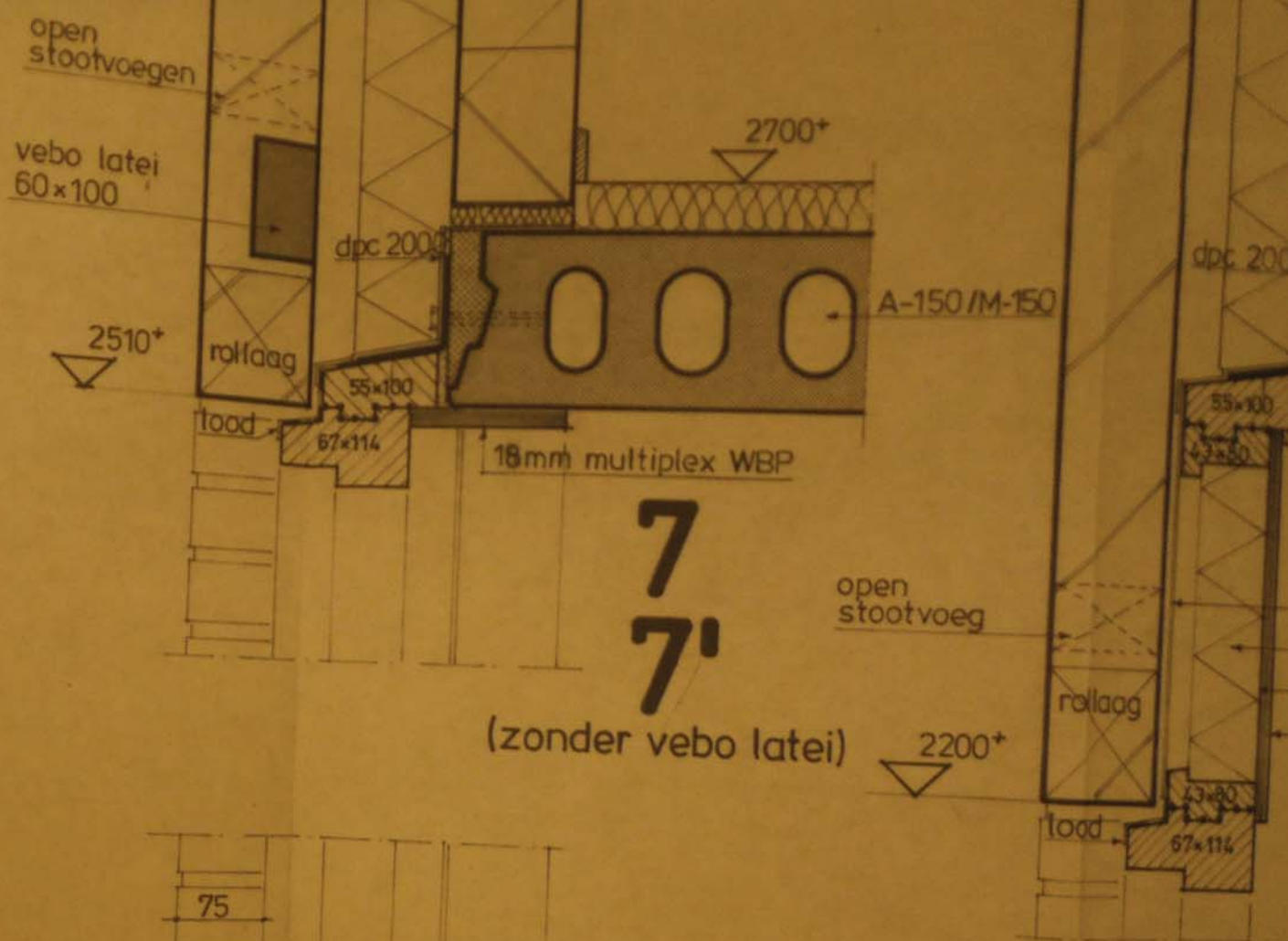
dpc 2000
folie

L-staal 75/75/4

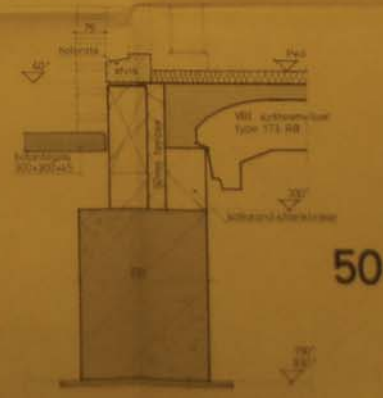
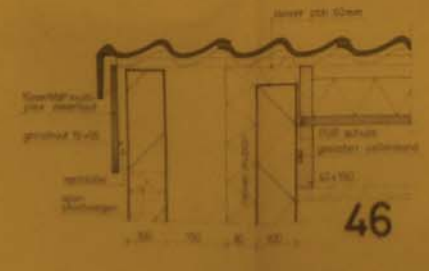
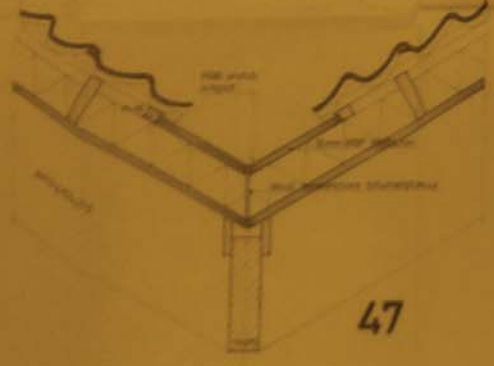
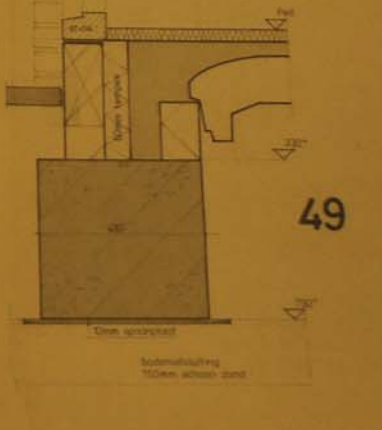
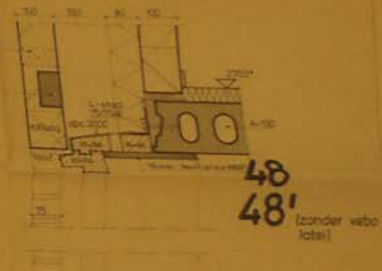
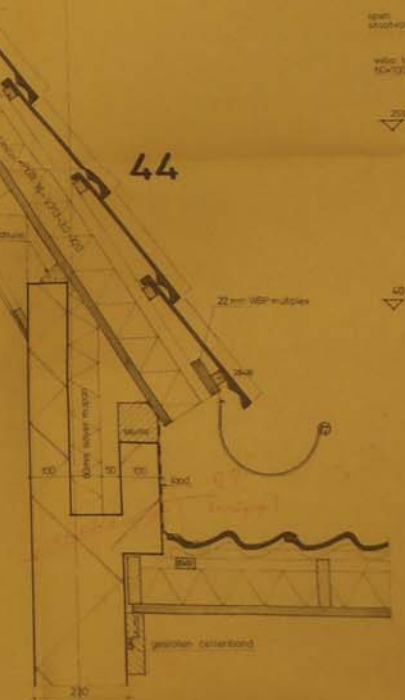
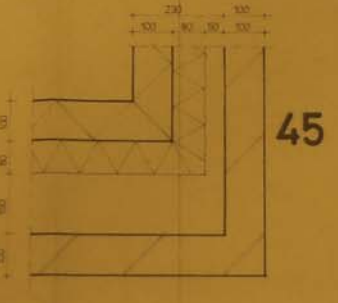
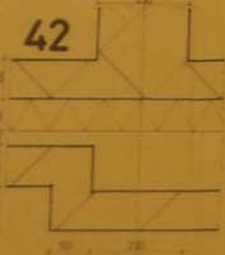
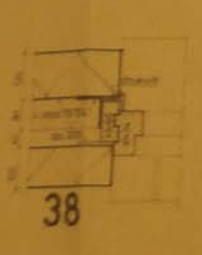
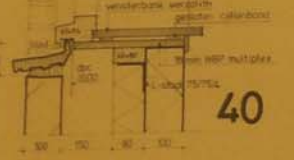
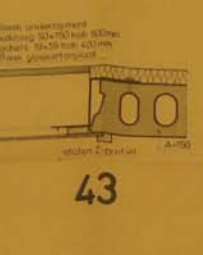
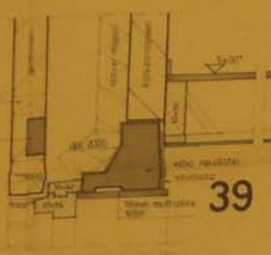
open stootvoegen

15
15'

zinken mastgoet o
beugels 5x30 hoh



(dakplaat MP-16-V313-0,2)



80 mm de spiegel deplaten 35mm
resolpi + zekermat, verwerking + verlijste volgens
fabriekvoorschriften
resolpi kunststofprofielen t.p.v. naden

Bijlage III Selectietabellen kozijnen

Selectietabel kozijnen hergebruik	Datum: 11-10-2016	Kozijneigenschappen					Bouwtechniek en renovatie		
	Gemaakt door: R. Middelburg	Materiaal	Glaslagen	Ug (W/m²K)	Ufr (W/m²K)	Uw (W/m²K)	Inbouwmethode	Sloointensiteit	Renovatiepunten
	Versie: 3.0								
Fazantstraat 138 1947, portiek									
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Melchertstraat 50 1949, grondgebonden (Type D)									
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Grote Visserijstraat 113 1951, portiek									
Vgvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Oldegaarde 668 1959, appartement									
Vgvl - samengesteld kozijn (pui)		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Meidoornsingel 357 1960, grondgebonden(gerenoveerd 1981)									
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen kierdichting en scharnieren
Meijersplein-Zuid 6 1960, grondgebonden(gerenoveerd 1981)									
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn (pui)		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn spouw	Middel	Vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn spouw	Middel	Vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn spouw	Middel	Vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - Kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn (pui)		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn spouw	Middel	Vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn spouw	Middel	Vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Kunststof	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn spouw	Middel	Vervangen kierdichting en scharnieren
Jacob van Campenweg 3 1963, grondgebonden									
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn		Grenen	1	5,70	2,40	> 2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Kellooplaats 336 1970, appartement (gerenoveerd 1982)									
Vgvl - samengesteldkozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteldkozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Immetselekozijn binnenblad	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en schar

Selectietabel kozijnen hergebruik	Datum: 11-10-2016	Kozijneigenschappen					Bouwtechniek en renovatie		
	Gemaakt door: R. Middelburg	Materiaal	Glaslagen	Ug (W/m²K)	Ufr (W/m²K)	Uw (W/m²K)	Inbouwmethode	Sloointensiteit	Renovatiepunten
	Versie: 3.0								
Neel Gijzenstraat 20		1977, grondgebonden							
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - dakraam (als kozijn)		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Steenbreekvaren 13		1978, grondgebonden							
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - dakraam (als kozijn)		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Carnissesingel 27		1978, appartement (Type A.11)							
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn (pui)		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Middelharnishof 50		1978, appartement							
Vgvl - samengesteld kozijn (pui)		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn (pui)		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn (pui)		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Barcelonastraat 39		1979, grondgebonden							
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - kozijn met deur									
Agvl - dakraam (als kozijn)		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Nijenrodeweg 96		1980, grondgebonden							
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Hoog	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Josephlaan 85		1983, portiek							
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Dempostraat 63		1983, portiek							
Vgvl - kozijn met deur									
Vgvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - kozijn met deur									
Agvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Agvl - samengesteld kozijn		Meranti	2	2,80	2,40	2,90	Inmetsselkozijn spouw	Middel	Vervangen dubbelglas met HR-glas, vervangen kierdichting en scharnieren
Legenda: Energielabels		E F G							

Bijlage IV Selectietabellen materialisatie

Selectietabel bouwmaterialen	Datum: 18-10-2016												
	Gemaakt door: R. Middelburg												
	Versie: 2.0								Afvalscenario				
Bouwonderdeel	Levensduur (Nibe)	Materiaal	Milieuklasse	Schaduwkosten	Emissie	Grondstoffen	Landgebruik	Hinder	Stort	Verbranding	Recycling	Hergebruik	Eigenprofiel
Constructiebeplating hsb-element													
Multiplex	25 jaar	Vurenhout FSC/PEFC, gelijmd	3b	€ 2,85	92,60%	0,80%	1,20%	5,40%	5,00%	85,00%	10,00%	0,00%	0,00%
OSB	25 jaar	Afval uit houtproductie FSC/PEFC, gelijmd	3c	€ 3,46	95,10%	0,60%	0,60%	3,70%	5,00%	95,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ECOBoard Standard	30 jaar **	Landbouwafval, lijmloos	2b	€ 2,70	92,90%	0,80%	1,60%	4,80%	5,00%	87,30%	7,70%	0,00%	0,00%
Isolatie hsb-element													
Kingspan Unidek EPS	75 jaar	EPS (0,035 W/mK)	2b	€ 1,80	99,00%	0,90%	0,00%	0,10%	5,00%	90,00%	5,00%	0,00%	0,00%
Isobouw Biofoam	75 jaar **	Biopolymeren EPS (0,035 W/mK)	1c	€ 1,29	96,70%	0,60%	0,10%	2,60%	5,00%	90,00%	5,00%	0,00%	0,00%
Recticel Eurowall 21	75 jaar	Polyurethaan (0,023 W/mK)	2b	€ 1,97	92,20%	1,20%	1,60%	5,00%	19,00%	75,10%	5,90%	0,00%	0,00%
Kingspan Kooltherm K8	75 jaar	Resolschuim (0,020 W/mK)	2b	€ 1,99	94,10%	0,90%	0,70%	4,30%	19,00%	79,90%	1,10%	0,00%	0,00%
Rockfit 433 HP	75 jaar	Steenwol (0,035 W/mK)	1a	€ 0,91	87,50%	1,10%	3,50%	7,90%	85,00%	5,00%	10,00%	0,00%	0,00%
Isover Mupan isolatiedeken	75 jaar	Glaswol (0,035 W/mK)	1b	€ 1,05	87,70%	0,90%	2,20%	9,20%	85,00%	5,00%	10,00%	0,00%	0,00%
Qualy Cork	75 jaar *	Kurk, geëxpandeerd (0,040 W/mK)	4a	€ 5,05	91,50%	0,90%	1,20%	6,50%	5,00%	95,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Warmteplan Isofloc	30 jaar	Papierafval (0,039W/mK)	3a	€ 2,86	91,30%	0,70%	3,50%	4,50%	5,10%	94,90%	0,00%	0,00%	0,00%
Warmteplan holzFlex	40 jaar *	Houtafval FSC/PEFC (0,038 W/mK)	2c	€ 2,22	94,90%	0,50%	1,10%	3,50%	4,10%	95,90%	0,00%	0,00%	0,00%
Isovlas vlaswol PL	40 jaar *	Vlaswol (0,038 W/mK)	3a	€ 2,54	93,80%	0,80%	1,00%	4,40%	5,10%	94,70%	0,10%	0,00%	0,00%
Doschawol Doschatherm-T	75 jaar *	Schapenwol (0,035 W/mK)	6b	€ 18,04	98,90%	0,10%	0,30%	0,70%	5,20%	94,70%	0,20%	0,00%	0,00%
Gevelbekleding													
Eiken delen	30 jaar **	Eikenhout FSC/PEFC	1a	€ 1,24	85,40%	1,70%	6,00%	6,80%	9,70%	85,40%	5,00%	0,00%	0,00%
Vuren delen (platohout)	30 jaar **	Vurenhout FSC/PEFC, thermisch behandeld	2b	€ 2,70	92,90%	0,80%	1,60%	4,80%	5,00%	87,30%	7,70%	0,00%	0,00%
Multiplex okoumé	30 jaar	Vuren hout FSC/PEFC, alkydverf	2c	€ 3,22	91,90%	1,10%	1,70%	5,30%	4,40%	92,80%	0,80%	0,00%	0,00%
Lariks delen	15 jaar **	Larikhout FSC/PEFC, onbewerkt	3a	€ 3,90	90,00%	0,60%	3,30%	6,00%	5,00%	94,70%	0,30%	0,00%	0,00%
HPL-plaat	25 jaar	Houtvezels FSC/PEFC, gelijmd	3b	€ 4,40	94,60%	0,70%	0,70%	4,00%	5,00%	94,80%	0,20%	0,00%	0,00%
Western red cedar	60 jaar **	Western red cedar FSC/PEFC	3b	€ 4,48	97,30%	0,30%	0,30%	2,10%	5,00%	94,40%	0,60%	0,00%	0,00%
Meranti delen	40 jaar **	Meranti FSC/PEFC, onbewerkt	3c	€ 4,93	94,90%	0,70%	0,60%	3,80%	5,00%	94,80%	0,30%	0,00%	0,00%
Staal, trapezium	30 jaar	Staal, gecoat	2c	€ 3,36	97,70%	1,20%	0,20%	0,80%	5,00%	13,70%	81,30%	0,00%	0,00%
Aluminium, profiel	40 jaar	Aluminium, gecoat	5a	€ 12,06	93,20%	0,30%	4,70%	1,90%	5,00%	32,00%	63,00%	0,00%	0,00%
Koper, felsprofiel	100 jaar	Koper, onbewerkt	>7c	€ 63,57	98,50%	0,00%	0,10%	1,50%	5,00%	39,50%	55,50%	0,00%	0,00%
* Biobased													
** Biobased en Cradle to Cradle													



Warmtedoorgangscoefficient U_w volgens EN ISO-10077-2

Hout-Systeem	Gewogen U_f (W/m ² K)	Afstand houder	Ψ_g Rand (W/mK)	U_g (W/m ² K)	U_w/U_d (W/m ² K)	Profiel- breedte Dorpel	Profiel- breedte Stijl/ Bov.dorpel
Draai-kiep Kozijn 1-flg 1230x1480mm $A_w=1,82m^2/A_g=1,21m^2$							
Systeem 80x68	1,65	TPS	0,038	1,1	1,38	146	118
Systeem 80x90	1,60	TPS	0,038	1,1	1,36	146	118
Systeem 67x114	1,62	TPS	0,038	1,1	1,35	133	105
Systeem 80x114	1,57	TPS	0,038	1,1	1,35	146	118
Systeem 80x140	1,54	TPS	0,038	1,1	1,34	146	118
Vast Glas Kozijn 1-flg 1230x1480mm $A_w=1,82m^2/A_g=1,39m^2$							
Systeem 80x68	1,83	TPS	0,038	1,1	1,37	102	80
Systeem 80x90	1,66	TPS	0,038	1,1	1,33	102	80
Systeem 67x114	1,70	TPS	0,038	1,1	1,32	89	67
Systeem 80x114	1,62	TPS	0,038	1,1	1,32	102	80
Systeem 80x140	1,58	TPS	0,038	1,1	1,31	102	80
Deur (BI=binnendraaiend, BU=buitendraaiend) 1-flg deur 1100x2400mm $A_d=2,64m^2/A_g=1,19m^2$							
Systeem BI-80x90	1,84	TPS	0,038	1,1	1,51	308	172
Systeem BI-80x114	1,73	TPS	0,038	1,1	1,47	308	172
Systeem BU-80x90	1,96	TPS	0,038	1,1	1,58	308	172
Systeem BU-80x114	1,85	TPS	0,038	1,1	1,53	308	172
Flexdeur 1-flg deur 1100x2400mm $A_d=2,64m^2$ (zonder glas-uitsnede)							
Systeem BI-FLEX-80x90	1,89	FLEX	0,001	0,50	1,03	165	155
Systeem BI-FLEX-80x114	1,81	FLEX	0,001	0,50	1,00	165	155
Systeem BU-FLEX-80x90	2,03	FLEX	0,001	0,50	1,08	165	155
Systeem BU-FLEX-80x114	1,95	FLEX	0,001	0,50	1,05	165	155
Hefschuifpui 2-flg 3500x2400mm $A_w=8,4m^2/A_g=5,47m^2$							
						Schuif/vast	Schuif/vast/midden
HSP116_56	2,20	TPS	0,038	1,3	1,61	245/246	184/176/113
HSP140_68	2,12	TPS	0,038	1,1	1,45	245/246	184/176/113

De U_f en U_w waarden uit dit schema zijn indicatieve waardes gebaseerd op in de NEN-EN-ISO 10077 vastgestelde elementafmetingen. De waarde U_i is door HEBO Kozijnen B.V. berekend volgens NEN-EN-ISO 10077-2:2012. De $U_{w/d}$ waarden in dit overzicht zijn berekend volgens NEN 1068:2012 / NEN-EN-ISO 10077. De berekeningswijze van $U_{w/d}$ is in 2011 door Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. gecontroleerd en goedgekeurd. Technische wijzigingen Hebo Kozijnen B.V. voorbehouden.

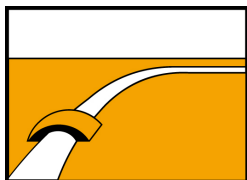


Warmtedoorgangscoefficient U_w volgens EN ISO-10077-2

Kunststof-Systeem	Gewogen U_f (W/m ² K)	Afstand houder	Ψ_g Rand (W/mK)	U_g (W/m ² K)	U_w/U_d (W/m ² K)	Profiel- breedte Dorpel	Profiel- breedte Stijl/ Bov.dorpel
Kunststof Draai-kiep kozijn 1-flg 1230x1480 $A_w=1,82m^2/A_g=1,17m^2$							
Systeem 115 8018/8092	1,390	TPS	0,038	1,10	1,30	132(-20)*	132(-20)
Systeem 115 Mondi 8020/8092	1,379	TPS	0,038	1,10	1,29	132(-20)	132(-20)
Systeem 115 Mondiplus HVL	1,379	TPS	0,038	1,10	1,29	132(-20)	132(-20)
Systeem 74	1,720	TPS	0,038	1,10	1,38	132(-20)	132(-20)
Systeem kunst/alu	1,784	TPS	0,038	1,10	1,41	135(-20)	135(-20)
Kunststof Vast-glas kozijn 1-flg 1230x1480 $A_w=1,82m^2/A_g=1,40m^2$							
Systeem 115 VG-K8018	1,350	TPS	0,038	1,10	1,26	82(-20)	82(-20)
Systeem 115 Mondi VG-K8020	1,177	TPS	0,038	1,10	1,22	82(-20)	82(-20)
Systeem 115 Mondiplus HVL	1,177	TPS	0,038	1,10	1,22	82(-20)	82(-20)
Systeem 74	1,736	TPS	0,038	1,10	1,31	82(-20)	82(-20)
Systeem kunst/alu	1,711	TPS	0,038	1,10	1,31	85(-20)	85(-20)
Kunststof Draai-kiep deur 1-flg 1060x2400 $A_w=2,54m^2/A_g=1,47m^2$							
DKD-K8018-8081	1,666	TPS	0,039	1,10	1,42	159(-20)	159(-20)
DKD-K8020-8081	1,513	TPS	0,039	1,10	1,36	159(-20)	159(-20)
Kunststof deur 1-flg 1060x2400 $A_w=2,54m^2/A_g=1,44m^2$							
BI-K8018-8076	1,856	TPS	0,039	1,10	1,48	164	180(-20)
BU-K8021/8042	2,046	TPS	0,039	1,10	1,58	176	184(-20)

*Profielbreedte-20mm ivm aanslag, welke niet in de doorsnede-berekening is meegenomen.

De U_f en U_w waarden uit dit schema zijn indicatieve waardes gebaseerd op in de NEN-EN-ISO 10077 vastgestelde elementafmetingen. De waarde U_i is door HEBO Kozijnen B.V. berekend volgens NEN-EN-ISO 10077-2:2012. De $U_{w/d}$ waarden in dit overzicht zijn berekend volgens NEN 1068:2012 / NEN-EN-ISO 10077. De berekeningswijze van $U_{w/d}$ is in 2011 door Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. gecontroleerd en goedgekeurd. Technische wijzigingen Hebo Kozijnen B.V. voorbehouden.



timmerfabriek
OVERBEEK bv

Kwaliteitsverklaring

Warmtedoorgangscoefficiënt U_w van het Passiefkozijn

Product: Houten kozijn
Product naam: Passiefkozijn EBP
Materiaal: Meranti



$U_{w;gem}$ 0,84 W/(m².K)

Waarden volgens rapport Nz070337aaAO.wla
Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. d.d. 24-05-2011



RAADGEVENDE INGENIEURS

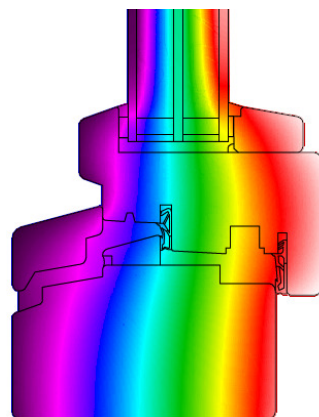
Nieman
Bouwfysica, -techniek en -regelgeving



Kozijnen en ramen opgebouwd uit verschillende houtsoorten,
(Meranti $\lambda = 0,15$ W/(m.K), Accoya $\lambda = 0,108$ W/(m.K))

Beglazing

Dikte: 44 mm (4-16-4-16-4)
 U_{glas} : 0,60 W/(m².K)
Afstandhouder: Thermix[®] TX.N[®]
 Ψ_g : Draaikiep 0,038 W/(m.K)
 Ψ_g : Vastglas 0,035 W/(m.K)



	Vastglas	profiel breedte	Draaikiepraam	profiel breedte
U_{fr} onder	1,17 W/(m ² .K)	92mm	1,14 W/(m ² .K)	136mm
U_{fr} boven en stijl	1,07 W/(m ² .K)	67mm	1,15 W/(m ² .K)	111mm
$U_{fr;gem}$ *	1,10 W/(m ² .K)		1,15 W/(m ² .K)	
U_w*	0,80 W/(m².K)		0,87 W/(m².K)	

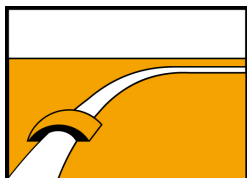
* gemiddelde U-waarde voor kozijn met afmeting 1,23 x 1,48 m¹

Gemiddelde warmtedoorgangscoefficiënt passiefkozijn EBP
0,84 W/(m².K)

Producent: Timmerfabriek Overbeek BV
Textielstraat 22 7483 PB Haaksbergen
tel: 053 – 5721409 fax: 053 - 5726365
e-mail: info@tifaoverbeek.nl web: www.tifaoverbeek.nl

Berekeningen: Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. te Zwolle

De waarden zijn met de grootste zorg door Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. berekend conform NEN 1068:2001 en NEN-EN-ISO 10077-1
Aan de berekende waardes kunnen geen rechten worden ontleend.



timmerfabriek
OVERBEEK bv

Kwaliteitsverklaring

Warmtedoorgangscoefficiënt U_w van het Passiefkozijn

Product: Houten kozijn
Product naam: Passiefkozijn EMP
Materiaal: Oregon Pine / Lariks



$U_{w,gem}$ 0,79 W/(m².K)

Waarden volgens rapport Nz070337aaAO.wla
Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. d.d. 24-05-2011



RAADGEVENDE INGENIEURS

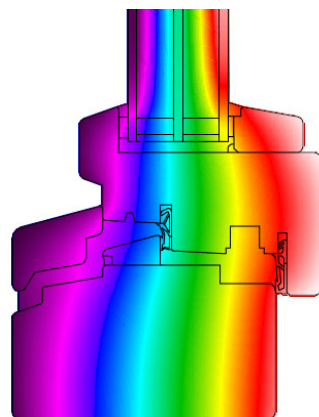
Nieman
Bouwfysica, -techniek en -regelgeving



Kozijnen en ramen opgebouwd uit verschillende houtsoorten,
(Oregon Pine $\lambda = 0,12$ W/(m.K), Lariks $\lambda = 0,12$ W/(m.K),
Accoya $\lambda = 0,108$ W/(m.K))

Beglazing

Dikte: 44 mm (4-16-4-16-4)
 U_{glas} : 0,60 W/(m².K)
Afstandhouder: Thermix[®] TX.N[®]
 Ψ_g : Draaikiep 0,038 W/(m.K)
 Ψ_g : Vastglas 0,035 W/(m.K)



	Vastglas	profiel breedte	Draaikiepraam	profiel breedte
U_{fr} onder	1,01 W/(m ² .K)	92mm	0,99 W/(m ² .K)	136mm
U_{fr} boven en stijl	0,92 W/(m ² .K)	67mm	0,99 W/(m ² .K)	111mm
$U_{fr,gem}^*$	0,95 W/(m ² .K)		0,99 W/(m ² .K)	
U_w^*	0,76 W/(m².K)		0,82 W/(m².K)	

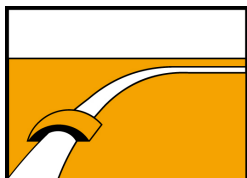
* gemiddelde U-waarde voor kozijn met afmeting 1,23 x 1,48 m¹

Gemiddelde warmtedoorgangscoefficiënt passiefkozijn EMP
0,79 W/(m².K)

Producent: Timmerfabriek Overbeek BV
Textielstraat 22 7483 PB Haaksbergen
tel: 053 – 5721409 fax: 053 - 5726365
e-mail: info@tifaoverbeek.nl web: www.tifaoverbeek.nl

Berekeningen: Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. te Zwolle

De waarden zijn met de grootste zorg door Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. berekend conform NEN 1068:2001 en NEN-EN-ISO 10077-1
Aan de berekende waardes kunnen geen rechten worden ontleend.



timmerfabriek
OVERBEEK bv

Kwaliteitsverklaring

Warmtedoorgangscoefficiënt U_w van het Passiefkozijn

Product: Houten kozijn
Product naam: Passiefkozijn EMP
Materiaal: Vuren



$U_{w;gem}$ 0,78 W/(m².K)

Waarden volgens rapport Nz070337aaAO.wla
Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. d.d. 24-05-2011



RAADGEVENDE INGENIEURS

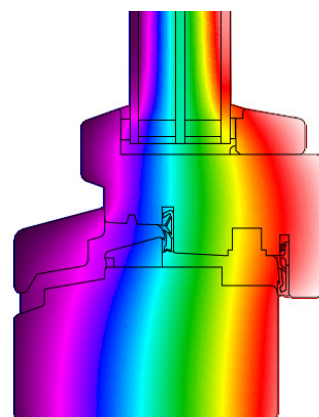
Nieman
Bouwfysica, -techniek en -regelgeving



Kozijnen en ramen opgebouwd uit verschillende houtsoorten,
(Vuren $\lambda = 0,113$ W/(m.K), Accoya $\lambda = 0,108$ W/(m.K))

Beglazing

Dikte: 44 mm (4-16-4-16-4)
 U_{glas} : 0,60 W/(m².K)
Afstandhouder: Thermix[®] TX.N[®]
 Ψ_g : Draaikiep 0,038 W/(m.K)
 Ψ_g : Vastglas 0,035 W/(m.K)



	Vastglas	profiel breedte	Draaikiepraam	profiel breedte
U_{fr} onder	0,98 W/(m ² .K)	92mm	0,95 W/(m ² .K)	136mm
U_{fr} boven en stijl	0,89 W/(m ² .K)	67mm	0,95 W/(m ² .K)	111mm
$U_{fr;gem}$ *	0,92 W/(m ² .K)		0,95 W/(m ² .K)	
U_w*	0,76 W/(m².K)		0,80 W/(m².K)	

* gemiddelde U-waarde voor kozijn met afmeting 1,23 x 1,48 m¹

Gemiddelde warmtedoorgangscoefficiënt passiefkozijn EMP
0,78 W/(m².K)

Producent: Timmerfabriek Overbeek BV
Textielstraat 22 7483 PB Haaksbergen
tel: 053 – 5721409 fax: 053 - 5726365
e-mail: info@tifaoverbeek.nl web: www.tifaoverbeek.nl

Berekeningen: Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. te Zwolle

De waarden zijn met de grootste zorg door Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. berekend conform NEN 1068:2001 en NEN-EN-ISO 10077-1
Aan de berekende waardes kunnen geen rechten worden ontleend.

Passiefkozijn

een passend antwoord



**Houten kozijnen voorzien
van 3-voudige beglazing met
een zeer lage Uw-waarde.**

EBP

Hardhout FSC / PEFC

EMP

Naaldhout FSC / PEFC

EHP

Geïsoleerd lariks PEFC



www.passiefkozijn.nl

In de woningbouw wordt steeds meer aandacht gegeven aan een goede isolatie. Het energieverbruik van een gemiddelde woning zal in de nabije toekomst drastisch dalen. Het Passiefkozijn is specifiek ontwikkeld om het warmtelek te beperken. Met het Passiefkozijn wordt een U-raam van 0,8 W/m².K gehaald. Afhankelijk van de gevraagde Uwaarde kan een keuze in de houtsoort worden gemaakt. Het Passiefkozijn is in drie verschillende uitvoeringen verkrijgbaar:

EHP



Geisoleerd lariks PEFC

EMP



Naaldhout FSC / PEFC

EBP



Hardhout FSC / PEFC

VOORDELEN

Besparingen:

- Vermindering van de verwarmingskosten, zelfs bij grote oppervlakten.
- Geen radiatoren nodig onder de kozijnen.

Comfort:

- Geen koude zone meer bij de kozijnen
- Zeer aangenaam binnenklimaat.

Milieu:

- Laag verbruik van fossiele brandstoffen
- Vermindering van de CO²- uitstoot.

TOEPASSING

Passiefkozijnen komen tot hun recht in Lage energie of passiefgebouwen, zowel bij: nieuwbouw als renovatie en woningbouw als utiliteitsbouw.

Kenmerken:

- Inbraakwerendheid klasse 2
- Luchtdichtheid klasse 3
- Qv10 = 0,15 / N50 = 0,6
- Dubbele dichting
- Voordeur opstap 20 mm
- KOMO certificaat
- 10 jaar verzekerde SGT garantie
- 6 jaar luchtdichtheidsgarantie

Keuze:

- g-waarde 0,48 / 0,6
- Kleur kozijnen
- Ral / transparant
- Glas Ugl: 0,7, 0,6, 0,5
- Houtsoort

Type kozijn	EHP			EMP (vuren)			EBP		
Uglas	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5
Standaard 3-voudig Glassvulling Argon(Ar) krypton (kr) g-waarde 0,48 / LTA	Ar	Ar	Ar/kr	Ar	Ar	Ar/kr	Ar	Ar	Ar/kr
Passief helder 3-voudig Glassvulling Argon(Ar) krypton (kr) g-waarde 0,6 / LTA	Ar	Ar/kr	kr	Ar	Ar/kr	kr	Ar	Ar/kr	Kr
Draaikiepraam	0,86	0,79	0,73	0,87	0,80	0,74	0,94	0,87	0,80
Vastglas	0,83	0,75	0,67	0,84	0,76	0,68	0,88	0,80	0,72
Vastglas 30 min brandwerendheid							x		

Warmtedoorgangscoefficient volgens EN 10077 / NEN 1068. Afmeting 1,23 x 1,48

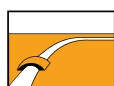
Uwaarde kozijn is terug te vinden op onze kwaliteitsverklaringen. Zie hiervoor www.passiefkozijn.nl - Afmeting kozijnhout 67x114

Minimale afmeting Passiefkozijn met draaikiepraam (bxh)	500 x 500
Maximale afmeting Passiefkozijn met draaikiepraam (bxh)	1100 x 1200 700 x 2300

Maximale kozijnafmeting, tussenstijlen en tussendorpels volgens opgave Timmerfabriek Overbeek

Gewogen geluidsisolatie in dB(A)				
Glas: 4-16-4-16-4	R _A weg	R _A rail	R _A lucht	R _A buiten
Draaikiepraam	26,4	33,6	28,7	26,4
Vast glas	26,0	33,2	28,2	26,0

De berekeningen zijn op basis van een vooraf bepaalde kozijnafmeting gemaakt. De uiteindelijke vorm, afmeting, percentage hout, type glas, type afstandhouder en bouwkundige aansluiting hebben invloed op de berekende U raam. De waarden zijn met grootste zorg door Adviesbureau Nieman B.V. berekend conform NEN 1068:2001 en NEN 5128:2004. Aan de berekende waardes kunnen geen rechten worden ontleend.

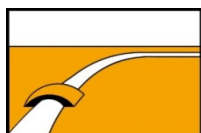


Textielstraat 22 • 7483 PB Haaksbergen • T 053-5721409

info@tifaoverbeek.nl • www.tifaoverbeek.nl



www.passiefkozijn.nl



timmerfabriek
OVERBEEK bv

Omschrijving	$U_{fr,gem}$ W/(m ² .K)	Afstand- houder	$\Psi_{afstand}$ W/(mk)	U_{glas} W/(m ² .K)	U_w W/(m ² .K)
--------------	---------------------------------------	--------------------	----------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

EHP Geïsoleerd lariks					
Vast glas*	0,86	Thermix	0,035	0,6	0,75
Draaikiep raam 82x105mm*	0,92	Thermix	0,038	0,6	0,79
Buitendraaiende deur 98mm 2 stapeldorpels**	1,00	Thermix	0,039	0,6	0,86
Buitendraaiende deur 98mm 4 stapeldorpels**	0,99	Thermix	0,039	0,6	0,88
Buitendraaiende deur 98mm 6 stapeldorpels**	0,98	Thermix	0,039	0,6	0,89
Buitendraaiende deur 98mm 8 stapeldorpels**	0,98	Thermix	0,039	0,6	0,91

EMP Vuren					
Vast glas*	0,92	Thermix	0,035	0,6	0,76
Draaikiep raam 82x105mm*	0,95	Thermix	0,038	0,6	0,80
Buitendraaiende deur 98mm 2 stapeldorpels**	1,07	Thermix	0,039	0,6	0,90
Buitendraaiende deur 98mm 4 stapeldorpels**	1,05	Thermix	0,039	0,6	0,91
Buitendraaiende deur 98mm 6 stapeldorpels**	1,04	Thermix	0,039	0,6	0,93
Buitendraaiende deur 98mm 8 stapeldorpels**	1,03	Thermix	0,039	0,6	0,94

EMP Oregon pine - lariks					
Vast glas*	0,95	Thermix	0,035	0,6	0,76
Draaikiep raam 82x105mm*	0,99	Thermix	0,038	0,6	0,82
Buitendraaiende deur 98mm 2 stapeldorpels**	1,07	Thermix	0,039	0,6	0,90
Buitendraaiende deur 98mm 4 stapeldorpels**	1,05	Thermix	0,039	0,6	0,91
Buitendraaiende deur 98mm 6 stapeldorpels**	1,04	Thermix	0,039	0,6	0,93
Buitendraaiende deur 98mm 8 stapeldorpels**	1,03	Thermix	0,039	0,6	0,94

EMP Accoya					
Vast glas*	0,89	Thermix	0,035	0,6	0,75
Draaikiep raam 82x105mm*	0,92	Thermix	0,038	0,6	0,80
Buitendraaiende deur 98mm 2 stapeldorpels**	1,07	Thermix	0,039	0,6	0,90
Buitendraaiende deur 98mm 4 stapeldorpels**	1,05	Thermix	0,039	0,6	0,91
Buitendraaiende deur 98mm 6 stapeldorpels**	1,04	Thermix	0,039	0,6	0,93
Buitendraaiende deur 98mm 8 stapeldorpels**	1,03	Thermix	0,039	0,6	0,94

EBP Meranti					
Vast glas*	1,10	Thermix	0,035	0,6	0,80
Draaikiep raam 82x105mm*	1,15	Thermix	0,038	0,6	0,87
Buitendraaiende deur 98mm 2 stapeldorpels**	1,09	Thermix	0,039	0,6	0,91
Buitendraaiende deur 98mm 4 stapeldorpels**	1,07	Thermix	0,039	0,6	0,92
Buitendraaiende deur 98mm 6 stapeldorpels**	1,06	Thermix	0,039	0,6	0,94
Buitendraaiende deur 98mm 8 stapeldorpels**	1,04	Thermix	0,039	0,6	0,95

*afmeting kozijn 1230x1480mm, $U_w = U_{kozijnhout/raamhout} + U_{glas} + \Psi_{afstand}$

**afmeting kozijn 1130x2434mm, dagmaat 960x2300mm, $U_w = U_{kozijnhout} + U_{deurhout} + U_{glas} + \Psi_{afstand}$

De waardes zijn met de grootste zorg door Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V. berekend conform NEN 1068:2001 en NEN-EN-ISO 10077-1, aan de waardes kunnen geen rechten worden ontleend.



CS 77

Ramen en deuren

R
REYNAERS
aluminium

Het raam- en deursysteem CS 77 biedt de hoogst mogelijke isolatie. Door het wisselen van de isolator is het mogelijk om te voldoen aan iedere gewenste isolatieklasse. Met dit complete systeem kunnen verschillende niveaus van inbraak-, brand-, geluid- en kogelwerendheid behaald worden. Met een brandwerendheid van 60 minuten WBDBO en een weerstandsklasse 2 tegen inbraak voldoet CS 77 aan alle moderne eisen.



**TOGETHER
FOR BETTER**

VARIANTEN



VLAK

BLIND

KOGELWEREND

TECHNISCHE KENMERKEN

Inbouwdiepte kozijn	68 mm
Sponninghoogte	25 mm
Beglazing	droge beglazing met EPDM
Glasdikte	6 - 53 mm
Thermische isolatie	23 mm glasvezelversterkte polyamidestribben

PRESTATIES

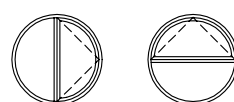
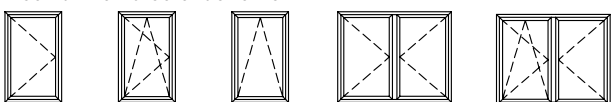
ENERGIE	Thermische isolatie EN 10077-2	$U_w \text{ W/m}^2\text{K} \geq 1,35^*$
COMFORT	akoestische reductie EN ISO 140-3; EN ISO 717-1	$R_w(C;Ctr) = \leq 50 (-2;-8) \text{ dB(A)}^*$
	luchtdoorlatendheid EN 1026; EN 12207	klasse 4; 600 Pa
	waterdichtheid EN 1027; EN 12208	klasse E750; 750 Pa
VEILIGHEID	inbraakwerendheid NEN 5096; ENV 1627; ENV 1630	WK2 (geschikt voor Politiekeurmerk Veilig Wonen) WK3**
	brandwerend NEN 6069; EN 1363-1; EN 1634-1	30 / 60 minuten**

* Afhankelijk van profiel (-combinatie) en glassamenstelling.

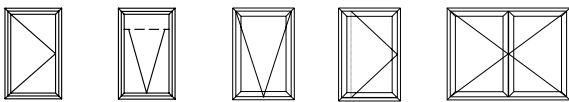
** Neem contact op met Reynaers voor de toepassingsmogelijkheden.

OPENINGSWIJZEN

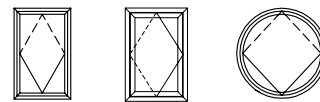
Naar binnen draaiende ramen



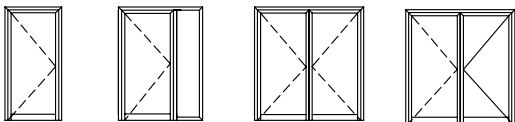
Naar buiten draaiende ramen



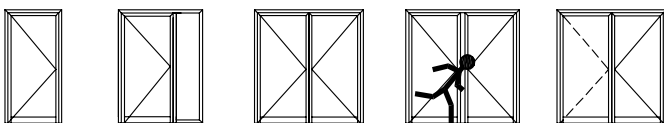
Tuimelramen



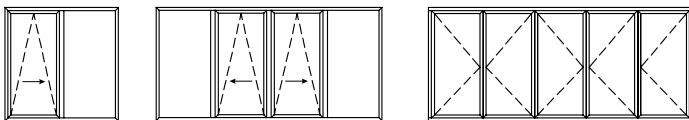
Naar binnen draaiende deuren



Naar buiten draaiende deuren

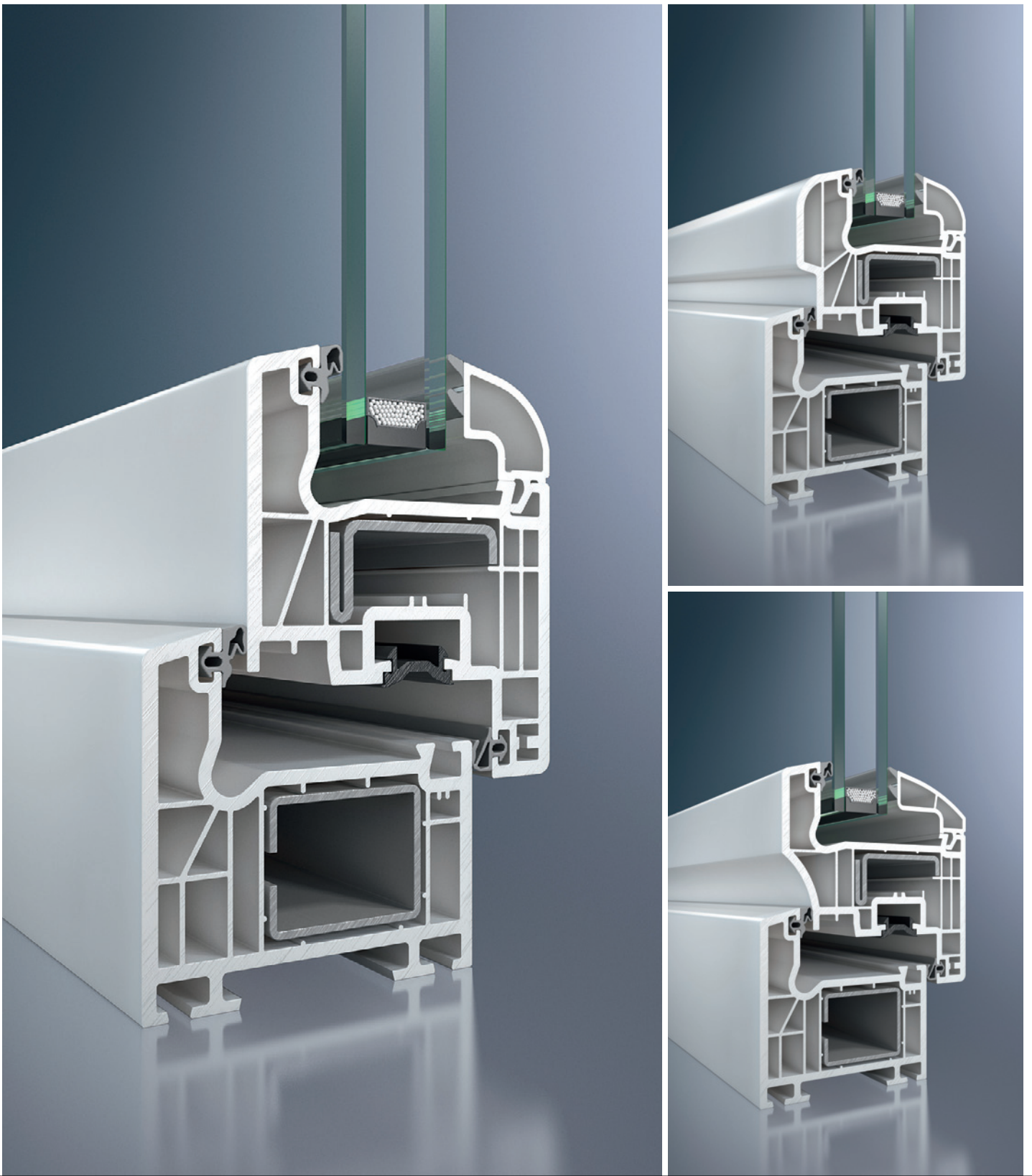


Speciale deuren



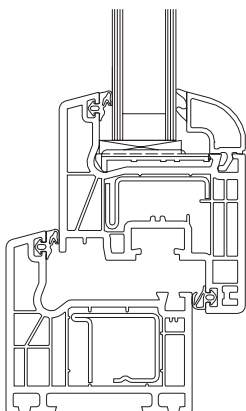
Schüco Corona CT 70

De ideale oplossing voor kunststof ramen
La solution idéale pour les fenêtres en PVC

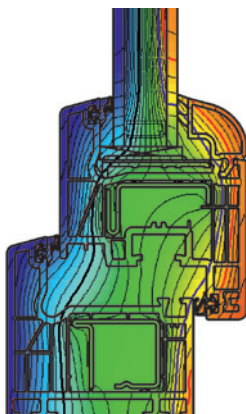


Schüco Corona CT 70

De ideale oplossing voor kunststof ramen
La solution idéale pour les fenêtres en PVC



Profieldoorsnede Corona CT 70
Coupe de principe Corona CT 70



De nieuwe norm voor thermische
isolatie van kunststof ramen
La nouvelle norme d'isolation
thermique des fenêtres en PVC

De Schüco Corona CT 70 raamsystemen leiden de kunststof ramen tot een ongeëvenaard hoger niveau. Dit systeem wordt gekenmerkt enerzijds door zijn uitstekende thermische isolatie-eigenschappen en anderzijds door zijn uitzonderlijke afdichtingen.

Eigenschappen en voordelen

- Inbouwdiepte van 70 mm
- Smalle aanzichtbreedte van slechts 120 mm
- 5 kamer profielsysteem met optimale isolatiewaarden
- Dubbele EPDM-dichting
- Vleugelprofielen verkrijgbaar in de stijlen Classic, Rondo, Cava
- Glasdiktes tot 40 mm bij Classic en Rondo, en 52 mm bij Cava
- Breed kleurenpalet
- Compatibel met alle gebruikelijke beslagssystemen
- Grote keuze aan toebehoren
- In combinatie met de profielcombinatie en beglazing zijn met standaard beglazing $U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ U_w -waarde van $1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ mogelijk

Le système de fenêtres Schüco Corona CT 70 sublime les performances des fenêtres en PVC. Ce système se distingue par ses excellentes propriétés d'isolation thermique et par une étanchéité remarquable.

Caractéristiques et avantages

- Profondeur de construction de 70 mm
- Largeur de vue étroite de 120 mm
- Profilés à 5 chambres d'isolation
- Double joints d'étanchéité EPDM
- Trois types d'ouvrants (Classic, Rondo et Cava)
- Épaisseur de vitrage de 40 mm en Classic et Rondo, et 52 mm en Cava
- Vaste choix de couleurs
- Compatible avec tous les systèmes de ferrures courants
- Large gamme d'accessoires
- Valeurs U_w jusqu'à $1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ avec vitrage standard $U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, selon la combinaison de profilés et le vitrage

Technische specificaties Données techniques

Test Test	Norm Norme	Waarde Valeur
Thermische isolatie Isolation thermique	DIN EN 12412-2	$U_i = 1,2 - 1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Geluidsisolatie Isolation acoustique	DIN EN ISO 140-3	tot jusqu'à $R_w = 48\text{dB}$
Inbraakwering Anti-effraction	DIN V ENV 1627	RC 2
Slagregendichtheid Étanchéité à l'eau	DIN EN 12208	klasse classe 9A
Luchtdoorlaatbaarheid Étanchéité à l'air	DIN EN 12207	klasse classe 4
Windbelastingweerstand Résistance au vent	DIN EN 12210	klasse classe C5/B5

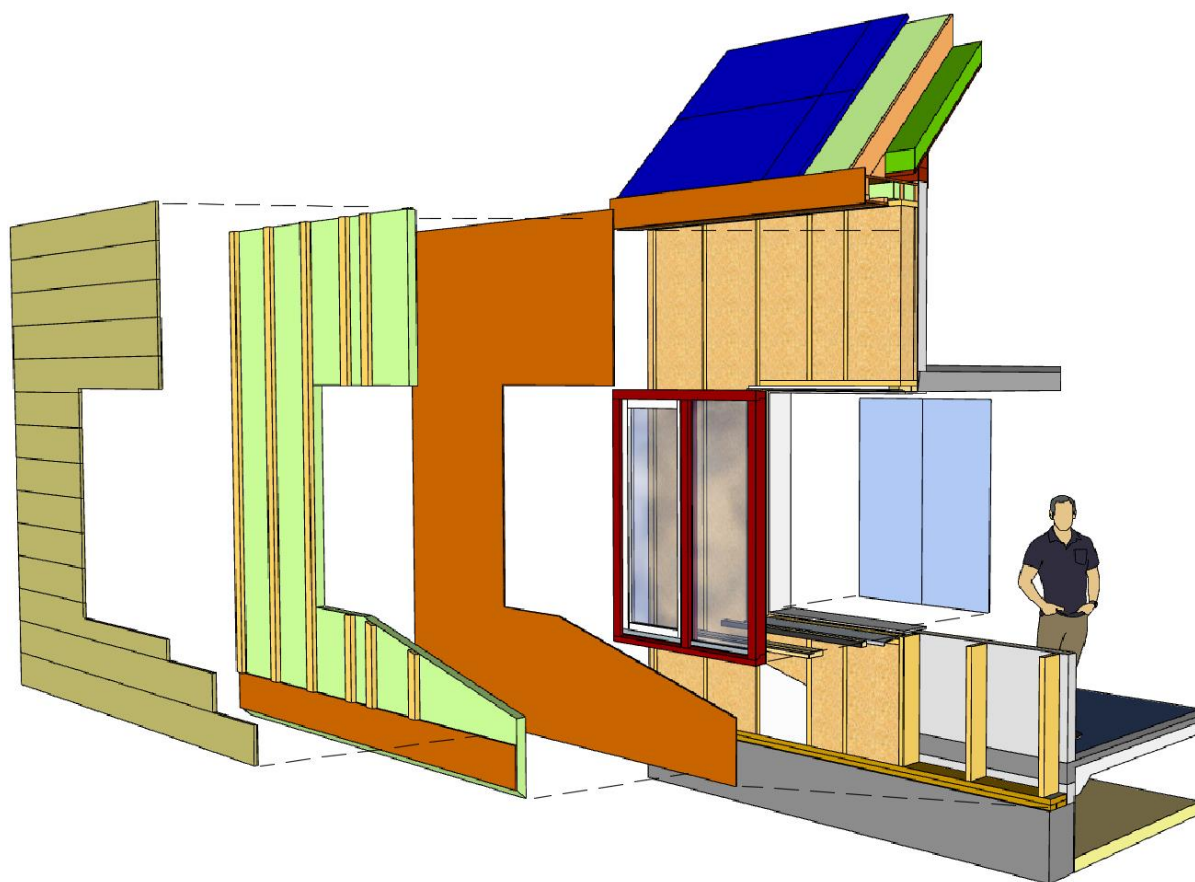
Schüco Belgium NV/SA
www.schueco.be

Schüco Nederland BV
www.schueco.nl

SCHÜCO

Deelonderzoek Bouwfysica

Upcyclen met vitrinekozijnen



Datum: 06-01-2017

Versie: 2.0

Status: definitief



SUPERUSE
STUDIOS

Scriptie vitrinekozijnconcept

Upcyclen met vitrinekozijnen

Gegevens student:

Naam: R.P. Middelburg
Studentnummer: 0860775
E-mail: 0860775@hr.nl
Tel: 06-38277261

Gegevens school:

Naam: Hogeschool Rotterdam, Academieplein
Adres: G.J. de Jonghweg 4-6
Postcode: 3015 GG Rotterdam
Afstudeerbegeleider: C. van Kranenburg
E-mail: c.van.kranenburg@hr.nl

Gegevens bedrijf:

Naam: Superuse Studios
Adres: Teilingerstraat 120, Rotterdam
Postcode: 3032 AW
Afstudeerbegeleider: J. Jongert
E-mail: jan@superuse-studios.com
Tel: 010-466 4444

Naam: SUS-Ateliers
Adres: Directiekade 23, Rotterdam
Postcode: 3089 JB
Afstudeerbegeleider: A. Karssenberg
Bouwfysisch expert: C. van Kranenburg
E-mail: a.j.karssenberg@hr.nl
Tel: 06-31796172

Gegevens document:

Datum laatst gewijzigd: 06-01-2017
Versie: 2.0
Status: definitief

Voorwoord

Dit deelonderzoek maakt deel uit van een grotere verzameling van deelonderzoeken. Deze deelonderzoeken beantwoorden samen de centrale hoofdvraag van het afstudeeronderzoek naar het vitrinekozijn.

Wat zijn de bouwfysische prestaties, bouwtechnische maatregelen en financiële gevolgen van het vitrinekozijnconcept voor nieuwbouw en renovatie conform Bouwbesluit 2015?

Dit deelonderzoek doet onderzoek naar de bouwfysische prestatie van het vitrinekozijn met het oude kozijn van Dempostraat 63 en de gevelopbouw van Achterdonk 60. Als onderdeel van dit deelonderzoek wordt er berekend of de warmteweerstanden en warmtedoorgangscoefficienten voldoen aan het Bouwbesluit 2015. Tevens wordt er onderzocht naar daglicht, zonnewarmte en condensatie. Aan de hand van dit deelonderzoek kan het opvolgende deelonderzoek naar bouwtechniek worden uitgevoerd.

Samenvatting

Het vitrinekozijnconcept is ontwikkeld als een reactie op het Europees Energiebeleid voor 2050 (SER,2013) en de mate van duurzaamheid in de huidige woningbouw. Het vitrinekozijn kan de milieuvriendelijkheid van de woningbouw verhogen door gebruik te maken van gerecyclede, hergebruikte of biobased materialen. Dit geldt voor zowel de nieuwbouw als renovatie voor het behalen van een energieneutraal 2050. Door het vitrinekozijnconcept wordt er gebruik gemaakt van de toekomstige vergrootte afvalstroom van kozijnen voor een meer circulaire waarde in het woningontwerp.

Uit de thermische berekeningen conform NEN-EN-ISO 10077-1 is gebleken dat niet elke vorm van het vitrinekozijn voldoet aan Bouwbesluit 2015. Als het oude kozijn een ventilatierooster heeft, dan moet er een bufferruimte van 40mm diep worden toegepast. De vitrinekozijnen zonder ventilatierooster halen wel de minimale U_w -waarde. Hierdoor kan gesteld worden dat de bufferruimte met een minimale warmteweerstand van $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ nodig heeft om oude dubbelglaskozijnen met ventilatieroosters toe te mogen passen in nieuwbouw.

De hygrothermische berekeningen laten zien dat er oppervlaktecondensatie optreedt bij niet geventileerde kozijnen met een bufferruimte van 340mm en 240mm. Dit komt doordat de warmteweerstand van deze ruimte $0,40 \text{ m}^2\text{K/W}$ is. Deze isoleert beter dan de bufferruimtes van 140mm en 40mm, waaraan een warmteweerstand van $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ toegekend. Doordat de warmteweerstand hoger is, is de temperatuur bij het dubbelglas lager. Deze lagere temperatuur zorgt voor de condensatie in januari en februari aan de binnenzijde van het dubbelglas. Bij kozijnen met glasvervanging treedt er geen condensatie op bij de vier bufferruimtediepten.

Uit de bouwfysische berekeningen is gebleken dat het toepassen van een vitrinekozijn met de boven beschreven ongunstige waarden en ventilatieroosters, een bufferruimte van 40mm nodig heeft om in de nieuwbouw te mogen worden toegepast. Dubbelglaskozijnen zonder ventilatieroosters krijgen een bufferruimte van 40mm of 140mm. Als deze bufferruimten worden aangehouden dan zal er geen condensatie optreden.

De gevels voor de buitenbladrenovatie hebben met prefabricatie een R_T -waarde van $7,30 \text{ m}^2\text{K/W}$. In het werk krijgt het buitenblad een warmteweerstand van $7,30 \text{ m}^2\text{K/W}$ bij een kopmaat van $40 \times 170 \text{ mm}$. Bij een kopmaat van $40 \times 195 \text{ mm}$ is deze warmteweerstand $7,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ en bij een kopmaat van $40 \times 220 \text{ mm}$ is deze $8,40 \text{ m}^2\text{K/W}$. De buitenbladrenovatie heeft in het werk geen ruimte voor dampremmende folies dus is er gebruik gemaakt van een dikkere biofoamisolatie in de spouw.

De gevels voor de binnenbladrenovatie hebben een R_T -waarde van $6,70 \text{ m}^2\text{K/W}$ bij een kopmaat van $40 \times 170 \text{ mm}$, een R_T -waarde van $7,30 \text{ m}^2\text{K/W}$ bij een kopmaat van $40 \times 195 \text{ mm}$ en een R_T -waarde van $7,80 \text{ m}^2\text{K/W}$ bij een kopmaat van $40 \times 220 \text{ mm}$. Bij de kopmaat van $40 \times 170 \text{ mm}$ is geen hygrothermische berekening uitgevoerd doordat deze de minimale warmteweerstand van $7,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ niet haalt. Bij de andere twee kopmaten is het belangrijk dat een dampremmende laag wordt toegevoegd aan de voorzetwand doordat er condensatie tussen het bestaande binnenblad en de houtvezelisolatie ontstaat. In de berekeningen is deze dampremming in de vorm van PE-folie toegebracht.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding tot onderzoek	6
1.1 Aanleiding tot onderzoek.....	6
1.2 Doelstelling van onderzoek.....	6
1.3 Centrale hoofdvraag	6
2. Kader en theorie	7
2.1 Vergelijking oude en nieuwe kozijnen	7
2.2 Bouwfysische berekeningen vitrinekozijn en renovatiegevels	7
2.3 Begrippen	8
3. Onderzoeksopzet	11
3.1 Berekenen warmtedoorgangscoefficienten vitrinekozijn	11
3.2 Berekenen dynamisch en hygrothermisch transport vitrinekozijn	12
3.3 Berekenen daglichttoetreding vitrinekozijn	12
3.4 Berekenen warmteweerstanden renovatiegevels.....	12
3.5 Berekenen dynamisch en hygrothermisch transport renovatiegevels.....	13
4. Onderzoek en analyse	14
4.1 Warmtedoorgangscoefficienten vitrinekozijn	14
4.2 Hygrothermisch damptransport vitrinekozijn	15
4.3 Daglichttoetreding vitrinekozijn	17
4.4 Warmteweerstanden renovatiegevels	18
4.5 Hygrothermisch damptransport renovatiegevels.....	19
5. Conclusie	20
Bijlage I Bibliografie	21
Bijlage II Bouwfysische berekeningen vitrinekozijn	22
Bijlage III Bouwfysische berekeningen renovatiegevels	23
Bijlage IV Productdocumentatie.....	Error! Bookmark not defined.

1. Inleiding tot onderzoek

1.1 Aanleiding tot onderzoek

Conform het Europees Energiebeleid moet de gehele woningvoorraad van Nederland energieneutraal zijn in 2050 (SER, 2013). Dit betekent dat nieuwbouw- en renovatieprojecten energieneutraal moeten worden uitgevoerd. Echter met oog op duurzaamheid is het minimaliseren van de energievraag niet genoeg. Door deze nieuwbouw- en renovatieprojecten ontstaan afvalstromen van bouwmaterialen. Er kan gebruik worden gemaakt van deze afvalstromen met kozijnen, door hergebruik voor renovatie en nieuwbouw. Dit verlaagt de totale afvalstroom van bouwproducten in Nederland en geeft een meer milieuvriendelijke woningvoorraad.

Door dit kozijnconcept zou de milieu impact van nieuwe en te renoveren woningen kunnen worden verlaagd, de nieuwe woningen door middel van hergebruik en de gerenoveerde woningen door middel van een verkleining van de afvalstroom. Als bijproduct kan de levensduur van de oude kozijnen worden verlengd samen met de levensduur van te renoveren woning.

Dit vitrinekozijnconcept dient bouwfysisch te worden doorgerekend. Dit om een onderbouwende conclusie te geven over de werking van het concept. In het deelonderzoek van de nulsituatie is deze vormgegeven met kozijnen, materialen en bouwmethode.

1.2 Doelstelling van onderzoek

De doelstelling van dit deelonderzoek is het bouwfysisch doorrekenen van de gerenoveerde situatie met het vitrinekozijnconcept aan de hand van warmteverlies, daglichttoetreding, damptransport en akoestische wering. Hiermee zal tevens blijken of het concept volgens de nieuwbouweisen van het Bouwbesluit 2015 kan worden toegepast.

1.3 Centrale hoofdvraag

Dit deelonderzoek is onderdeel van een groter afstudeeronderzoek. Om deze reden wordt voor dit deelonderzoek geen aparte centrale hoofdvraag gesteld, maar wordt onderzocht hoe het vitrinekozijn presteert qua warmteverlies en daglichttoetreding. Ook wordt er onderzocht of er met het concept condensatie rondom het kozijn zal optreden dat schimmelgroei als gevolg heeft.

Verder worden de warmteverlies- en vochtberekeningen ook toegepast voor de renovatiegevels. Dit om een zo reëel beeld te schetsen hoe de vitrinekozijnen moeten worden toegepast in de bouwtechnische uitwerking van deelonderzoek Bouwtechniek. Doordat de focus van voornamelijk op het vitrinekozijn zijn deze berekeningen later toegevoegd.

2. Kader en theorie

2.1 Vergelijking oude en nieuwe kozijnen

Om de bouwfysische eigenschappen van het vitrinekozijnconcept herkenbaar te maken, wordt er een vergelijkend overzicht opgesteld. Deze vergelijking moet ervoor zorgen dat het eenvoudiger wordt voor aannemers, architecten en andere partijen om in te zien hoe het vitrinekozijn presteert. Voor de vergelijking wordt er gezocht naar kozijnen met HR++-beglazing en naar drievoudig beglaasde passiefkozijnen. HR++ beglaasde kozijnen worden veelal toegepast in de hedendaagse woning en passiefkozijnen zijn een van de beste bouwfysisch presterende kozijnen die tot nu toe op de Nederlandse bouwmarkt verkrijgbaar zijn.

De kozijnen worden vergeleken op Uw-waarden, G-waarden en LTA-waarden. Tevens wordt er door middel van deelonderzoek Bouwtechniek een financiële vergelijking gegeven voor de nulsituatie. Akoestische waarden van het concept zullen niet worden berekend door de hoge complexiteit van de benodigde berekeningen. Ook zal luchtdichtheid niet worden meegenomen in de vergelijking doordat deze in de praktijk gemeten moet worden. Dit vereist een mock-up, diverse materialen en apparatuur. Hier is in de gegeven twintig werkweken geen tijd voor naast de andere deelonderzoeken. In deelonderzoek Bouwtechniek zal er voor het bouwtechnisch uitwerken van het concept in de detaillering rekening worden gehouden met luchtdichtheid.

2.2 Bouwfysische berekeningen vitrinekozijn en renovatiegevels

De bouwfysische berekeningen worden uitgewerkt om te onderzoeken indien het vitrinekozijnconcept volgens het Bouwbesluit 2015 zou mogen worden toegepast in renovatie en nieuwbouw. De volgende bouwfysische aspecten zullen worden behandeld:

- Warmteweerstanden (R_c -waarde) renovatiegevels;
- Warmtedoorgangscoefficienten (U_w -waarde) vitrinekozijnstanden;
- G-waarde (voorheen ZTA) vitrinekozijnen;
- LTA-waarde vitrinekozijnen;
- Oppervlaktecondensatie;
- Condensatie in constructies.

Koudeval wordt niet berekend ter plaatse van de oude kozijnen. Dit is een aspect die in verband met de planning en complexiteit van de berekeningen tot R_c -waarden voor de bufferruimten wordt beredeneerd.

2.3 Begrippen

Afvalstroom

Dit is het afval, beschouwd als een continu door de moderne maatschappij heen vloeiende, voor ingrijpen vatbare stroom. Bij bouw- en slooprojecten komt een stroom van bouwafval vrij die kan worden hergebruikt of gerecycled.

Biobased

Het begrip biobased houdt in dat het betreffende materiaal 100% natuurlijk is. Dus geheel organisch zonder enige toevoegingsmiddelen of afwerkingen die anorganisch en/of onnatuurlijk zijn. Een biobased materiaal kan afgebroken worden door de biosfeer (zie circulaire economie) zonder dat het milieu beschadigd wordt.

Circulaire economie, visie

MVO Nederland (december 2016) omschrijft een circulaire economie als volgt: “De circulaire economie is een economisch systeem dat bedoeld is om herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren. Anders dan in het huidige lineaire systeem, waarin grondstoffen worden omgezet in producten die aan het einde van hun levensduur worden vernietigd.” Dit houdt in dat afval wordt getransformeerd tot nieuwe producten. Deze transformatie kan zowel in de biosfeer als technosfeer plaats vinden.

Circulaire economie, biosfeer

Dit omschrijft de biologische wijze van afbreken van materialen van eindproducten tot grondstoffen voor nieuwe producten. Deze wijze gaat uit van maximaal recyclen waarbij al het geproduceerde afval via de natuur als grondstof wordt gebruikt.

Circulaire economie, technosfeer

Dit omschrijft de industriële wijze van afbreken van materialen van eindproducten tot grondstoffen voor nieuwe producten. Deze wijze gaat uit van maximaal recyclen en hergebruiken waarbij al het geproduceerde afval via de industrie wordt gerecycled of hergebruikt.

Duurzaamheid, sustainability en durability

Een economische, technische en ecologische visie op een proces of ontwerp. Voor dit deelonderzoek is de duurzaamheid gericht op het vitrinekozijn en bouwmethode. Duurzaamheid heeft geen vaste definitie, maar wel een overkoepelende visie. Het begrip duurzaamheid kan worden omschreven als de minimalisatie van de klimaat impact in de bouw. Duurzaamheid kan worden verdeeld onder sustainability en durability.

Sustainability behandelt onderwerpen als milieu impact, energie, recycling en hergebruik. Durability behandelt onderwerpen als technische en economische levensduur, flexibiliteit en onderhoudsvriendelijkheid.

Energielabel

Een energielabel is een tool om inzichtelijk te maken hoe energiezuinig een bouwwerk of machine is. De minst zuinige energielabel is G en de meest zuinige is A++. Er is nog één niveau van energiezuinigheid boven A++, maar deze wordt veelal aangegeven als “label Eigenwarmte”, energieneutraal of nul-op-de-meter (NoM).

Er zijn twee soorten energielabels, namelijk voorlopige en definitieve labels. De voorlopige labels worden bepaald aan de hand van het Kadaster op bouwjaar, type woning en afmetingen. Enige aanpassingen aan de woning na oplevering zijn niet meegenomen. De definitieve labels worden verstrekt aan de hand van een gespecialiseerde meting en opname van de woning.

G-waarde

Factor voor de hoeveelheid zonnewarmte die door een transparant materiaal dringt.

Hergebruiken

Het opnieuw gebruiken van producten die uit de afvalstroom komen. Met uitzondering op bepaalde bewerkingen als zagen of verven, blijft de oorspronkelijke vorm van het product behouden. De oorspronkelijke functie hoeft niet te worden behouden.

Koudeval

Bij koudeval wordt de luchtlaag tegen een oppervlak afgekoeld. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen bij een kozijn gedurende koudere dagen in het jaar waarbij de woning verwarmd moet worden. Doordat koude lucht een hogere dichtheid heeft dan warme lucht, zal de koude lucht door zwaartekracht dalen. Als deze koudeval niet wordt gecompenseerd door een warme luchtstroom, dan kan dit verschijnsel tot een onbehagelijk binnenklimaat leiden¹.

Kozijn, vleugel

Draaiende of beweegbare delen in een kozijn. Denk hierbij aan draaikiep- en valramen.

LTA-waarde

Factor voor de hoeveelheid daglicht die door een transparant materiaal dringt.

Nulsituatie

Dit is een omschrijving van de bouwtechnische situatie in dit onderzoek waar berekeningen over worden losgelaten. Deze situatie is in dit onderzoek een buitenblad- en binnenbladrenovatiesituatie op het gekozen referentieadres.

Recyclen

Het opnieuw gebruiken van stoffen uit de afvalstroom om nieuwe producten te produceren. Denk hierbij aan het omsmelten van stalen profielen tot nieuwe stalen profielen.

¹ Nederlands Vlaams Bouwfysica Vereniging, 2011. “Ontwerprichtlijnen ter voorkoming van koudeval”. Geraadpleegd januari 2017.

Upcycling

Dit is een vorm van hergebruiken. Hierbij krijgt het bestaande product een nieuwe of toegevoegde waarde. De functie van het bestaande product hoeft niet behouden te worden voor upcycling.

Vitrinekozijn, bufferdiepte

De diepte of afstand vanaf de achterzijde van het hergebruikte kozijn tot het enkelglas.

Vitrinekozijn, bufferruimte

Het volume tussen de achterzijde van het hergebruikte kozijn en het enkelglas.

Warmtedoorgangscoefficiënt (Uw-waarde)

Door middel van een warmtedoorgangscoefficiënt wordt de thermische kwaliteit van beglazing, deuren en kozijnen aangegeven. De warmtedoorgangscoefficiënt van beglazing wordt aangegeven met de formule U_{gl} (glass), de formule van kozijnen als U_{fr} (frame) en de formule van het totale raam als U_w (window).

Warmtegeleidingscoefficient (lambda-waarde of λ_{calc})

Door middel van een warmtegeleidingscoefficient wordt aangegeven hoe veel warmte een bepaald materiaal door geleiding doorlaat of verliest. Hoe lager de lambda-waarde, hoe minder warmte het materiaal geleid en dus hoe beter het isoleert.

Warmteweerstand (R_m -waarde)

De warmteweerstand van bijvoorbeeld een dak- of gevelelement geeft aan hoeveel warmte er via het element verloren gaat door warmtetransport. Hoe hoger de R_m -waarde, hoe lager het warmteverlies en de energievraag voor het binnenklimaat.

3. Onderzoekopzet

3.1 Berekenen warmtedoorgangscoefficienten vitrinekozijn

Voor het berekenen van de warmteprestaties (U_w -waarden) van het vitrinekozijn zijn er vier kozijnstanden opgezet. Deze standen verschillen in de afstand van het kozijn tot de vitrinedeur. In deze standen wordt er onderscheid gemaakt tussen een hergebruikt kozijn die een ventilatierooster bevat en een hergebruikt kozijn die geen ventilatierooster bevat. Tevens wordt er per stand eenmaal berekend wat de thermische prestatie wordt als het oude dubbelglas wordt vervangen door HR++-glas. Deze situatie kan voorkomen wanneer de oude beglazing is beschadigd. HR-beglazing wordt over het algemeen veelal toegepast in de Nederlandse nieuwbouw.

Tabel 3.1a Overzicht warmteweerstanden bufferruimten

	R_{cav} 340mm (m^2K/W)	R_{cav} 240mm (m^2K/W)	R_{cav} 140mm (m^2K/W)	R_{cav} 40mm (m^2K/W)
Geventileerd	0,10	0,10	0,15	0,25
Niet-geventileerd	0,40	0,40	0,25	0,25

De vitrinekozijnstanden zijn verdeeld over vier warmtebufferafstanden. De eerste stand heeft, aan de hand van de gevelafmetingen uit de voorgaande deelonderzoek, geen neggemaat. Hierdoor is een bufferafstand van 340mm gerealiseerd. De uiterste rand van het kozijn staat gelijk aan de gevelafwerking. De tweede stand heeft oud kozijn een bufferafstand van 240mm. De derde stand heeft diens kozijn in het midden van het nieuwe houtskeletelement en een bufferafstand van 140mm. De vierde stand heeft de kleinst mogelijke bufferafstand als de afstand met 100mm verkleind blijft worden. De bufferafstand is bij deze stand 40mm. Deze standen gelden voor zowel de buitenblad- als binnenbladrenovatie. Dit doordat alleen het vitrinekozijn wordt doorerekend.

Conform NEN 1068 en NEN-EN-ISO 100777-1 zullen de vitrinekozijnen worden berekend met afmetingen van 1230x1480mm. Het vitrinekozijn wordt berekend als een dubbelkozijn waarbij de U_w -waarde van het binnenste kozijn wordt vervangen voor de U_g -waarde van het enkelglas.

De warmteweerstanden voor de lucht in de bufferruimte is afhankelijk van de aanwezigheid van een ventilatierooster in het oude kozijn. Als er geen ventilatierooster aanwezig is in het oude kozijn, dan zal de lucht tussen het kozijn en het enkelglas als luchtlaag met een warmtestroom worden beschouwd. Als er een ventilatierooster aanwezig is, dan zal de luchtsnelheid in de bufferruimte verhoogd worden en de warmteweerstand lager uitvallen. Per stand en ventilatieaanwezigheid verschilt de warmteweerstand van deze lucht doordat de bufferruimte steeds minder diep wordt. In een spouw van 40mm dik wordt een warmteweerstand van 0,18 m^2K/W gerekend. Aan de hand van deze waarde is beredeneerd dat door de warmte van het binnenklimaat, de lucht in bufferruimte verwarmt (afzonderlijk van zonnewarmte). Een diepere bufferruimte van 340mm kan meer warmte opslaan dan een ruimte van 40mm diep. Door deze beredenering hebben de kozijnen met ventilatieroosters en een bufferafstand van 340mm, een warmteweerstand van 0,10 m^2K/W . Zo hebben de kozijnen zonder ventilatierooster en een bufferafstand van 340mm, een warmteweestand van 0,40 m^2K/W .

De bufferruimte wordt verwarmd door zonlicht. De temperatuurverhogingen door zonnewarmte worden echter niet meegenomen in de thermische berekeningen. Dit omdat deze zonnewarmte in de nacht niet aanwezig is en dit dus de meest ongunstigste situatie is om berekeningen over uit te voeren. Zo wordt het concept bouwfysisch gestrest.

3.2 Berekenen dynamisch en hygrothermisch transport vitrinekozijn

Het vormen van condens is met dit concept een aanzienlijke zorg. Dit doordat enig vocht tussen het oude kozijn en de vitrinedeur zeer matig zal worden geventileerd of zelfs helemaal niet. Dit houdt in dat het gecondenseerde vocht zal blijven liggen en dit heeft schimmelvorming en/of houtaantasting tot gevolg.

Door middel van een hygrothermische berekening met BINK 9.0.76 kan worden berekend of er condens zal ontstaan in de bufferruimte. Dit wordt dynamisch berekend over een “normale” bezetting (zoals in BINK vermeld) en volgens NEN-EN-ISO 13788:2013 (Annex A).

3.3 Berekenen daglichttoetreding vitrinekozijn

De daglichttoetreding van het vitrinekozijn wordt berekend zodat ontwerpende partijen dit niet zelf hoeven te doen. Deze toetreding is vooral van invloed op de omvang van de zonbelasting die door het jaar het bouwwerk binnen komt. Door middel van een vereenvoudigde berekening wordt de G-waarde en LTA-factor van het vitrinekozijn berekend.

3.4 Berekenen warmteweerstanden renovatiegevels

Voordat het vitrinekozijnconcept wordt doorgerekend is het van belang dat de bouwfysische prestaties van de gerenoveerde spouwmuur bekend zijn. Dit in verband met de maatvoering van bufferruimtes en materialisatie die uit deze thermische en damptransportberekeningen volgt. Als de materialisatie met diens maatvoering eenmaal bekend is, wordt het vitrinekozijnconcept doorgerekend met verschillende warmtebufferafstanden. Deze afstanden zijn onder andere afhankelijk van de neggematen waarop de hergebruikte kozijnen zijn geplaatst.

Zowel de buitenblad- als binnenbladrenovatie zal thermisch worden doorgerekend om een vergelijking te construeren van een thermische verbetering ten opzichte van de bestaande gevel. De gerenoveerde situatie zal een warmteweerstand van 7,0 m²K/W of hoger krijgen, want dit is de warmteweerstand waarna de installatietechnische voordelen zullen afnemen. De investeringskosten in het passief renoveren met nog hogere warmteweerstanden zal dan niet in verhouding te staan met de opbrengst. Ook wordt er voor deze warmteweerstand gekozen omdat er bij passiefwoningen naar een minimale energievraag wordt gestreefd naar een warmteweerstand van gevels en daken tussen 6,0-10,0 m²K/W².

De thermische weerstand van de gevels worden door middel van Rekentool Warmteweerstand van SBRCURnet berekend. Hiermee worden warmteweerstanden conform NEN 1068 berekend. Tevens wordt in Therm 7.4 de houten constructie vereenvoudigd berekend als warmteweerstand en omgerekend tot lambda-waarde in verband met een onbekend houtpercentage in de nieuwe gevel. Deze lambda-waarde wordt in de SBR Rekentool verwerkt als isolatielaag, zie bijlage III.

De maatvoering van de renovatiemethoden is overgenomen uit het deelonderzoek Nulsituatie. Bij de buitenbladrenovatie wordt het nieuwe houtskeletelement zowel geprefabriceerd als in situ getekend. Bij de binnenbladrenovatie wordt het nieuwe houtskeletelement echter niet geprefabriceerd doordat deze voorzetwanden te groot zijn om door een deuropening of raamopening binnen te komen. De afmetingen voor beplating blijft hetzelfde.

² ir. H.J.J. Valk (oktober 2012). “Passief Bouwen: Waarom en hoe?”. Geraadpleegd november 2016.

Indien de warmteweerstanden van de aangenomen maatvoering zijn berekend, wordt er met andere houtstijlafmetingen onderzocht of de spouwmuur slanker kan worden gemaakt zonder de warmteweerstand significant te verlagen. De houten stijlen in de aangenomen maatvoering zijn getekend als vuren hout met een kopmaat van 40x220mm, van 40x195mm en 40x170mm. De stelregels en spouwlaten hebben een kopmaat van 40x45mm³. In de buitenbladrenovatie zijn de spouwlaten door middel van schroeven door de biofoamisolatie verbonden met het houtskeletelement.

Bij de buitenbladrenovatie wordt rekening gehouden met zowel een renovatie met prefabricatie als een renovatie in het werk. Afhankelijk van de bouwtechnische uitvoering wordt één van deze uitvoeringsmethoden in deelonderzoek Bouwtechniek toegepast in de detaillering.

3.5 Berekenen dynamisch en hygrothermisch transport renovatiegevels

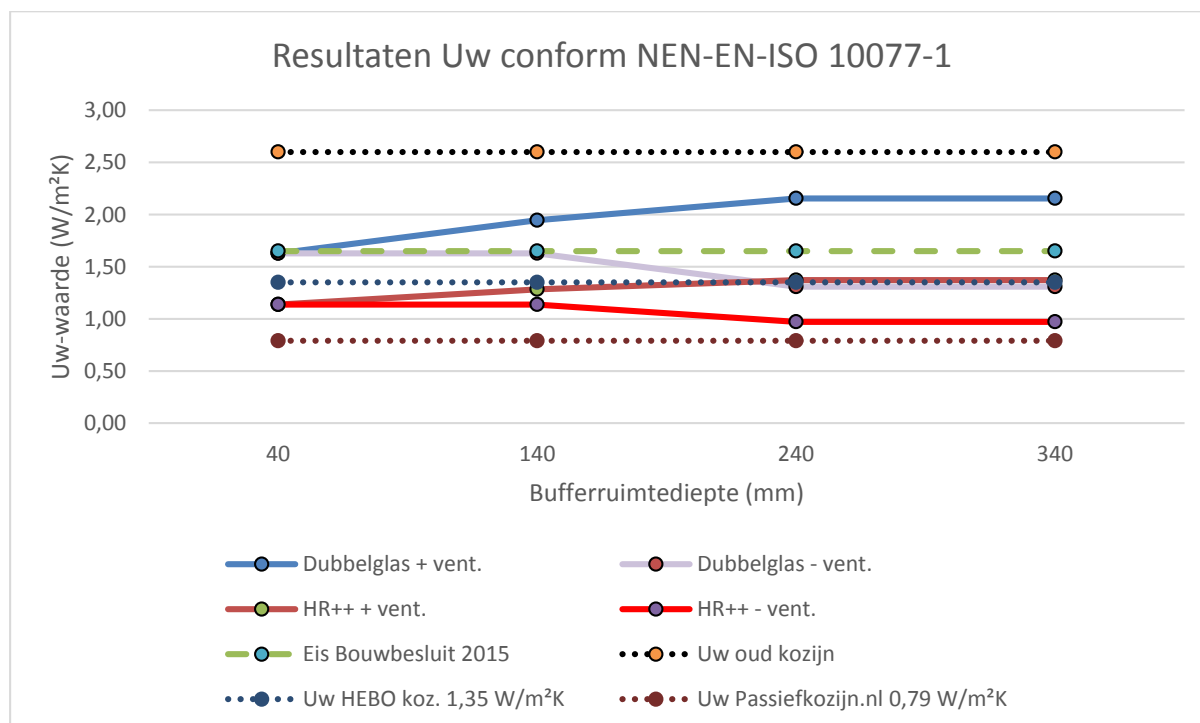
De nieuwe spouwmuur heeft een bepaalde selectie aan materiaallagen, waarvan niet zeker is indien er condensatie in de constructie optreedt. Bij het optreden van condensatie kunnen de bouwmaterialen door het vocht gaan schimmelen en rotten. Dit is vooral een risico voor de houtvezelisolatie, deze isolatie heeft een lage vochttoerantie en moet daardoor ook in droge omstandigheden worden aangebracht.

Met het programma BINK 9.0.76 wordt een hygrothermische berekening uitgevoerd, waarbij er dynamisch wordt berekend of er condensatie in de constructie optreedt. Anders dan een Glasermodel, die statisch berekent, heeft een dynamische berekening als voordeel dat verschillende dampspanningen en relatieve luchtvochtigheidgetallen worden meegenomen in de berekening. Hierdoor wordt betrouwbaar inzichtelijk gemaakt of er condensatie zal optreden gedurende het jaar. BINK 9.0.76 berekent de hygrothermische prestatie van de spouwmuur volgens NEN-EN-ISO 13788:2013 (Annex A). Er wordt verder gerekend met een doorsnede over de isolatielaag. Ook wordt zowel de renovatiemethode met een buitenbladrenovatie als een binnenbladrenovatie berekend.

³ Centrum Hout (2005). "Naaldhout in de bouw". Geraadpleegd november 2016.

4. Onderzoek en analyse

4.1 Warmtedoorgangscoefficienten vitrinekozijn



Figuur 1. Resultaten NEN-EN-ISO 10077-1

Tabel 4.1a Overzicht resultaten U_w -waarden

Eis BB 2015 = 1,65 W/m²K	40mm (W/m²K)	140mm (W/m²K)	240mm (W/m²K)	340mm (W/m²K)
Dubbelglas + vent.	1,63	1,95	2,16	2,16
Dubbelglas – vent.	1,63	1,63	1,31	1,31
HR++ + vent.	1,38	1,28	1,38	1,38
HR++ - vent.	1,38	1,14	0,97	0,97

Uit de thermische berekeningen conform NEN-EN-ISO 10077-1 is gebleken dat niet alle variaties op het vitrinekozijn mogen worden toegepast volgens het Bouwbesluit. De situaties waar het dubbelglas vervangen wordt met HR++beglazing mogen wel worden toegepast in de nieuwbouw. Dit geldt ook voor de situaties waarbij het vitrinekozijn met dubbelglas en zonder ventilatieroosters wordt toegepast. Echter bij de dubbelglaskozijnen met ventilatieroosters moet de bufferruimte een diepte van 40mm krijgen. Als de ruimte dieper wordt, dan gaat er te veel warmte verloren waardoor de U_w -waarde van het kozijn boven 1,65 W/m²K komt. Bij hergebruikte kozijnen met ventilatieroosters is het aan te raden om een bufferruimte van 40mm te gebruiken.

Het is een mogelijkheid om het glas in deze situaties te vervangen voor een lagere U_w -waarde terwijl het kozijn behouden blijft. Het glas moet dan naar een bedrijf worden gebracht die dit materiaal recyclet voor nieuwe glasproducten. Zo blijft het circulaire uitgangspunt van het concept intact. De kosten voor het vervangen van het glas en de overige kosten voor het vitrinekozijn zijn nog een aandachtspunt voordat deze vervanging onderbouwd kan worden. In deelonderzoek Bouwtechniek wordt de financiële verantwoording behandeld

4.2 Hygrothermisch damptransport vitrinekozijn

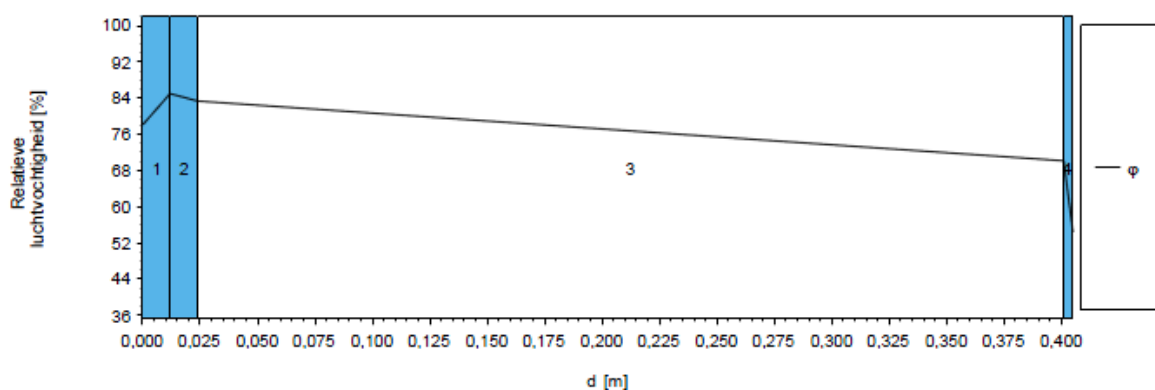
Tabel 4.2a Invoergegevens hygrothermische berekeningen BINK 9.0.76

Onderdeel vitrinekozijn	Materiaal	Dikte (mm)	ρ (kg/m ³)	μ (mu)
Kozijn - enkelglas	Europees grenen	62,0	540,0	100,0
	Enkelglas	4,0	2500,0	99999,9
	Dubbelglas	24,0	2500,0	99999,9
	HR++ -glas	24,0	2500,0	99999,9
	Enkelglas	4,0	2500,0	99999,9
Bufferruimte - enkelglas		340	1,2	1,0
		240	1,2	1,0
		140	1,2	1,0
		40	1,2	1,0
Dubbelglas - enkelglas		377	1,2	1,0
		277	1,2	1,0
		177	1,2	1,0
		77	1,2	1,0

Het vormen van condens rondom het kozijn is een aanzienlijke zorg voor het concept vanwege het risico op schimmelvorming en de aantasting van het hergebruikte kozijn. In de bufferruimte wordt minimaal geventileerd of zelfs niet, afhankelijk van de aanwezigheid van ventilatieroosters in het kozijn. Als er condensatie optreedt, dan zal het kozijn beschadigd worden omdat het vocht niet wordt verwijderd uit de bufferruimte.

In tabel 4.2a zijn de invoergegevens weergegeven die worden gebruikt in de hygrothermische berekeningen met BINK 9.0.76. Het houten kozijn heeft een maximale dikte van 103mm en een minimale dikte van 62mm. De meest ongunstigste dikte van 62mm zal gebruikt worden.

2.4.1.2.1 Relatieve luchtvochtigheid grafiek



Figuur 2. Fragment resultaten hygrothermische berekeningen BINK

Er zal per bufferruimtediepte worden berekend of er condens optreedt. Hierin wordt onderscheid gemaakt met situaties die een ventilatierooster in het kozijn hebben en situaties die glasvervanging zijn ondergaan. In het figuur hierboven is een resultaat van de hygrothermische berekeningen weergegeven. In de gehele doorsnede moet de relatieve luchtvochtigheid onder de honderd procent blijven. Zodra deze wordt overschreden, dan is de lucht verzadigd en zal er condens ontstaan.

Tabel 4.2b Resultaten hygrothermische berekeningen BINK 9.0.76

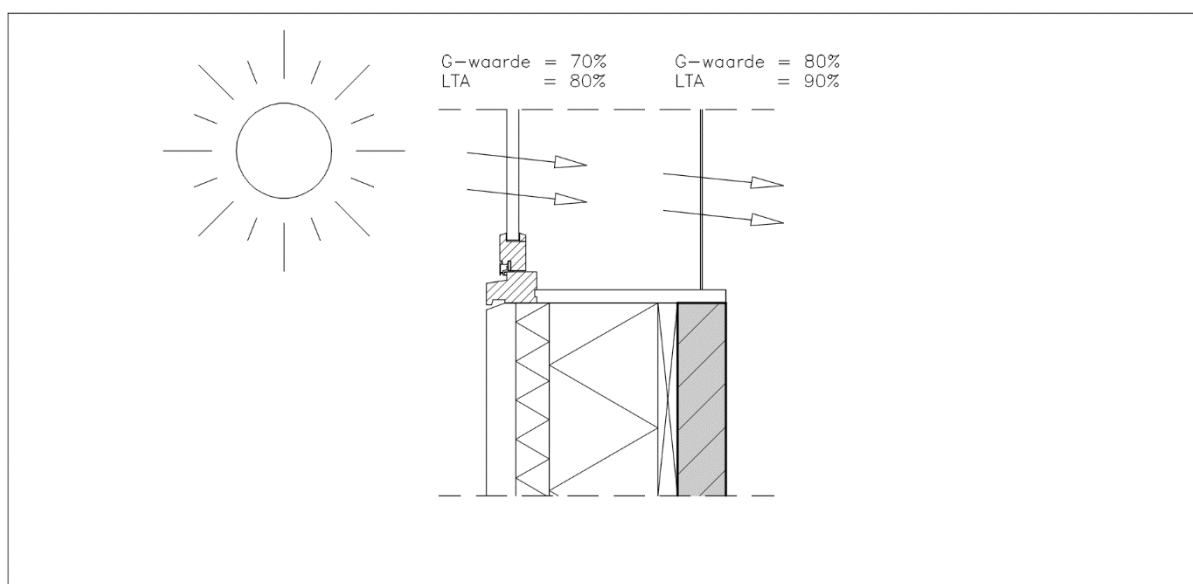
Situatiecode	Bufferruimte (mm)	Ventilatie-rooster?	Temp. aan kozijn (°C)	Condensatie?	Plaats van condensatie
Dubbelglas + vent.	340	J	8,89	N	-
Dubbelglas – vent.	340	N	6,22	J	Januari en februari, binnenzijde dubbelglas
HR++ + vent.	340	J	14,59	N	-
HR++ - vent.	340	N	12,22	N	-
Dubbelglas + vent.	240	J	8,89	N	-
Dubbelglas – vent.	240	N	6,22	J	Januari en februari, binnenzijde dubbelglas
HR++ + vent.	240	J	14,59	N	-
HR++ - vent.	240	N	12,22	N	-
Dubbelglas + vent.	140	J	8,32	N	-
Dubbelglas – vent.	140	N	7,35	N	-
HR++ + vent.	140	J	14,14	N	-
HR++ - vent.	140	N	13,31	N	-
Dubbelglas + vent.	40	J	7,35	N	-
Dubbelglas – vent.	40	N	7,35	N	-
HR++ + vent.	40	J	13,31	N	-
HR++ - vent.	40	N	13,31	N	-

In de tabel hierboven zijn de hygrothermische resultaten weergegeven. Uit de berekeningen is gebleken dat er condensatie optreedt bij de niet-geventileerde situaties met dubbelglas en een bufferruimte van 340mm en 240mm.

Bij deze situaties met hebben de bufferruimten een hogere warmteweerstand gekregen dan bij geventileerde vitrinekozijnen. Deze warmteweerstand is 0,40 m²K/W. Hierdoor geleidt het vitrinekozijn minder warmte richting het dubbelglas. Uit de resultaten is gebleken dat de temperatuur aan het dubbelglas 6,22°C is. Bij de andere bufferruimtes met dubbelglas is deze temperatuur 7,35°C en met HR++-glas is de temperatuur zelfs 13,31°C. De verhoging van temperatuur is in de andere situaties genoeg om oppervlaktecondensatie te voorkomen.

Door deze resultaten is het aan te raden om bij oude kozijnen waar geen ventilatieroosters in zitten, geen bufferruimte van 340mm of 240mm diep toe te passen. Voor de geventileerde situaties is elke bufferruimtediepte toepasbaar zonder risico op oppervlaktecondensatie.

4.3 Daglichttoetreding vitrinekozijn



Figuur 3. Verloop zonnewarmte en daglicht

In het figuur hierboven is weergegeven door welke materiaallagen het zonlicht en daglicht moeten gaan om het binnenklimaat te bereiken. Doordat de bouwfysische gegevens van het oude kozijn niet bekend zijn, wordt er een aanname gedaan over de glaseigenschappen die invloed hebben op lichtdoorlatendheid.

Dubbelglas heeft een G-waarde (voorheen ZTA-waarde) van 0,70⁴. Dit houdt in dat zeventig procent van de zonnewarmte van het buitenklimaat, afhankelijk van de kozijnoriëntatie en maand, het binnenklimaat bereikt. De LTA-factor van dubbelglas is 0,80. Hierdoor wordt enkel tachtig procent van het buitenlicht doorgelaten. Enkelglas heeft een G-waarde van 0,80 en een LTA-factor van 0,90. Voor het geval dat het dubbelglas wordt vervangen met HR++-beglazing dient er een G-factor van 0,60 en een LTA-waarde van 0,70 te worden toegepast.

Het daglicht en zonlicht moeten door twee materiaallagen (luchtlagen en interne glaslagen niet meegerekend). Dit betekent dat in de situatie met het oude kozijn zeventig procent van de zonnewarmte in de bufferruimte doorkomt en daarvan tachtig procent in het binnenklimaat. Met daglicht komt er negentig procent van tachtig procent door.

Tabel 4.3a Resultatenoverzicht glaseigenschappen vitrinekozijn

	G-waarde isolerend glas	G-waarde enkelglas	LTA isolerend glas	LTA enkelglas	G-waarde vitrinekozijn	LTA-waarde vitrinekozijn
Vitrinekozijnconcept	0,70	0,80	0,80	0,90	0,56	0,72
Glasvervanging	0,60	0,80	0,70	0,90	0,48	0,63

Het vitrinekozijn heeft een G-waarde van 0,56 en een LTA-waarde van 0,72. Na glasvervanging is de G-waarde 0,48 en de LTA-waarde 0,63.

⁴ SBR CURnet (z.d.). "Isolatieglas selecteren, situeren en monteren?". Geraadpleegd november 2016.

4.4 Warmteweerstanden renovatiegevels

Tabel 4.4a Resultatenoverzicht thermische weerstand gevelopbouw renovatie

Uitvoeringsmethode renovatie	Dikte spouwmuur (mm)	Dikte hsb (mm)	Dikte biofoam (mm)	λ hsb (W/mk)	R_T -waarde (m^2K/W)
Bestaand	320	-		-	2,40
Prefab 170 buiten	485	240	80	0,051	7,10
Prefab 195 buiten	490	265	60	0,050	7,10
Prefab 220 buiten	515	290	60	0,049	7,70
In situ 170 buiten	450	185	100	0,042	7,30
In situ 195 buiten	455	210	80	0,042	7,30
In situ 220 buiten	460	235	60	0,042	7,30
In situ 170 binnen	505	185	-	0,042	6,70
In situ 195 binnen	530	210	-	0,042	7,30
In situ 220 binnen	555	235	-	0,042	7,80

In de bestaande situatie heeft de spouwmuur een warmteweerstand van $2,4 m^2K/W$ met een dikte van 320mm. Afhankelijk van de kopmaten van de geschaafd vuren houten stijlen in de houtskeletelementen worden na de renovaties verschillende warmteweerstanden behaald. Er zijn voor zowel de buitenbladrenovatie als binnenbladrenovatie, drie verschillende kopmaten in het houtskeletelement gebruikt. Deze kopmaten zijn 40x220mm, 40x195mm en 40x170mm.

Er is gerekend aan de gerenoveerde gevels tot een R_T -waarde van $7,0 m^2K/W$ of hoger. In de tabel hierboven zijn de resultaten weergegeven per kopmaat en uitvoeringsmethode. Ook is de bestaande gevel berekend om de verbetering van de warmteweerstand aan te geven. De biofoam spouwisolatie varieert per uitvoeringsmethode doordat deze isolatie als enige qua afmetingen kan variëren. Doordat de kopmaten per renovatiemethode niet veranderen, heeft de kopmaat 40x170mm, bij de binnenbladrenovatie, een warmteweerstand lager dan $7,0 m^2K/W$.

In het deelonderzoek Bouwtechniek wordt verantwoord welke kopmaten gebruikt zullen worden voor de detaillering. De spouwmuur wordt na de buitenbladrenovatie 450 tot 515mm dik en na de binnenbladrenovatie 505 tot 555mm dik.

4.5 Hygrothermisch damptransport renovatiegevels

Tabel 4.2a Invoergegevens en uitvoeringsmethode hygrothermische berekeningen BINK 9.0.76

Onderdeel renovatie	Materiaal	Dikte (mm)	ρ (kg/m ³)	μ (mu)
Bestaand buitenblad	Baksteen, metselwerk	100	1600	9
Bestaand binnenblad	Kalkzandsteen	100	2000	12
Bestaand spouw	Stilstaande lucht	40	1,2	1
Spouw vals	Stilstaande lucht	40	1,2	1
Bestaand isolatie	Glaswol (flexibel)	80		
HSB-isolatie	Houtvezel (flexibel)	var.	50	3
Spouwisolatie	Biofoam (vormvast)	var.	20	90
Beplating	EcoBoard Standard	15	850	135 (wet cup)
Gevelbekleding	Western red cedar	25	330	100
Folie, waterkerend	-	0,1	-	-
Folie, dampremmend	-	0,1	-	45.000

Uitvoeringsmethode renovatie	Dikte spouwmuur (mm)	Dikte biofoam (mm)	R _T -waarde (m ² K/W)	Condensatie?	Plaats van condensatie
Prefab 170 buiten	485	80	7,10	N	-
Prefab 195 buiten	490	60	7,10	N	-
Prefab 220 buiten	515	60	7,70	J	Isolatie hsb
Incl. PE-folie	515	60	7,70	N	-
In situ 170 buiten	450	100	7,30	N	-
In situ 195 buiten	455	80	7,30	J	Isolatie hsb
	475	100	7,90	N	-
In situ 220 buiten	460	60	7,30	J	Isolatie hsb
	500	100	8,40	N	-
In situ 170 binnen	-	-	-	-	-
In situ 195 binnen	530	-	7,30	J	Isolatie hsb
Incl. PE-folie	530	-	7,30	N	-
In situ 220 binnen	555	-	7,80	J	Isolatie hsb
Incl. PE-folie	555	-	7,80	N	-

In de bovenstaande tabel zijn de invoergegevens van de hygrothermische berekeningen over de renovatiegevels weergegeven. Vergelijkbaar als in 4.4 wordt ook hier de binnenbladrenovatie in het werk berekend. De buitenbladrenovatie wordt zowel in het werk als geprefabriceerd uitgerekend.

De beplating van de houten elementen heeft twee dampdiffusieweerstanden namelijk 213mu en 135mu. Dit is afhankelijk van de droogwijze van de platen. De hoogste weerstand wordt bereikt met een droogmiddel (dry cup) en de lagere zonder droogmiddel (wet cup)⁵. De laagste weerstand is genomen om met de minst gunstigste situaties te rekenen. Het geprefabriceerde buitenblad heeft bij een kopmaat van 40x220mm een dampremmende laag nodig. Deze is als PE-folie toegevoegd tussen de houtvezelisolatie en de beplating tegen de valse spouw.

⁵ Biobased bouwen (z.d.). "Biobased plaatmateriaal - Ecoboard". Geraadpleegd januari 2017.

5. Conclusie

Tabel 4.1a Overzicht resultaten U_w -waarden

Eis BB 2015 = 1,65 W/m ² K	40mm (W/m ² K)	140mm (W/m ² K)	240mm (W/m ² K)	340mm (W/m ² K)
Dubbelglas + vent.	1,63	1,95	2,16	2,16
Dubbelglas – vent.	1,63	1,63	1,31	1,31
HR++ + vent.	1,38	1,28	1,38	1,38
HR++ - vent.	1,38	1,14	0,97	0,97

Uit de berekeningen conform NEN-EN-ISO 10077-1 is gebleken dat er hergebruikte kozijnen met een ventilatieroosters niet voldoen aan de nieuwbouweisen voor kozijnen qua U_w -waarde. Alleen de situatie, waarbij er een bufferruimtediepte van 40mm is toegepast, voldoet. Hieruit is te concluderen dat de bufferruimte met een minimale warmteweerstand van 0,25 m²K/W nodig heeft om oude dubbelglaskozijnen met ventilatieroosters toe te mogen passen. Als het oude kozijn geen ventilatieroosters heeft dan mag deze wel worden toegepast zolang er wordt voldaan aan de minimale warmteweerstand.

De hygrothermische berekeningen laten zien dat er oppervlaktecondensatie optreedt bij niet geventileerde kozijnen met een bufferruimte van 340mm en 240mm. Dit komt doordat de warmteweerstand van deze ruimte 0,40 m²K/W is. Deze isoleert beter dan de bufferruimtes van 140mm en 40mm, waaraan een warmteweerstand van 0,25 m²K/W toegekend. Doordat de warmteweerstand hoger is, is de temperatuur bij het dubbelglas lager. Deze lagere temperatuur zorgt voor de condensatie in januari en februari aan de binnenzijde van het dubbelglas. Bij kozijnen met glasvervanging treedt er geen condensatie op bij de vier bufferruimtediepten.

Door deze thermische en hygrothermische berekeningen kan geconcludeerd worden dat het toepassen van een vitrinekozijn met deze ongunstige waarden en ventilatierooster, een bufferruimte van 40mm nodig heeft om in de nieuwbouw te mogen worden toegepast. Dubbelglaskozijnen zonder ventilatieroosters krijgen een bufferruimte van 40mm of 140mm waarbij de U_w -waarde van het vitrinekozijn 1,59 W/m²K is. Als deze bufferruimte worden aangehouden dan zal er geen condensatie optreden.

De gevels voor de buitenbladrenovatie hebben met prefabricatie een R_T -waarde van 7,30 m²K/W. In het werk krijgt het buitenblad een warmteweerstand van 7,30 m²K/W bij een kopmaat van 40x170mm. Bij een kopmaat van 40x195mm is deze warmteweerstand 7,90 m²K/W en bij een kopmaat van 40x220mm is deze 8,40 m²K/W. De buitenbladrenovatie heeft in het werk geen ruimte voor dampremmende folies dus is er gebruik gemaakt van een dikkere biofoamisolatie in de spouw.

De gevels voor de binnenbladrenovatie hebben een R_T -waarde van 6,70 m²K/W bij een kopmaat van 40x170mm, een R_T -waarde van 7,30 m²K/W bij een kopmaat van 40x195mm en een R_T -waarde van 7,80 m²K/W bij een kopmaat van 40x220mm. Bij de kopmaat van 40x170mm is geen hygrothermische berekening uitgevoerd doordat deze de minimale warmteweerstand van 7,0 m²K/W niet haalt. Bij de andere twee kopmaten is het belangrijk dat een dampremmende laag wordt toegevoegd aan de voorzetwand doordat er condensatie tussen het bestaande binnenblad en de houtvezelisolatie ontstaat. In de berekeningen is deze dampremming in de vorm van PE-folie toegebracht.

Bijlage I Bibliografie

- Architectengilde. (z.d.). *Bouwfysica tabellarium overzicht materiaaleigenschappen*. Opgehaald van [www.architectengilde.nl](http://www.architectengilde.nl/wp-content/uploads/2013/09/Bouwfysica_tabellarium_overzicht_materiaaleigenschappen.pdf): http://www.architectengilde.nl/wp-content/uploads/2013/09/Bouwfysica_tabellarium_overzicht_materiaaleigenschappen.pdf
- Biobased bouwen. (z.d.). *Biobased plaatmateriaal - Ecoboard*. Opgehaald van [www.biobasedbouwen.nl](http://www.biobasedbouwen.nl/producten/biobased-plaatmateriaal-ecoboard/#tab-id-1): <http://www.biobasedbouwen.nl/producten/biobased-plaatmateriaal-ecoboard/#tab-id-1>
- Centrum Hout. (2005). *Naaldhout in de bouw (producten, toepassingen en aanbevelingen)*. Almere: Centrum Hout.
- Fakro. (z.d.). *Dakfolies met lage dampdiffusieweerstand*. Opgehaald van [www.fakro.nl](http://www.fakro.nl/producten/montagetoebehoren/dakfolies/dakfolies-met-lage-dampdiffusie/): <http://www.fakro.nl/producten/montagetoebehoren/dakfolies/dakfolies-met-lage-dampdiffusie/>
- Kadaster. (z.d.). *WOZ-waarde*. Opgehaald van [www.kadaster.nl](https://www.kadaster.nl/woz-waarde): <https://www.kadaster.nl/woz-waarde>
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2015, mei). *Nul op de meter, ervaringen van vernieuwers in de woningbouw*. Opgehaald van [www.rvo.nl](https://www.rvo.nl/sites/default/files/Nul%20op%20de%20Meter_A4_Brochure.pdf): https://www.rvo.nl/sites/default/files/Nul%20op%20de%20Meter_A4_Brochure.pdf
- MVO Nederland. (z.d.). *Circulaire economie*. Opgehaald van [www.mvonederland.nl](http://mvonederland.nl/dossier/wat-de-circulaire-economie-0): <http://mvonederland.nl/dossier/wat-de-circulaire-economie-0>
- Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging (NVBV). (2011). *Ontwerprichtlijnen ter voorkoming van koudeval*. Opgehaald van [www.nvbv.org](http://www.nvbv.org/wp-content/uploads/2011/12/08_13_Timmers_c3.pdf): http://www.nvbv.org/wp-content/uploads/2011/12/08_13_Timmers_c3.pdf
- Nieman Raadgevende Ingenieurs. (z.d.). *Niveaus luchtdicht bouwen*. Opgehaald van [www.nieman.nl](http://www.nieman.nl/vakgebieden/luchtdicht-bouwen/eisen-luchtdicht-bouwen/): <http://www.nieman.nl/vakgebieden/luchtdicht-bouwen/eisen-luchtdicht-bouwen/>
- Oskam V/F. (z.d.). *Leemproducten/leemstenen*. Opgehaald van [www.oskam-vf.nl](http://oskam-vf.com/leemstenen.html): <http://oskam-vf.com/leemstenen.html>
- PelserHartman Bouwadvies. (2013, oktober 31). *U-waarden van kozijnen en energieprestatie*. Opgehaald van [www.ph-bouwadvies.nl](http://www.ph-bouwadvies.nl/u-waarden-van-kozijnen-en-de-energieprestatie/): <http://www.ph-bouwadvies.nl/u-waarden-van-kozijnen-en-de-energieprestatie/>
- SBR CURnet. (z.d.). *Isolatieglas selecteren, situeren en monteren*. Opgehaald van [www.sbrcurnet.nl](http://www.sbrcurnet.nl/producten/infobladen/isolatieglas-selecteren-situeren-en-monteren): <http://www.sbrcurnet.nl/producten/infobladen/isolatieglas-selecteren-situeren-en-monteren>
- SBRCURnet. (z.d.). *Rekentool Warmteweerstand*. Opgehaald van [www.sbrcurnet.nl](http://www.sbrcurnet.nl/producten/rekentools/rekentool-warmteweerstand): <http://www.sbrcurnet.nl/producten/rekentools/rekentool-warmteweerstand>

Bijlage II Bouwfysische berekeningen vitrinekozijn

Bijlage III Bouwfysische berekeningen renovatiegevels

Materiaalgegevens Therm 7.4 en SBR Rekentool:

$\lambda_{\text{baksteen}}$	= 1,20 W/m.K
λ_{spouw}	= 0,22 W/m.K
$\lambda_{\text{kalkzandsteen}}$	= 1,13 W/m.K
λ_{vuren}	= 0,11 W/m.K
$\lambda_{\text{ecoboard}}$	= 0,15 W/m.K
$\lambda_{\text{holzFlex}}$	= 0,038 W/m.K
λ_{biofoam}	= 0,034 W/m.K
$\lambda_{\text{West. red}}$	= 0,11 W/m.K

Klimaatgegevens Therm 7.4:

T_{extern}	= 0 °C
T_{intern}	= 1 °C
ΔT	= 1 °C

Berekeningen λ -waarden houtskeletelementen SBR Rekentool:

$R_{\text{m buiten 170 prefab}}$	= 4,71 m ² K/W	$d = 240\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 170 prefab}}$	= 1/4,71	= 0,051 W/mK
$R_{\text{m buiten 195 prefab}}$	= 5,30 m ² K/W	$d = 265\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 195 prefab}}$	= 1/5,30	= 0,050 W/mK
$R_{\text{m buiten 220 prefab}}$	= 5,92 m ² K/W	$d = 290\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 220 prefab}}$	= 1/5,92	= 0,049 W/mK
$R_{\text{m buiten 170 in situ}}$	= 4,40 m ² K/W	$d = 185\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 170 in situ}}$	= 1/4,40	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m buiten 195 in situ}}$	= 5,06 m ² K/W	$d = 210\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 195 in situ}}$	= 1/5,06	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m buiten 220 in situ}}$	= 5,66 m ² K/W	$d = 235\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 220 in situ}}$	= 1/5,66	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m binnen 170 in situ}}$	= 4,40 m ² K/W	$d = 185\text{mm}$
$\lambda_{\text{m binnen 170 in situ}}$	= 1/4,40	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m binnen 195 in situ}}$	= 5,06 m ² K/W	$d = 210\text{mm}$
$\lambda_{\text{m binnen 195 in situ}}$	= 1/5,06	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m binnen 220 in situ}}$	= 5,66 m ² K/W	$d = 235\text{mm}$
$\lambda_{\text{m binnen 220 in situ}}$	= 1/5,66	= 0,042 W/mK

Bijlage II Bouwfysische berekeningen vitrinekozijn

Thermische berekening warmtedoorgangscoefficiënt vitrinekozijn, geventileerd 340mm

U _f	2,400 W/m²K	b _f	0,080 m	R _{sh} enkel	0,172 m²K/W	U _{w1} A1	2,765 W/m²K
U _g	2,800 W/m²K	b _g	0,024 m	R _{cav} A1	0,100 m²K/W	U _{w2} A1	5,800 W/m²K
U _g enkel	5,800 W/m²K	Lψ _{2D}	0,481 W/mK	R _{cav} A2	0,400 m²K/W	U _{w1} A2	2,765 W/m²K
U _g HR++	1,000 W/m²K	ψ _g	0,222 W/m²K			U _{w2} A2	5,800 W/m²K
A _f	0,715 m²						
A _g	1,106 m²	U _w A1	2,765 W/m²K	R _{si}	0,040 m²K/W	U _{w12} A1	2,155 W/m²K
I _g	4,236 m	U _w A2	2,765 W/m²K	R _{se}	0,130 m²K/W	U _{w12} A2	1,309 W/m²K

Thermische berekening warmtedoorgangscoefficiënt vitrinekozijn, niet-geventileerd 340mm

U _f	2,400 W/m²K	b _f	0,080 m	R _{sh} enkel	0,172 m²K/W	U _{w1} B1	1,596 W/m²K
U _g	2,800 W/m²K	b _g	0,024 m	R _{cav} B1	0,100 m²K/W	U _{w2} B1	5,800 W/m²K
U _g enkel	5,800 W/m²K	Lψ _{2D}	0,300 W/mK	R _{cav} B2	0,400 m²K/W	U _{w1} B2	1,596 W/m²K
U _g HR++	1,000 W/m²K	ψ _g	0,084 W/m²K			U _{w2} B2	5,800 W/m²K
A _f	0,715 m²						
A _g	1,106 m²	U _w B1	1,596 W/m²K	R _{si}	0,040 m²K/W	U _{w12} B1	1,372 W/m²K
I _g	4,236 m	U _w B2	1,596 W/m²K	R _{se}	0,130 m²K/W	U _{w12} B2	0,972 W/m²K

Thermische berekening warmtedoorgangscoefficiënt vitrinekozijn, geventileerd 240mm

U _f	2,400 W/m²K	b _f	0,080 m	R _{sh} enkel	0,172 m²K/W	U _{w1} C1	2,765 W/m²K
U _g	2,800 W/m²K	b _g	0,024 m	R _{cav} C1	0,100 m²K/W	U _{w2} C1	5,800 W/m²K
U _g enkel	5,800 W/m²K	Lψ _{2D}	0,481 W/mK	R _{cav} C2	0,400 m²K/W	U _{w1} C2	2,765 W/m²K
U _g HR++	1,000 W/m²K	ψ _g	0,222 W/m²K			U _{w2} C2	5,800 W/m²K
A _f	0,715 m²						
A _g	1,106 m²	U _w C1	2,765 W/m²K	R _{si}	0,040 m²K/W	U _{w12} C1	2,155 W/m²K
I _g	4,236 m	U _w C2	2,765 W/m²K	R _{se}	0,130 m²K/W	U _{w12} C2	1,309 W/m²K

Thermische berekening warmtedoorgangscoefficiënt vitrinekozijn, niet-geventileerd 240mm

U _f	2,400 W/m²K	b _f	0,080 m	R _{sh} enkel	0,172 m²K/W	U _{w1} D1	1,596 W/m²K
U _g	2,800 W/m²K	b _g	0,024 m	R _{cav} D1	0,100 m²K/W	U _{w2} D1	5,800 W/m²K
U _g enkel	5,800 W/m²K	Lψ _{2D}	0,300 W/mK	R _{cav} D2	0,400 m²K/W	U _{w1} D2	1,596 W/m²K
U _g HR++	1,000 W/m²K	ψ _g	0,084 W/m²K			U _{w2} D2	5,800 W/m²K
A _f	0,715 m²						
A _g	1,106 m²	U _w D1	1,596 W/m²K	R _{si}	0,040 m²K/W	U _{w12} D1	1,372 W/m²K
I _g	4,236 m	U _w D2	1,596 W/m²K	R _{se}	0,130 m²K/W	U _{w12} D2	0,972 W/m²K

Thermische berekening warmtedoorgangscoefficiënt vitrinekozijn, geventileerd 140mm

U _f	2,400 W/m²K	b _f	0,080 m	R _{sh} enkel	0,172 m²K/W	U _{w1} E1	2,765 W/m²K
U _g	2,800 W/m²K	b _g	0,024 m	R _{cav} E1	0,150 m²K/W	U _{w2} E1	5,800 W/m²K
U _g enkel	5,800 W/m²K	Lψ _{2D}	0,481 W/mK	R _{cav} E2	0,250 m²K/W	U _{w1} E1	2,765 W/m²K
U _g HR++	1,000 W/m²K	ψ _g	0,222 W/m²K			U _{w2} E1	5,800 W/m²K
A _f	0,715 m²						
A _g	1,106 m²	U _w E1	2,765 W/m²K	R _{si}	0,040 m²K/W	U _{w12} E1	1,945 W/m²K
I _g	4,236 m	U _w E2	2,765 W/m²K	R _{se}	0,130 m²K/W	U _{w12} E2	1,628 W/m²K

Thermische berekening warmtedoorgangscoefficiënt vitrinekozijn, niet-geventileerd 140mm

U _f	2,400 W/m²K	b _f	0,080 m	R _{sh} enkel	0,172 m²K/W	U _{w1} F1	1,596 W/m²K
U _g	2,800 W/m²K	b _g	0,024 m	R _{cav} F1	0,150 m²K/W	U _{w2} F1	5,800 W/m²K
U _g enkel	5,800 W/m²K	Lψ _{2D}	0,300 W/mK	R _{cav} F2	0,250 m²K/W	U _{w1} F2	1,596 W/m²K
U _g HR++	1,000 W/m²K	ψ _g	0,084 W/m²K			U _{w2} F2	5,800 W/m²K
A _f	0,715 m²						
A _g	1,106 m²	U _w F1	1,596 W/m²K	R _{si}	0,040 m²K/W	U _{w12} F1	1,284 W/m²K
I _g	4,236 m	U _w F2	1,596 W/m²K	R _{se}	0,130 m²K/W	U _{w12} F2	1,138 W/m²K

Thermische berekening warmtedoorgangscoefficiënt vitrinekozijn, geventileerd 40mm

U _f	2,400 W/m²K	b _f	0,080 m	R _{sh} enkel	0,172 m²K/W	U _{w1} G1	2,765 W/m²K
U _g	2,800 W/m²K	b _g	0,024 m	R _{cav} G1	0,250 m²K/W	U _{w2} G1	5,800 W/m²K
U _g enkel	5,800 W/m²K	Lψ _{2D}	0,481 W/mK	R _{cav} G2	0,250 m²K/W	U _{w1} G2	2,765 W/m²K
U _g HR++	1,000 W/m²K	ψ _g	0,222 W/m²K			U _{w2} G2	5,800 W/m²K
A _f	0,715 m²						
A _g	1,106 m²	U _w G1	2,765 W/m²K	R _{si}	0,040 m²K/W	U _{w12} G2	1,628 W/m²K
I _g	4,236 m	U _w G2	2,765 W/m²K	R _{se}	0,130 m²K/W	U _{w12} G2	1,628 W/m²K

Thermische berekening warmtedoorgangscoefficiënt vitrinekozijn, niet-geventileerd 40mm

U _f	2,400 W/m²K	b _f	0,080 m	R _{sh} enkel	0,172 m²K/W	U _{w1} H1	1,596 W/m²K
U _g	2,800 W/m²K	b _g	0,024 m	R _{cav} H1	0,250 m²K/W	U _{w2} H1	5,800 W/m²K
U _g enkel	5,800 W/m²K	Lψ _{2D}	0,300 W/mK	R _{cav} H2	0,250 m²K/W	U _{w1} H2	1,596 W/m²K
U _g HR++	1,000 W/m²K	ψ _g	0,084 W/m²K			U _{w2} H2	5,800 W/m²K
A _f	0,715 m²						
A _g	1,106 m²	U _w H1	1,596 W/m²K	R _{si}	0,040 m²K/W	U _{w12} H1	1,138 W/m²K
I _g	4,236 m	U _w H2	1,596 W/m²K	R _{se}	0,130 m²K/W	U _{w12} H2	1,138 W/m²K

Projectgegevens

Omschrijving	:	
Project	:	
Projectrelaties	:	
Berekeningen	:	Hygrothermische prestatie
Projectlocatie	:	
Notities	:	

Inhoudsopgave

1	Projectgegevens.....	3
2	Overzicht HGPRES (A1)	4
2.1	Rekenopties 13788 (NEN-EN-ISO 13788)	4
2.2	Klimaten.....	4
2.2.1	C.1 (NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting).....	4
2.3	Materialen.....	4
2.4	Constructies.....	5
2.4.1	Vitrinekozijn (Dubbelglas-enkelglas) [U: 1,230].....	5
2.4.1.1	Druk grafiek	6
2.4.1.2	Temperatuur grafiek	6
2.4.1.2.1	Relatieve luchtvochtigheid grafiek	6
2.4.2	Vitrinekozijn (Kozijn-enkelglas) [U: 1,393]	9
2.4.2.1	Druk grafiek	10
2.4.2.2	Temperatuur grafiek	10
2.4.2.2.1	Relatieve luchtvochtigheid grafiek	10
2.4.3	Vitrinekozijn (HR++-enkelglas) [U: 0,599]	13
2.4.3.1	Druk grafiek	14
2.4.3.2	Temperatuur grafiek	14
2.4.3.2.1	Relatieve luchtvochtigheid grafiek	14

1 Projectgegevens

Omschrijving	:	
Project	:	
Projectrelaties	:	
Berekeningen	:	Hygrothermische prestatie
Projectlocatie	:	
Notities	:	

2 Overzicht HGPRES (A1)

Aanduiding	: HGPRES
Omschrijving	: A1
Berekening	: Hygrothermische prestatie
Berekening subtype	: Inwendige condensatie

2.1 Rekenopties 13788 (NEN-EN-ISO 13788)

Algemeen

Aanduiding	: 13788
Omschrijving	: NEN-EN-ISO 13788
Bepaling Rsi/Rse	: Volgens NEN-EN-ISO 13788
Pas laagsplitsing toe	: Ja

Dynamische berekening opties

Interne vochtproductiesnelheid	G	: 0	[g/h]
Intern gebouwvolume	V	: 0,000	[m³]

2.2 Klimaten

2.2.1 C.1 (NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting)

Aanduiding	: C.1
Omschrijving	: NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting
Klimaattype	: Dynamisch, volgens NEN-EN-ISO 13788
Klimaatbasis	: ϕ_i [%] (interne relatieve luchtvochtigheid)
Klimaatbron	: NEN-EN-ISO 13788:2013 - Annex A (normale bezetting)
Schrikkeljaar	: Nee

2.3 Materialen

Aand	Omschr	d [m]	ρ [kg/m³]	μ [-]	λ [W/(m.K)]	R_{cav} [(m².K)/W]
Type: Materiaallaag						
Glas	Dubbelglas	0,0240	2500,000	99999,00	0,070	
Glas	Enkelglas	0,0040	2500,000	99999,00	0,020	
Glas	HR++	0,0240	2500,000	99999,00	0,020	
Kozijn	Hout	0,0620	540,000	100,00	0,250	
Type: Luchtlaag/spouw						
Spouw	Kopie van Rcav 0,10	0,3400	1,269	1,00		0,100
Spouw	Rcav 0,10	0,3770	1,269	1,00		0,100

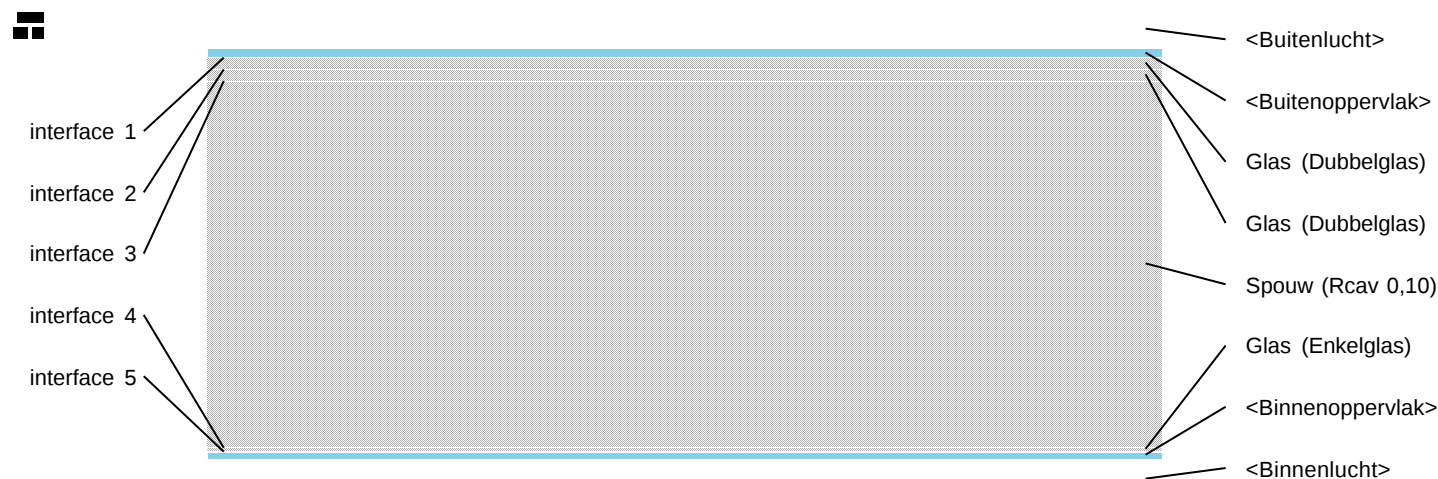
2.4 Constructies

2.4.1 Vitrinekozijn (Dubbelglas-enkelglas) [U: 1,230]

Constructietype	:	Buitenraam	
Dikte	d	: 0,405	[m]
Externe warmteovergangswaarde	R _{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R _{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Totale warmteovergangswaarde	R _t	: 0,813	[(m².K)/W]
Totale diffusie-equivalente luchtdikte	S _{d,T}	: 2800,349	[m]
U-waarde	U	: 1,230	[W/(m².K)]
Interne temperatuurfactor	f _{Rsi}	: 0,840	[-]
Risico op oppervlaktecondensatie		: Nee	
Startmaand		: Januari	
Totale condensatie	g _{c,tot}	: 0,000	[g/m²]
Totale verdamping	g _{ev,tot}	: 0,000	[g/m²]
Netto condensatie/verdamping	g _{net}	: 0,000	[g/m²]
Condens beoordeling		: Geen condens	

Klimaatcondities

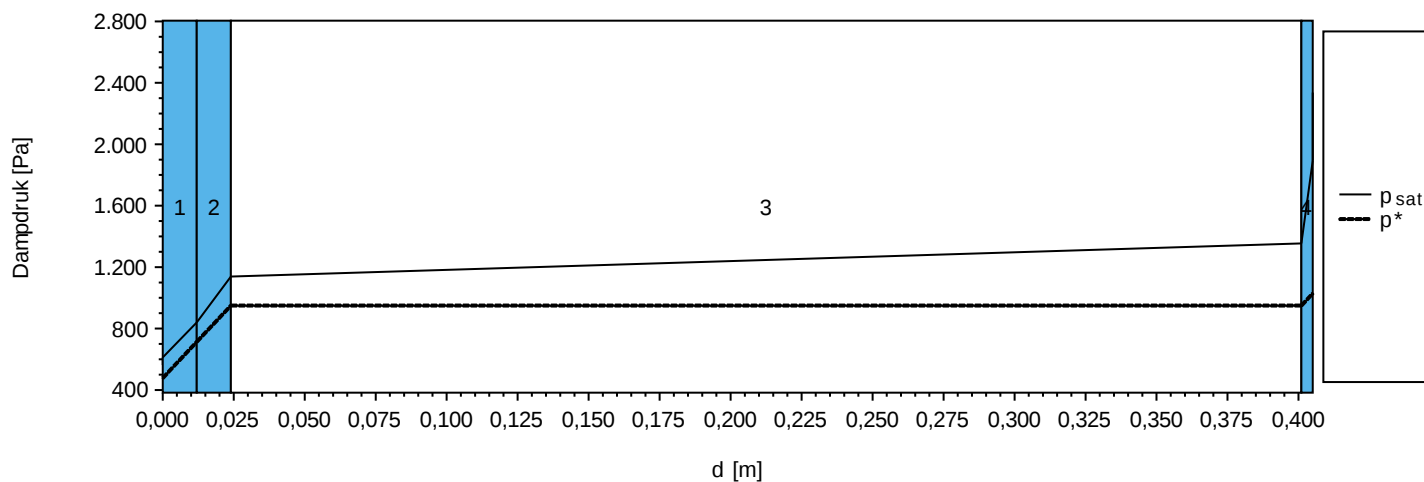
Maand	θ _e [°C]	φ _e [%]	θ _i [°C]	φ _i [%]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si,min}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min} [-]
Januari	-1,00	85,0	20,00	44,0	1028,26	1285,32	10,69	0,557
Februari	0,00	84,0	20,00	45,0	1051,63	1314,54	11,03	0,551
Maart	4,00	78,0	20,00	49,0	1145,11	1431,38	12,32	0,520
April	9,00	72,0	20,00	54,0	1261,95	1577,44	13,80	0,437
Mei	14,00	68,0	22,00	59,0	1559,02	1948,78	17,10	0,387
Juni	18,00	69,0	24,00	63,0	1878,77	2348,47	20,08	0,347
Juli	19,00	73,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
Augustus	19,00	75,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
September	15,00	79,0	22,50	60,0	1634,41	2043,01	17,85	0,380
Oktober	10,00	83,0	20,00	55,0	1285,32	1606,65	14,09	0,409
November	5,00	88,0	20,00	50,0	1168,48	1460,59	12,62	0,508
December	1,00	88,0	20,00	46,0	1075,00	1343,75	11,36	0,545



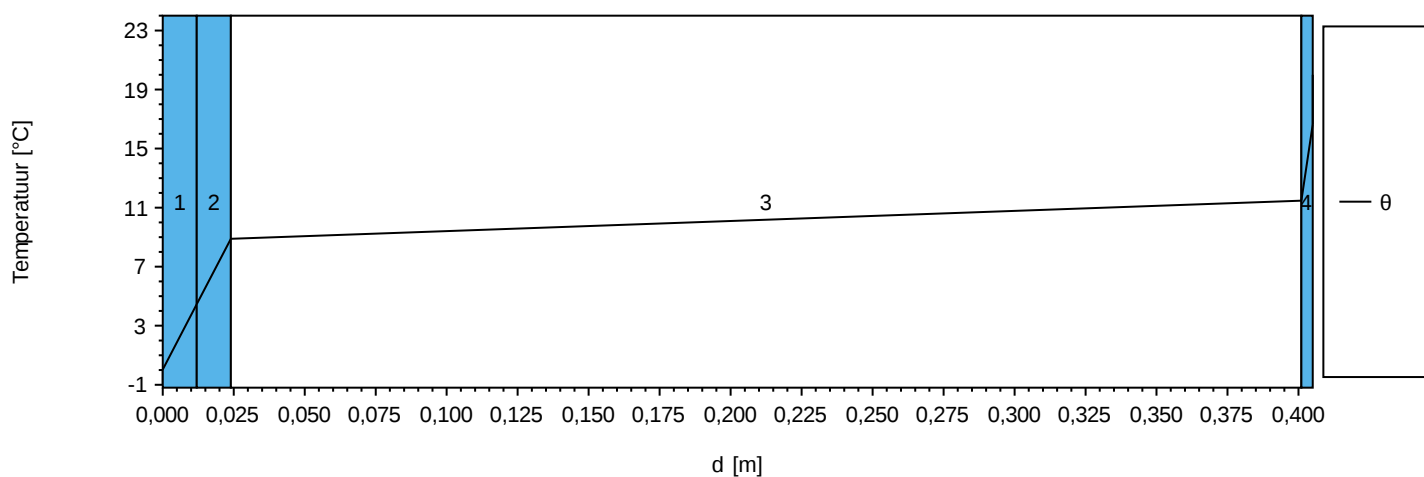
Opbouw constructie

Numer	Laag	Type	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m².K)/W]	μ [-]	s _d [m]
0	<Buitenoppervlak>	Buitenoppervlak	0,000	0,000	0,040	0,00	0,000
1	Glas (Dubbelglas)	Materiaallaag	0,012	0,070	0,171	99999,00	1199,988
2	Glas (Dubbelglas)	Materiaallaag	0,012	0,070	0,171	99999,00	1199,988
3	Spouw (Rcav 0,10)	Luchtlag/spouw	0,377	3,770	0,100	1,00	0,377
4	Glas (Enkelglas)	Materiaallaag	0,004	0,020	0,200	99999,00	399,996
5	<Binnenoppervlak>	Binnenoppervlak	0,000	0,000	0,130	0,00	0,000

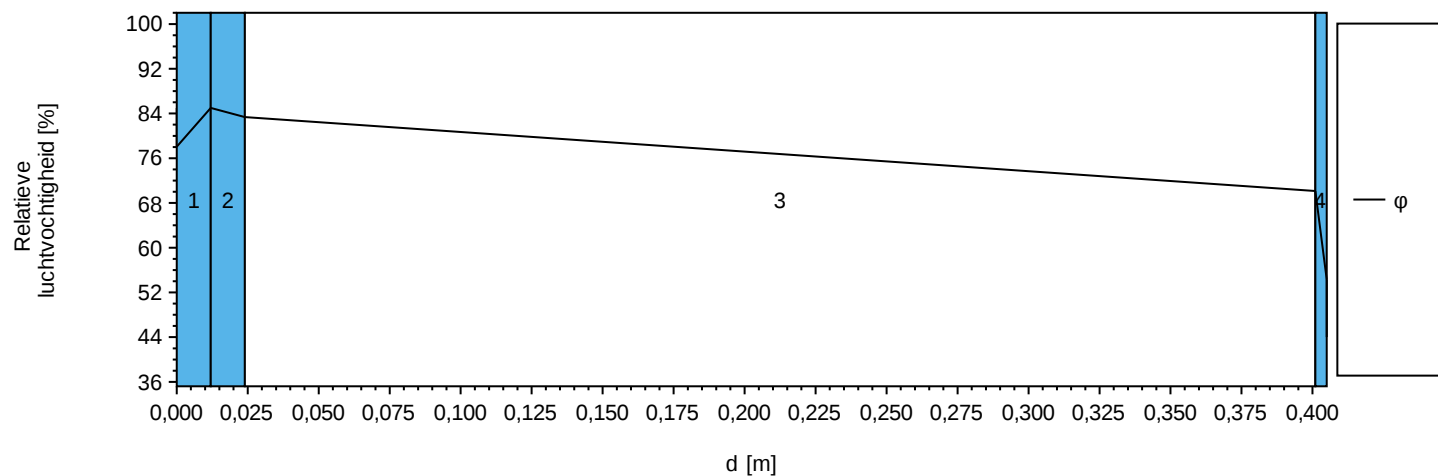
2.4.1.1 Druk grafiek



2.4.1.2 Temperatuurgrafiek



2.4.1.2.1 Relatieve luchtvochtigheid grafiek



Resultaten

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
Maand: Januari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	-1,00	562,04	477,73	477,73	85,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	0,03	611,99	477,73	477,73	78,1				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	4,46	839,67	713,64	713,64	85,0				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	8,89	1139,04	949,55	949,55	83,4				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	11,47	1353,97	949,62	949,62	70,1				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,64	1893,08	1028,26	1028,26	54,3				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1028,26	1028,26	44,0				Nee
Maand: Februari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	0,00	610,50	512,82	512,82	84,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	0,98	655,64	512,82	512,82	78,2				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	5,20	884,24	743,71	743,71	84,1				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	9,42	1180,42	974,59	974,59	82,6				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	11,88	1390,80	974,67	974,67	70,1				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,80	1912,41	1051,63	1051,63	55,0				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1051,63	1051,63	45,0				Nee
Maand: Maart											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	4,00	812,85	634,02	634,02	78,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	4,79	859,01	634,02	634,02	73,8				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	8,16	1084,07	853,03	853,03	78,7				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	11,54	1359,49	1072,04	1072,04	78,9				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	13,50	1547,07	1072,10	1072,10	69,3				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	17,44	1991,45	1145,11	1145,11	57,5				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1145,11	1145,11	49,0				Nee
Maand: April											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	9,00	1147,45	826,17	826,17	72,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	9,54	1190,09	826,17	826,17	69,4				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	11,86	1389,03	1012,91	1012,91	72,9				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	14,18	1616,60	1199,65	1199,65	74,2				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	15,53	1763,92	1199,71	1199,71	68,0				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,24	2094,27	1261,95	1261,95	60,3				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1261,95	1261,95	54,0				Nee
Maand: Mei											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	14,00	1597,73	1086,46	1086,46	68,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	14,39	1639,01	1086,46	1086,46	66,3				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	16,08	1826,68	1288,96	1288,96	70,6				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	17,77	2032,93	1491,46	1491,46	73,4				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	18,75	2162,43	1491,52	1491,52	69,0				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	20,72	2443,24	1559,02	1559,02	63,8				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,00	2642,41	1559,02	1559,02	59,0				Nee
Maand: Juni											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	18,00	2062,83	1423,35	1423,35	69,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	18,30	2101,44	1423,35	1423,35	67,7				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	19,56	2274,14	1618,51	1618,51	71,2				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	20,83	2459,14	1813,66	1813,66	73,8				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,56	2573,02	1813,72	1813,72	70,5				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,04	2814,68	1878,77	1878,77	66,7				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,00	2982,18	1878,77	1878,77	63,0				Nee
Maand: Juli											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1603,19	1603,19	73,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	19,27	2233,51	1603,19	1603,19	71,8				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	20,43	2399,97	1758,93	1758,93	73,3				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	21,59	2577,17	1914,66	1914,66	74,3				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	22,27	2685,74	1914,71	1914,71	71,3				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,62	2914,90	1966,62	1966,62	67,5				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: Augustus											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1647,11	1647,11	75,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	19,27	2233,51	1647,11	1647,11	73,7				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	20,43	2399,97	1784,03	1784,03	74,3				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	21,59	2577,17	1920,94	1920,94	74,5				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	22,27	2685,74	1920,99	1920,99	71,5				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,62	2914,90	1966,62	1966,62	67,5				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: September											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	15,00	1704,41	1346,48	1346,48	79,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	15,37	1745,33	1346,48	1346,48	77,1				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	16,95	1930,62	1469,86	1469,86	76,1				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	18,53	2132,92	1593,24	1593,24	74,7				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	19,46	2259,29	1593,28	1593,28	70,5				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	21,30	2531,83	1634,41	1634,41	64,6				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,50	2724,01	1634,41	1634,41	60,0				Nee

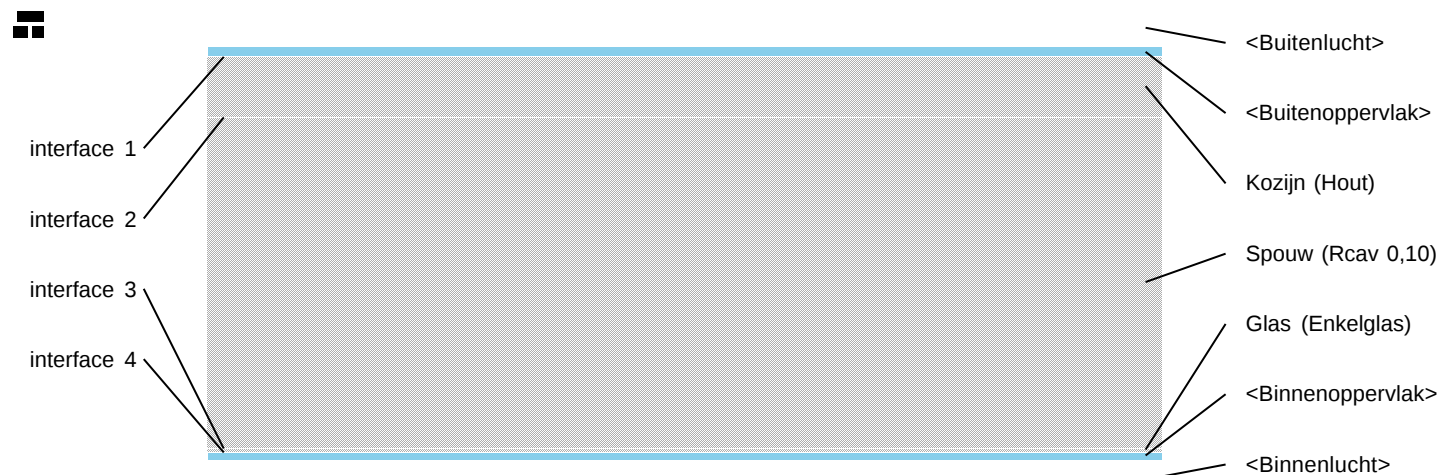
Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
Maand: Oktober											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	10,00	1227,31	1018,67	1018,67	83,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	10,49	1268,37	1018,67	1018,67	80,3				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	12,60	1458,34	1132,93	1132,93	77,7				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	14,71	1672,85	1247,20	1247,20	74,6				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	15,94	1810,35	1247,23	1247,23	68,9				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,40	2115,38	1285,32	1285,32	60,8				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1285,32	1285,32	55,0				Nee
Maand: November											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	5,00	871,86	767,24	767,24	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	5,74	917,82	767,24	767,24	83,6				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	8,90	1139,85	939,18	939,18	82,4				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	12,07	1407,83	1111,11	1111,11	78,9				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	13,91	1588,46	1111,16	1111,16	70,0				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	17,60	2011,65	1168,48	1168,48	58,1				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1168,48	1168,48	50,0				Nee
Maand: December											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	1,00	656,38	577,62	577,62	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	1,93	702,01	577,62	577,62	82,3				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	5,94	930,88	790,75	790,75	84,9				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	9,95	1223,12	1003,89	1003,89	82,1				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	12,29	1428,51	1003,95	1003,95	70,3				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,96	1931,91	1075,00	1075,00	55,6				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1075,00	1075,00	46,0				Nee

2.4.2 Vitrinekozijn (Kozijn-enkelglas) [U: 1,393]

Constructietype	:	Buitenraam	
Dikte	d	: 0,406	[m]
Externe warmteovergangswaarde	R _{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R _{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Totale warmteovergangswaarde	R _t	: 0,718	[(m².K)/W]
Totale diffusie-equivalente luchtdikte	S _{d,T}	: 406,536	[m]
U-waarde	U	: 1,393	[W/(m².K)]
Interne temperatuurfactor	f _{Rsi}	: 0,819	[-]
Risico op oppervlaktecondensatie		: Nee	
Startmaand		: Januari	
Totale condensatie	g _{c,tot}	: 0,000	[g/m²]
Totale verdamping	g _{ev,tot}	: 0,000	[g/m²]
Netto condensatie/verdamping	g _{net}	: 0,000	[g/m²]
Condens beoordeling		: Geen condens	

Klimaatcondities

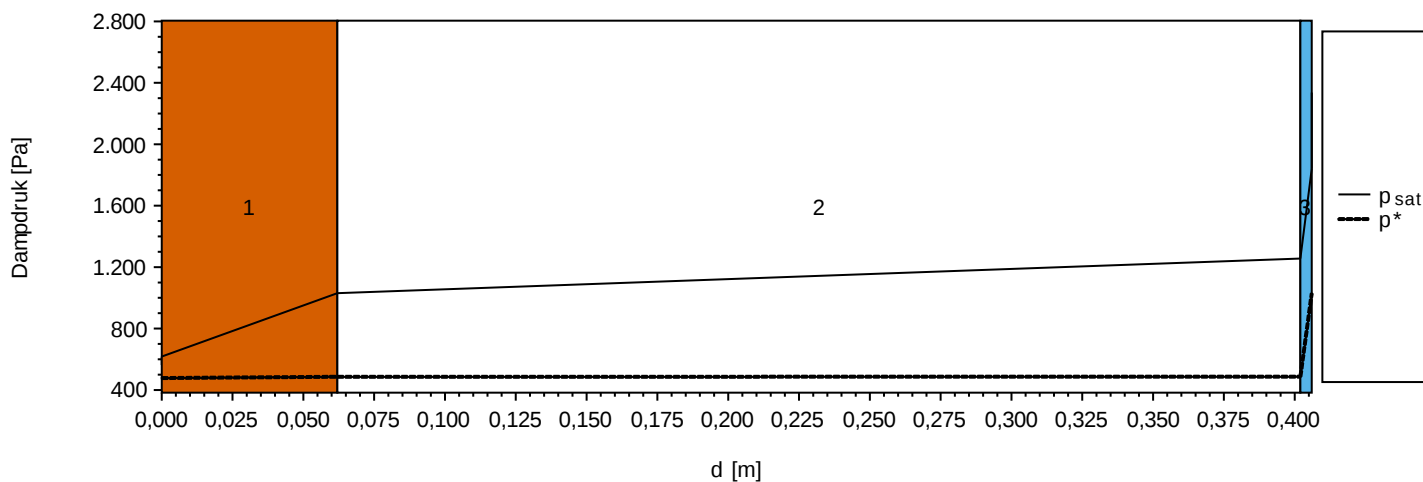
Maand	θ _e [°C]	φ _e [%]	θ _i [°C]	φ _i [%]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si,min}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min} [-]
Januari	-1,00	85,0	20,00	44,0	1028,26	1285,32	10,69	0,557
Februari	0,00	84,0	20,00	45,0	1051,63	1314,54	11,03	0,551
Maart	4,00	78,0	20,00	49,0	1145,11	1431,38	12,32	0,520
April	9,00	72,0	20,00	54,0	1261,95	1577,44	13,80	0,437
Mei	14,00	68,0	22,00	59,0	1559,02	1948,78	17,10	0,387
Juni	18,00	69,0	24,00	63,0	1878,77	2348,47	20,08	0,347
Juli	19,00	73,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
Augustus	19,00	75,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
September	15,00	79,0	22,50	60,0	1634,41	2043,01	17,85	0,380
Oktober	10,00	83,0	20,00	55,0	1285,32	1606,65	14,09	0,409
November	5,00	88,0	20,00	50,0	1168,48	1460,59	12,62	0,508
December	1,00	88,0	20,00	46,0	1075,00	1343,75	11,36	0,545



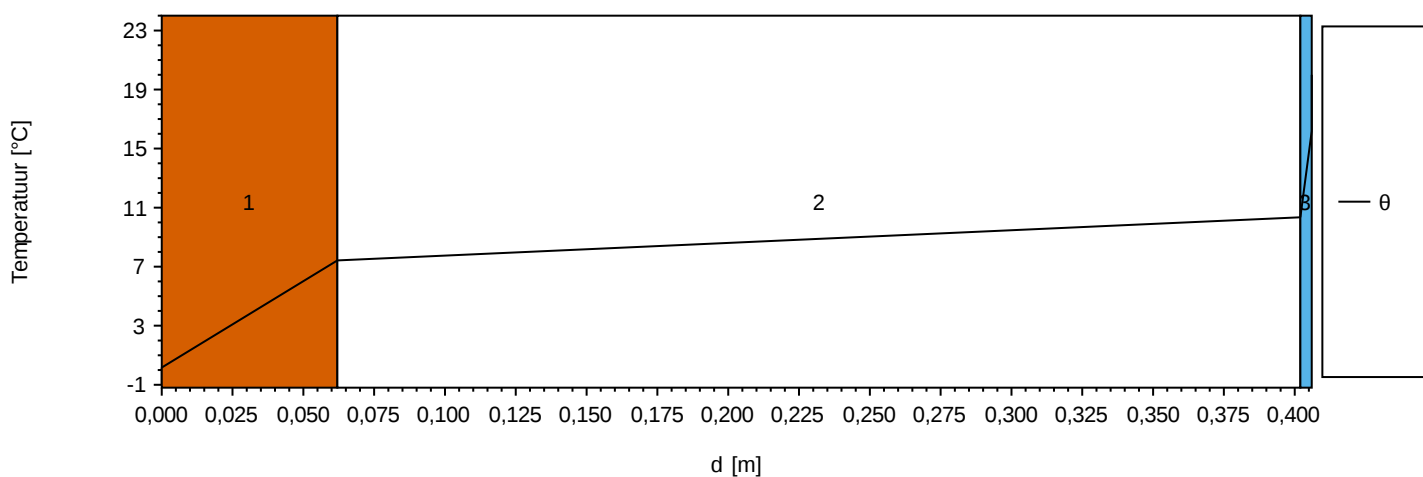
Opbouw constructie

Nummer	Laag	Type	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m².K)/W]	μ [-]	sd [m]
0	<Buitenoppervlak>	Buitenoppervlak	0,000	0,000	0,040	0,00	0,000
1	Kozijn (Hout)	Materiaallaag	0,062	0,250	0,248	100,00	6,200
2	Spouw (R _{cav} 0,10)	Luchtlaag/spouw	0,340	3,400	0,100	1,00	0,340
3	Glas (Enkelglas)	Materiaallaag	0,004	0,020	0,200	99999,00	399,996
4	<Binnenoppervlak>	Binnenoppervlak	0,000	0,000	0,130	0,00	0,000

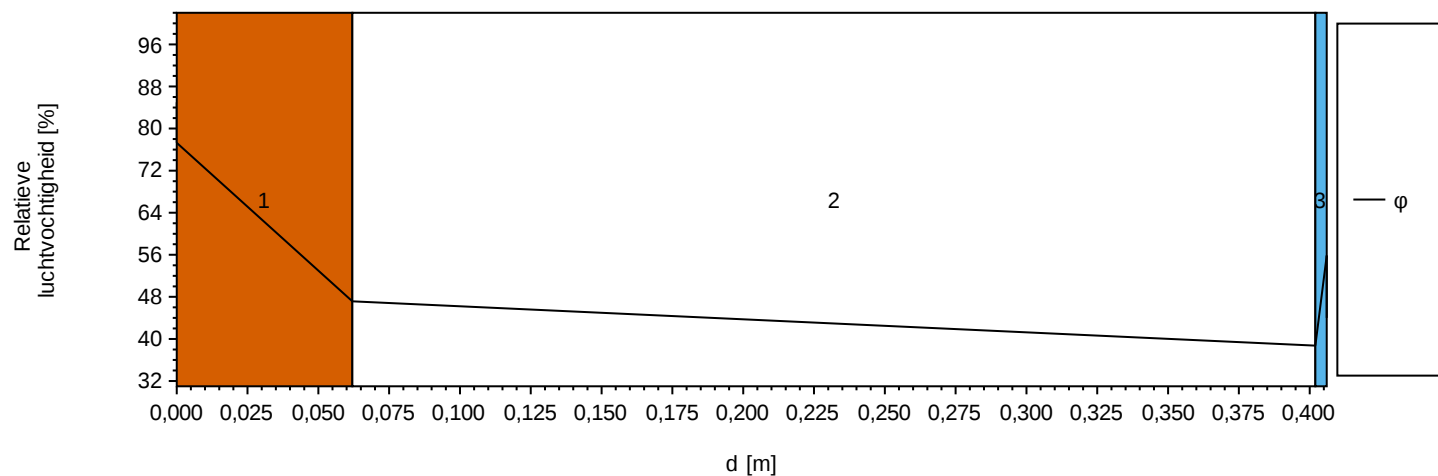
2.4.2.1 Druk grafiek



2.4.2.2 Temperatuurgrafiek



2.4.2.2.1 Relatieve luchtvochtigheid grafiek



Resultaten

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
Maand: Januari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	-1,00	562,04	477,73	477,73	85,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	0,17	618,09	477,73	477,73	77,3				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	7,42	1030,82	486,13	486,13	47,2				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	10,35	1256,24	486,59	486,59	38,7				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,20	1840,36	1028,26	1028,26	55,9				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1028,26	1028,26	44,0				Nee
Maand: Februari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	0,00	610,50	512,82	512,82	84,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	1,11	661,81	512,82	512,82	77,5				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	8,02	1073,84	521,04	521,04	48,5				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	10,81	1295,34	521,49	521,49	40,3				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,38	1861,72	1051,63	1051,63	56,5				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1051,63	1051,63	45,0				Nee
Maand: Maart											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	4,00	812,85	634,02	634,02	78,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	4,89	865,28	634,02	634,02	73,3				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	10,42	1262,10	641,82	641,82	50,9				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	12,65	1462,67	642,24	642,24	43,9				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	17,10	1949,33	1145,11	1145,11	58,7				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1145,11	1145,11	49,0				Nee
Maand: April											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	9,00	1147,45	826,17	826,17	72,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	9,61	1195,83	826,17	826,17	69,1				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	13,41	1537,80	832,81	832,81	54,2				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	14,94	1698,30	833,18	833,18	49,1				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,01	2063,91	1261,95	1261,95	61,1				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1261,95	1261,95	54,0				Nee
Maand: Mei											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	14,00	1597,73	1086,46	1086,46	68,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	14,45	1644,53	1086,46	1086,46	66,1				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	17,21	1962,44	1093,66	1093,66	55,7				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	18,32	2105,11	1094,06	1094,06	52,0				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	20,55	2417,93	1559,02	1559,02	64,5				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,00	2642,41	1559,02	1559,02	59,0				Nee
Maand: Juni											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	18,00	2062,83	1423,35	1423,35	69,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	18,33	2106,58	1423,35	1423,35	67,6				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	20,41	2396,43	1430,30	1430,30	59,7				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,24	2522,82	1430,68	1430,68	56,7				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	22,91	2793,18	1878,77	1878,77	67,3				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,00	2982,18	1878,77	1878,77	63,0				Nee
Maand: Juli											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1603,19	1603,19	73,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	19,31	2238,48	1603,19	1603,19	71,6				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	21,21	2517,23	1608,73	1608,73	63,9				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,97	2637,93	1609,04	1609,04	61,0				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,50	2894,58	1966,62	1966,62	67,9				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: Augustus											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1647,11	1647,11	75,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	19,31	2238,48	1647,11	1647,11	73,6				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	21,21	2517,23	1651,99	1651,99	65,6				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,97	2637,93	1652,25	1652,25	62,6				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,50	2894,58	1966,62	1966,62	67,9				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: September											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	15,00	1704,41	1346,48	1346,48	79,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	15,42	1750,80	1346,48	1346,48	76,9				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	18,01	2063,91	1350,87	1350,87	65,5				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	19,05	2203,41	1351,11	1351,11	61,3				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	21,14	2507,35	1634,41	1634,41	65,2				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,50	2724,01	1634,41	1634,41	60,0				Nee
Maand: Oktober											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	10,00	1227,31	1018,67	1018,67	83,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	10,56	1273,88	1018,67	1018,67	80,0				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	14,01	1598,89	1022,73	1022,73	64,0				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	15,40	1749,23	1022,96	1022,96	58,5				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,19	2087,52	1285,32	1285,32	61,6				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1285,32	1285,32	55,0				Nee
Maand: November											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	5,00	871,86	767,24	767,24	88,0				Nee

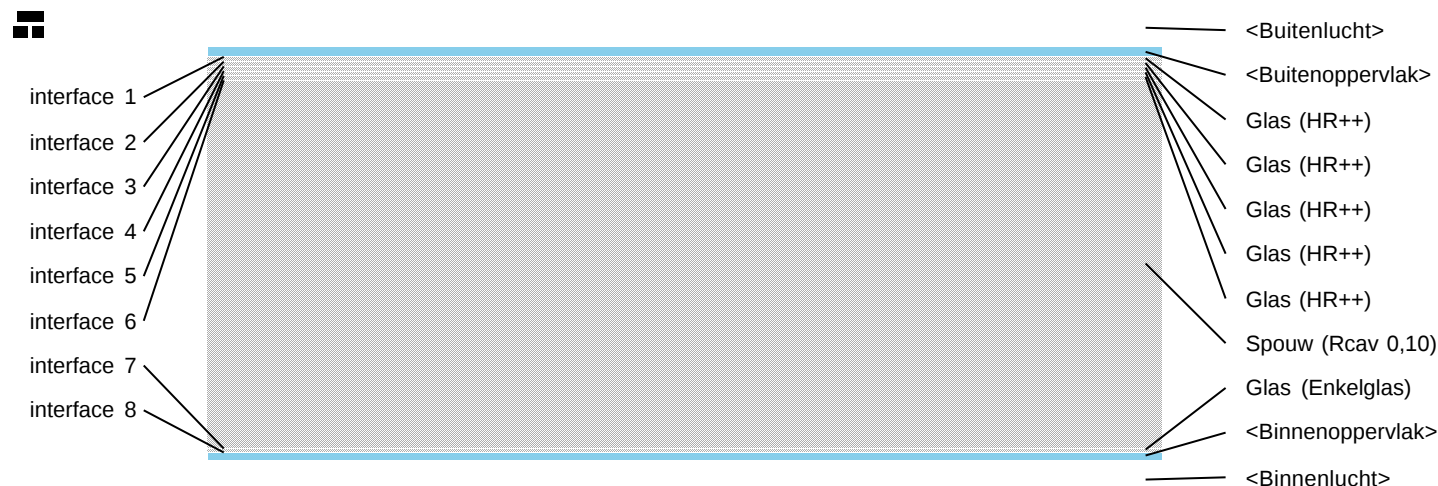
Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	5,84	924,05	767,24	767,24	83,0				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	11,02	1313,47	773,36	773,36	58,9				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	13,11	1507,35	773,70	773,70	51,3				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	17,28	1971,79	1168,48	1168,48	59,3				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1168,48	1168,48	50,0				Nee
Maand: December											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	1,00	656,38	577,62	577,62	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	2,06	708,25	577,62	577,62	81,6				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	8,62	1118,42	585,20	585,20	52,3				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	11,27	1335,51	585,62	585,62	43,8				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,56	1883,29	1075,00	1075,00	57,1				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1075,00	1075,00	46,0				Nee

2.4.3 Vitrinekozijn(HR++-enkelglas)[U: 0,599]

Constructietype	:	Buitenraam	
Dikte	d	: 0,405	[m]
Externe warmteovergangswaarde	R _{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R _{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Totale warmteovergangswaarde	R _t	: 1,670	[(m².K)/W]
Totale diffusie-equivalente luchtdikte	S _{d,T}	: 2800,349	[m]
U-waarde	U	: 0,599	[W/(m².K)]
Interne temperatuurfactor	f _{Rsi}	: 0,922	[-]
Risico op oppervlaktecondensatie		: Nee	
Startmaand		: Januari	
Totale condensatie	g _{c,tot}	: 0,000	[g/m²]
Totale verdamping	g _{ev,tot}	: 0,000	[g/m²]
Netto condensatie/verdamping	g _{net}	: 0,000	[g/m²]
Condens beoordeling		: Geen condens	

Klimaatcondities

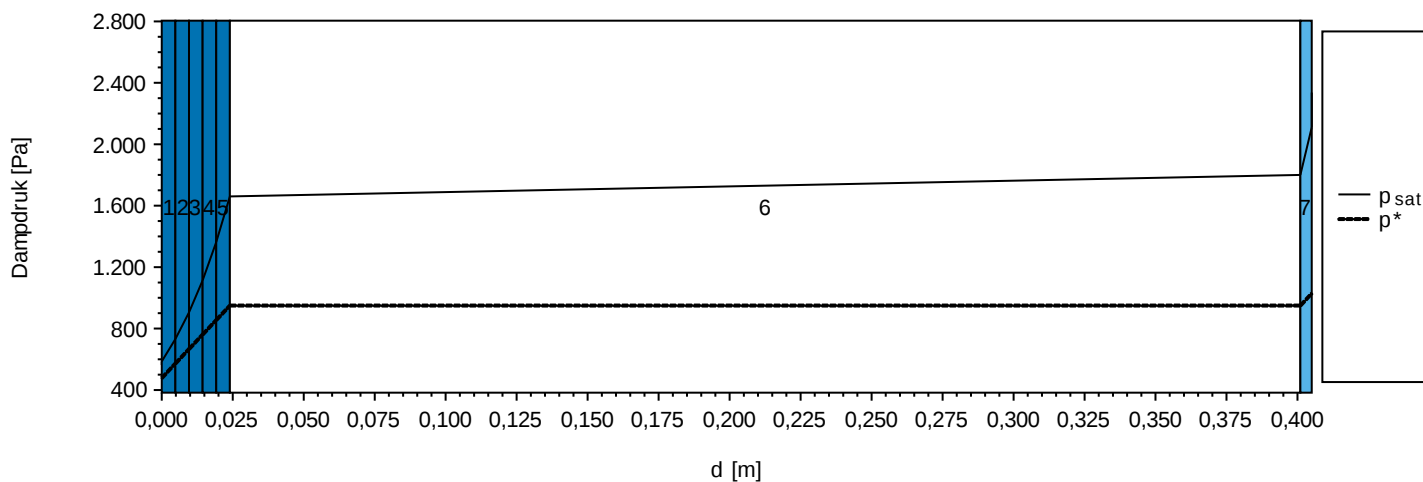
Maand	θ _e [°C]	φ _e [%]	θ _i [°C]	φ _i [%]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si,min}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min} [-]
Januari	-1,00	85,0	20,00	44,0	1028,26	1285,32	10,69	0,557
Februari	0,00	84,0	20,00	45,0	1051,63	1314,54	11,03	0,551
Maart	4,00	78,0	20,00	49,0	1145,11	1431,38	12,32	0,520
April	9,00	72,0	20,00	54,0	1261,95	1577,44	13,80	0,437
Mei	14,00	68,0	22,00	59,0	1559,02	1948,78	17,10	0,387
Juni	18,00	69,0	24,00	63,0	1878,77	2348,47	20,08	0,347
Juli	19,00	73,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
Augustus	19,00	75,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
September	15,00	79,0	22,50	60,0	1634,41	2043,01	17,85	0,380
Oktober	10,00	83,0	20,00	55,0	1285,32	1606,65	14,09	0,409
November	5,00	88,0	20,00	50,0	1168,48	1460,59	12,62	0,508
December	1,00	88,0	20,00	46,0	1075,00	1343,75	11,36	0,545



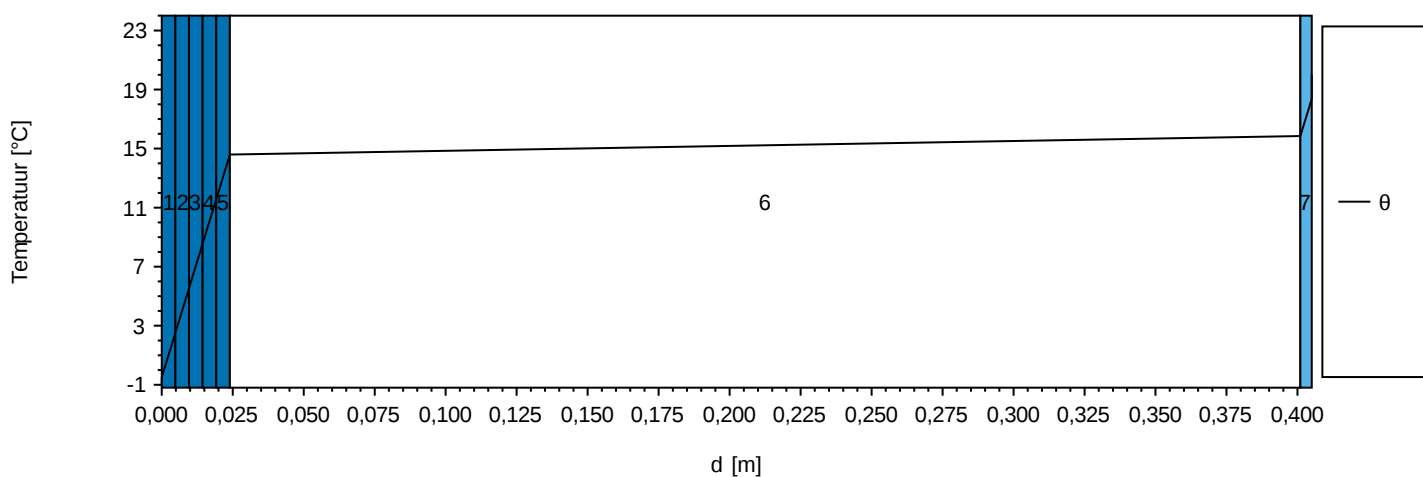
Opbouw constructie

Nummer	Laag	Type	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m².K)/W]	μ [-]	sd [m]
0	<Buitenoppervlak>	Buitenoppervlak	0,000	0,000	0,040	0,00	0,000
1	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
2	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
3	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
4	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
5	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
6	Spouw (Rcav 0,10)	Luchtdikte/spouw	0,377	3,770	0,100	1,00	0,377
7	Glas (Enkelglas)	Materiaallaag	0,004	0,020	0,200	99999,00	399,996
8	<Binnenoppervlak>	Binnenoppervlak	0,000	0,000	0,130	0,00	0,000

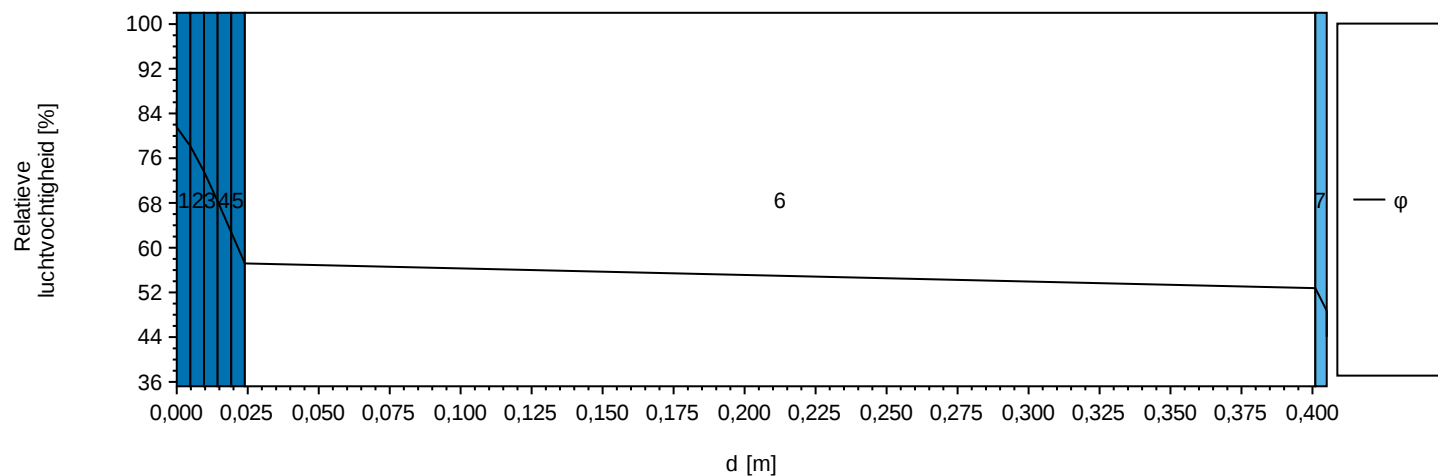
2.4.3.1 Druk grafiek



2.4.3.2 Temperatuurgrafiek



2.4.3.2.1 Relatieve luchtvochtigheid grafiek



Resultaten

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
Maand: Januari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	-1,00	562,04	477,73	477,73	85,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	-0,50	585,96	477,73	477,73	81,5				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	2,52	732,02	572,10	572,10	78,2				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	5,54	905,21	666,46	666,46	73,6				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	8,56	1113,56	760,82	760,82	68,3				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,57	1362,99	855,19	855,19	62,7				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	14,59	1660,24	949,55	949,55	57,2				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	15,85	1799,98	949,62	949,62	52,8				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,37	2110,68	1028,26	1028,26	48,7				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1028,26	1028,26	44,0				Nee
Maand: Februari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	0,00	610,50	512,82	512,82	84,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	0,48	632,11	512,82	512,82	81,1				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	3,35	776,59	605,17	605,17	77,9				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	6,23	949,45	697,53	697,53	73,5				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	9,10	1155,37	789,88	789,88	68,4				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,98	1399,60	882,24	882,24	63,0				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	14,85	1688,05	974,59	974,59	57,7				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	16,05	1822,85	974,67	974,67	53,5				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,44	2121,01	1051,63	1051,63	49,6				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1051,63	1051,63	45,0				Nee
Maand: Maart											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	4,00	812,85	634,02	634,02	78,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	4,38	835,03	634,02	634,02	75,9				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	6,68	979,73	721,62	721,62	73,7				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	8,98	1146,06	809,23	809,23	70,6				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,28	1336,76	896,83	896,83	67,1				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	13,58	1554,79	984,43	984,43	63,3				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	15,88	1803,42	1072,04	1072,04	59,4				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	16,84	1916,90	1072,10	1072,10	55,9				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,75	2162,74	1145,11	1145,11	52,9				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1145,11	1145,11	49,0				Nee
Maand: April											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	9,00	1147,45	826,17	826,17	72,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	9,26	1168,04	826,17	826,17	70,7				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	10,84	1298,50	900,86	900,86	69,4				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	12,43	1441,59	975,56	975,56	67,7				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	14,01	1598,35	1050,26	1050,26	65,7				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	15,59	1769,87	1124,95	1124,95	63,6				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	17,17	1957,32	1199,65	1199,65	61,3				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	17,83	2040,42	1199,71	1199,71	58,8				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	19,14	2215,92	1261,95	1261,95	56,9				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1261,95	1261,95	54,0				Nee
Maand: Mei											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	14,00	1597,73	1086,46	1086,46	68,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	14,19	1617,71	1086,46	1086,46	67,2				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	15,34	1742,22	1167,46	1167,46	67,0				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	16,49	1875,06	1248,46	1248,46	66,6				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	17,64	2016,69	1329,46	1329,46	65,9				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	18,79	2167,60	1410,46	1410,46	65,1				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	19,94	2328,30	1491,46	1491,46	64,1				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	20,42	2398,28	1491,52	1491,52	62,2				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	21,38	2543,76	1559,02	1559,02	61,3				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,00	2642,41	1559,02	1559,02	59,0				Nee
Maand: Juni											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	18,00	2062,83	1423,35	1423,35	69,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	18,14	2081,54	1423,35	1423,35	68,4				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,01	2196,97	1501,41	1501,41	68,3				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,87	2317,96	1579,48	1579,48	68,1				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	20,73	2444,74	1657,54	1657,54	67,8				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	21,59	2577,54	1735,60	1735,60	67,3				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	22,46	2716,59	1813,66	1813,66	66,8				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	22,81	2776,44	1813,72	1813,72	65,3				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,53	2899,59	1878,77	1878,77	64,8				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,00	2982,18	1878,77	1878,77	63,0				Nee
Maand: Juli											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1603,19	1603,19	73,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	19,13	2214,26	1603,19	1603,19	72,4				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,92	2325,71	1665,49	1665,49	71,6				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	20,71	2442,04	1727,78	1727,78	70,8				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	21,50	2563,42	1790,07	1790,07	69,8				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	22,29	2690,03	1852,37	1852,37	68,9				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	23,08	2822,08	1914,66	1914,66	67,8				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	23,41	2878,74	1914,71	1914,71	66,5				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	24,07	2995,06	1966,62	1966,62	65,7				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: Augustus											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1647,11	1647,11	75,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	19,13	2214,26	1647,11	1647,11	74,4				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,92	2325,71	1701,88	1701,88	73,2				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	20,71	2442,04	1756,65	1756,65	71,9				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	21,50	2563,42	1811,41	1811,41	70,7				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	22,29	2690,03	1866,18	1866,18	69,4				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	23,08	2822,08	1920,94	1920,94	68,1				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	23,41	2878,74	1920,99	1920,99	66,7				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	24,07	2995,06	1966,62	1966,62	65,7				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: September											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	15,00	1704,41	1346,48	1346,48	79,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	15,18	1724,22	1346,48	1346,48	78,1				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	16,26	1847,38	1395,83	1395,83	75,6				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	17,34	1978,19	1445,19	1445,19	73,1				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	18,41	2117,03	1494,54	1494,54	70,6				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,49	2264,33	1543,89	1543,89	68,2				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	20,57	2420,52	1593,24	1593,24	65,8				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,02	2488,33	1593,28	1593,28	64,0				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	21,92	2628,94	1634,41	1634,41	62,2				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,50	2724,01	1634,41	1634,41	60,0				Nee
Maand: Oktober											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	10,00	1227,31	1018,67	1018,67	83,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	10,24	1247,15	1018,67	1018,67	81,7				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,68	1372,20	1064,37	1064,37	77,6				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	13,11	1508,13	1110,08	1110,08	73,6				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	14,55	1655,75	1155,79	1155,79	69,8				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	15,99	1815,89	1201,49	1201,49	66,2				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	17,43	1989,44	1247,20	1247,20	62,7				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	18,02	2065,94	1247,23	1247,23	60,4				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	19,22	2226,69	1285,32	1285,32	57,7				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1285,32	1285,32	55,0				Nee
Maand: November											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	5,00	871,86	767,24	767,24	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	5,36	893,97	767,24	767,24	85,8				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	7,51	1037,30	836,01	836,01	80,6				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	9,67	1200,49	904,79	904,79	75,4				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,83	1385,84	973,56	973,56	70,3				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	13,98	1595,87	1042,34	1042,34	65,3				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	16,14	1833,33	1111,11	1111,11	60,6				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	17,04	1941,06	1111,16	1111,16	57,2				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,83	2173,29	1168,48	1168,48	53,8				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1168,48	1168,48	50,0				Nee
Maand: December											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	1,00	656,38	577,62	577,62	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	1,46	678,26	577,62	577,62	85,2				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	4,19	823,53	662,87	662,87	80,5				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	6,92	995,59	748,13	748,13	75,1				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	9,65	1198,56	833,38	833,38	69,5				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	12,38	1437,06	918,63	918,63	63,9				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	15,11	1716,27	1003,89	1003,89	58,5				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	16,25	1845,97	1003,95	1003,95	54,4				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,52	2131,37	1075,00	1075,00	50,4				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1075,00	1075,00	46,0				Nee

Projectgegevens

Omschrijving	:	
Project	:	
Projectrelaties	:	
Berekeningen	:	Hygrothermische prestatie
Projectlocatie	:	
Notities	:	

Inhoudsopgave

1	Projectgegevens.....	3
2	Overzicht HGPRES (C1 en D1).....	4
2.1	Rekenopties 13788 (NEN-EN-ISO 13788)	4
2.2	Klimaten.....	4
2.2.1	C.1 (NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting).....	4
2.3	Materialen.....	4
2.4	Constructies.....	5
2.4.1	Vitrinekozijn (Dubbelglas-enkelglas) [U: 1,230].....	5
2.4.1.1	Druk grafiek	6
2.4.1.2	Temperatuur grafiek	6
2.4.1.2.1	Relatieve luchtvochtigheid grafiek	6
2.4.2	Vitrinekozijn (Kozijn-enkelglas) [U: 1,393]	9
2.4.2.1	Druk grafiek	10
2.4.2.2	Temperatuur grafiek	10
2.4.2.2.1	Relatieve luchtvochtigheid grafiek	10
2.4.3	Vitrinekozijn (HR++-enkelglas) [U: 0,599]	13
2.4.3.1	Druk grafiek	14
2.4.3.2	Temperatuur grafiek	14
2.4.3.2.1	Relatieve luchtvochtigheid grafiek	14

1 Projectgegevens

Omschrijving	:	
Project	:	
Projectrelaties	:	
Berekeningen	:	Hygrothermische prestatie
Projectlocatie	:	
Notities	:	

2 Overzicht HGPRES (C1 en D1)

Aanduiding	: HGPRES
Omschrijving	: C1 en D1
Berekening	: Hygrothermische prestatie
Berekening subtype	: Inwendige condensatie

2.1 Rekenopties 13788 (NEN-EN-ISO 13788)

Algemeen

Aanduiding	: 13788
Omschrijving	: NEN-EN-ISO 13788
Bepaling Rsi/Rse	: Volgens NEN-EN-ISO 13788
Pas laagsplitsing toe	: Ja

Dynamische berekening opties

Interne vochtproductiesnelheid	G	: 0	[g/h]
Intern gebouwvolume	V	: 0,000	[m³]

2.2 Klimaten

2.2.1 C.1 (NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting)

Aanduiding	: C.1
Omschrijving	: NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting
Klimaattype	: Dynamisch, volgens NEN-EN-ISO 13788
Klimaatbasis	: ϕ_i [%] (interne relatieve luchtvochtigheid)
Klimaatbron	: NEN-EN-ISO 13788:2013 - Annex A (normale bezetting)
Schrikkeljaar	: Nee

2.3 Materialen

Aand	Omschr	d [m]	ρ [kg/m³]	μ [-]	λ [W/(m.K)]	R_{cav} [(m².K)/W]
Type: Materiaallaag						
Glas	Dubbelglas	0,0240	2500,000	99999,00	0,070	
Glas	Enkelglas	0,0040	2500,000	99999,00	0,020	
Glas	HR++	0,0240	2500,000	99999,00	0,020	
Kozijn	Hout	0,0620	540,000	100,00	0,250	
Type: Luchtlaag/spouw						
Spouw	Kopie van Rcav 0,10	0,2400	1,269	1,00		0,100
Spouw	Rcav 0,10	0,2770	1,269	1,00		0,100

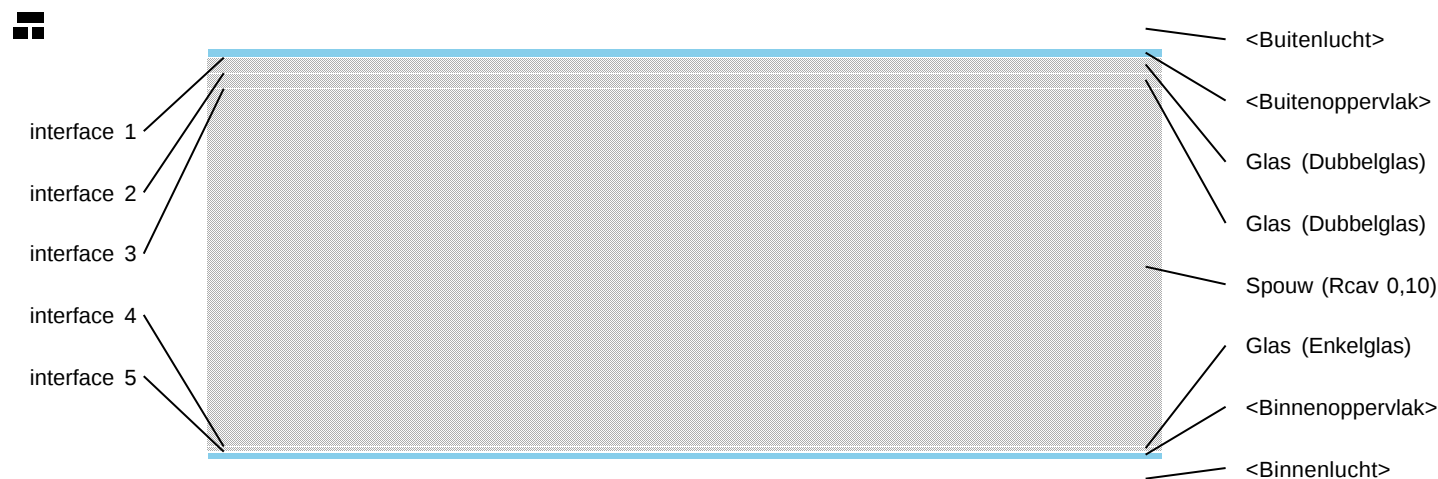
2.4 Constructies

2.4.1 Vitrinekozijn (Dubbelglas-enkelglas) [U: 1,230]

Constructietype	:	Buitenraam	
Dikte	d	: 0,305	[m]
Externe warmteovergangswaarde	R _{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R _{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Totale warmteovergangswaarde	R _t	: 0,813	[(m².K)/W]
Totale diffusie-equivalente luchtdikte	S _{d,T}	: 2800,249	[m]
U-waarde	U	: 1,230	[W/(m².K)]
Interne temperatuurfactor	f _{Rsi}	: 0,840	[-]
Risico op oppervlaktecondensatie		: Nee	
Startmaand		: Januari	
Totale condensatie	g _{c,tot}	: 0,000	[g/m²]
Totale verdamping	g _{ev,tot}	: 0,000	[g/m²]
Netto condensatie/verdamping	g _{net}	: 0,000	[g/m²]
Condens beoordeling		: Geen condens	

Klimaatcondities

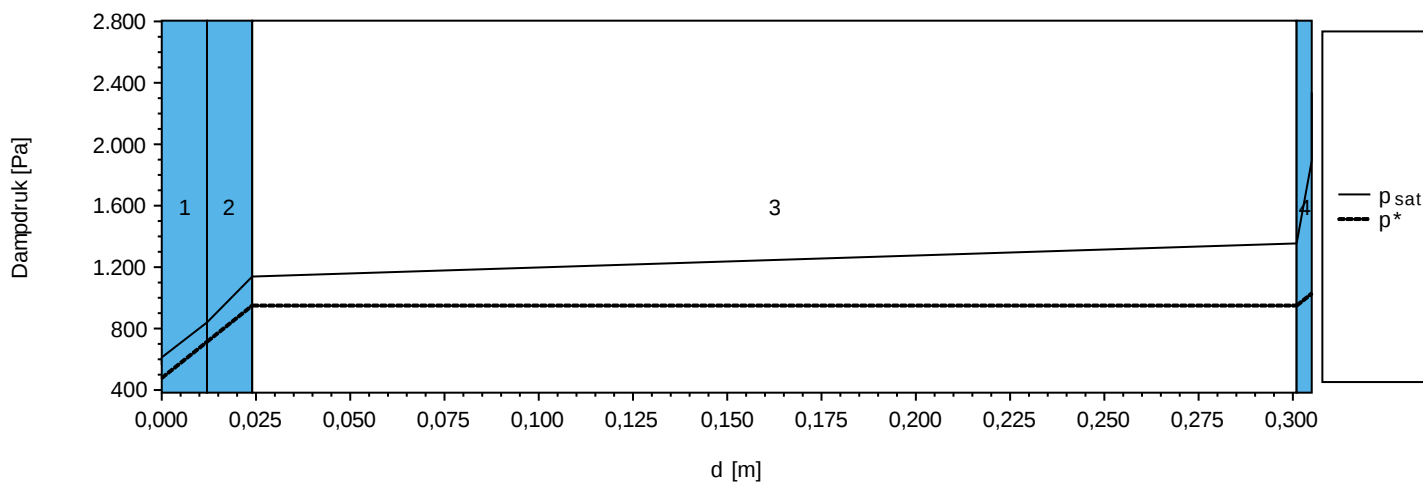
Maand	θ _e [°C]	φ _e [%]	θ _i [°C]	φ _i [%]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si,min}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min} [-]
Januari	-1,00	85,0	20,00	44,0	1028,26	1285,32	10,69	0,557
Februari	0,00	84,0	20,00	45,0	1051,63	1314,54	11,03	0,551
Maart	4,00	78,0	20,00	49,0	1145,11	1431,38	12,32	0,520
April	9,00	72,0	20,00	54,0	1261,95	1577,44	13,80	0,437
Mei	14,00	68,0	22,00	59,0	1559,02	1948,78	17,10	0,387
Juni	18,00	69,0	24,00	63,0	1878,77	2348,47	20,08	0,347
Juli	19,00	73,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
Augustus	19,00	75,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
September	15,00	79,0	22,50	60,0	1634,41	2043,01	17,85	0,380
Oktober	10,00	83,0	20,00	55,0	1285,32	1606,65	14,09	0,409
November	5,00	88,0	20,00	50,0	1168,48	1460,59	12,62	0,508
December	1,00	88,0	20,00	46,0	1075,00	1343,75	11,36	0,545



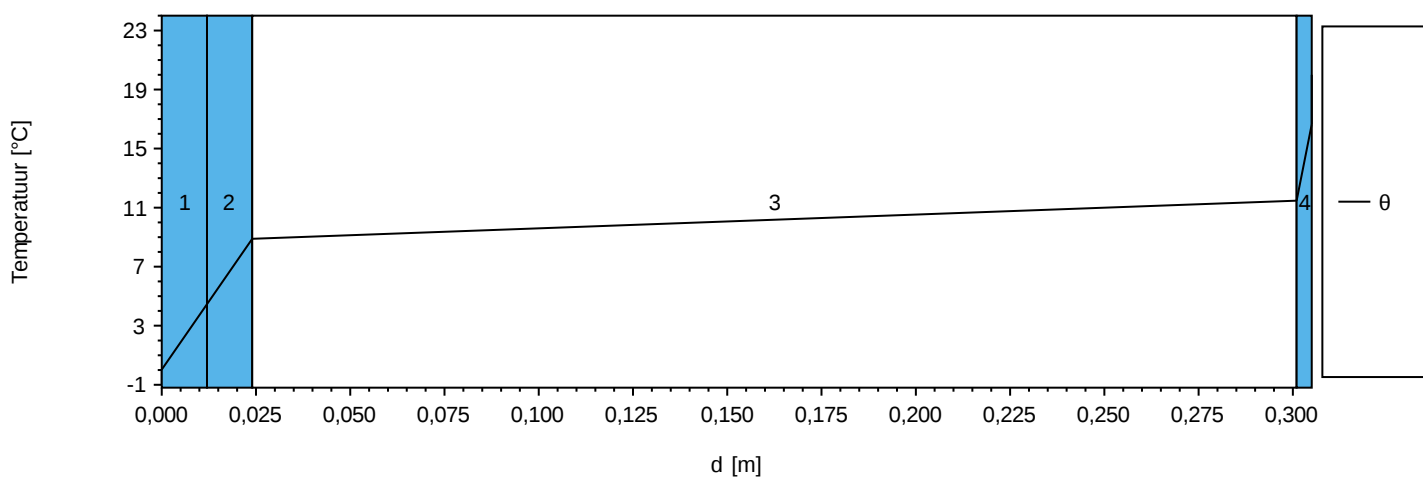
Opbouw constructie

Numer	Laag	Type	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m².K)/W]	μ [-]	sd [m]
0	<Buitenoppervlak>	Buitenoppervlak	0,000	0,000	0,040	0,00	0,000
1	Glas (Dubbelglas)	Materiaallaag	0,012	0,070	0,171	99999,00	1199,988
2	Glas (Dubbelglas)	Materiaallaag	0,012	0,070	0,171	99999,00	1199,988
3	Spouw (Rcav 0,10)	Luchtlaag/spouw	0,277	2,770	0,100	1,00	0,277
4	Glas (Enkelglas)	Materiaallaag	0,004	0,020	0,200	99999,00	399,996
5	<Binnenoppervlak>	Binnenoppervlak	0,000	0,000	0,130	0,00	0,000

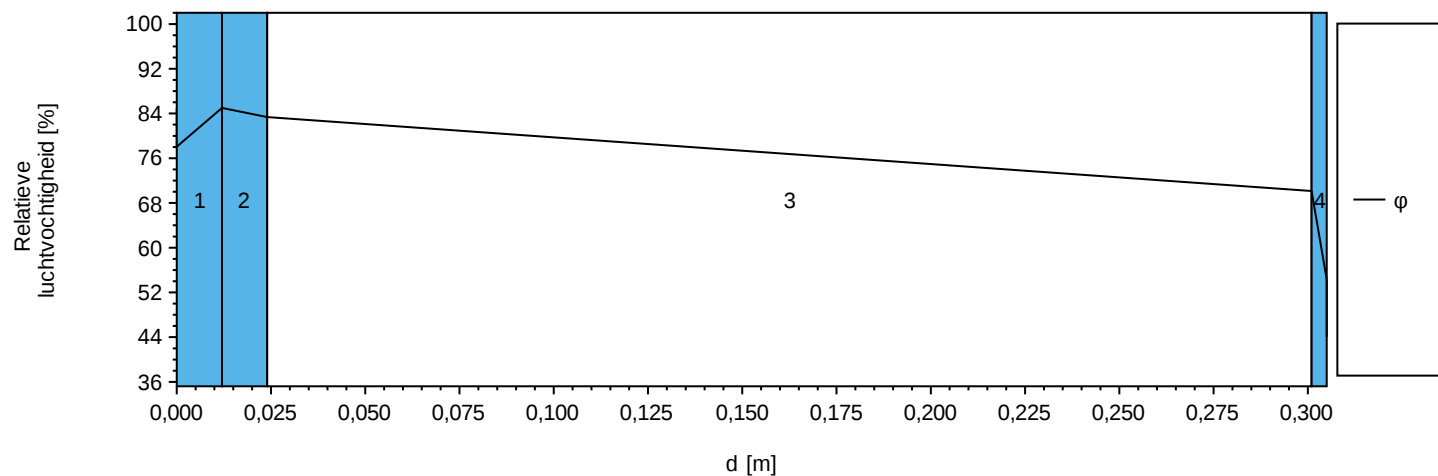
2.4.1.1 Druk grafiek



2.4.1.2 Temperatuurgrafiek



2.4.1.2.1 Relatieve luchtvochtigheid grafiek



Resultaten

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
Maand: Januari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	-1,00	562,04	477,73	477,73	85,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	0,03	611,99	477,73	477,73	78,1				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	4,46	839,67	713,65	713,65	85,0				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	8,89	1139,04	949,57	949,57	83,4				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	11,47	1353,97	949,62	949,62	70,1				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,64	1893,08	1028,26	1028,26	54,3				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1028,26	1028,26	44,0				Nee
Maand: Februari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	0,00	610,50	512,82	512,82	84,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	0,98	655,64	512,82	512,82	78,2				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	5,20	884,24	743,71	743,71	84,1				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	9,42	1180,42	974,61	974,61	82,6				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	11,88	1390,80	974,66	974,66	70,1				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,80	1912,41	1051,63	1051,63	55,0				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1051,63	1051,63	45,0				Nee
Maand: Maart											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	4,00	812,85	634,02	634,02	78,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	4,79	859,01	634,02	634,02	73,8				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	8,16	1084,07	853,04	853,04	78,7				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	11,54	1359,49	1072,05	1072,05	78,9				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	13,50	1547,07	1072,10	1072,10	69,3				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	17,44	1991,45	1145,11	1145,11	57,5				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1145,11	1145,11	49,0				Nee
Maand: April											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	9,00	1147,45	826,17	826,17	72,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	9,54	1190,09	826,17	826,17	69,4				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	11,86	1389,03	1012,91	1012,91	72,9				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	14,18	1616,60	1199,66	1199,66	74,2				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	15,53	1763,92	1199,70	1199,70	68,0				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,24	2094,27	1261,95	1261,95	60,3				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1261,95	1261,95	54,0				Nee
Maand: Mei											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	14,00	1597,73	1086,46	1086,46	68,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	14,39	1639,01	1086,46	1086,46	66,3				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	16,08	1826,68	1288,96	1288,96	70,6				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	17,77	2032,93	1491,47	1491,47	73,4				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	18,75	2162,43	1491,52	1491,52	69,0				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	20,72	2443,24	1559,02	1559,02	63,8				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,00	2642,41	1559,02	1559,02	59,0				Nee
Maand: Juni											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	18,00	2062,83	1423,35	1423,35	69,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	18,30	2101,44	1423,35	1423,35	67,7				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	19,56	2274,14	1618,51	1618,51	71,2				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	20,83	2459,14	1813,67	1813,67	73,8				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,56	2573,02	1813,72	1813,72	70,5				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,04	2814,68	1878,77	1878,77	66,7				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,00	2982,18	1878,77	1878,77	63,0				Nee
Maand: Juli											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1603,19	1603,19	73,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	19,27	2233,51	1603,19	1603,19	71,8				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	20,43	2399,97	1758,93	1758,93	73,3				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	21,59	2577,17	1914,67	1914,67	74,3				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	22,27	2685,74	1914,71	1914,71	71,3				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,62	2914,90	1966,62	1966,62	67,5				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: Augustus											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1647,11	1647,11	75,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	19,27	2233,51	1647,11	1647,11	73,7				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	20,43	2399,97	1784,03	1784,03	74,3				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	21,59	2577,17	1920,95	1920,95	74,5				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	22,27	2685,74	1920,98	1920,98	71,5				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,62	2914,90	1966,62	1966,62	67,5				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: September											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	15,00	1704,41	1346,48	1346,48	79,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	15,37	1745,33	1346,48	1346,48	77,1				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	16,95	1930,62	1469,87	1469,87	76,1				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	18,53	2132,92	1593,25	1593,25	74,7				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	19,46	2259,29	1593,28	1593,28	70,5				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	21,30	2531,83	1634,41	1634,41	64,6				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,50	2724,01	1634,41	1634,41	60,0				Nee

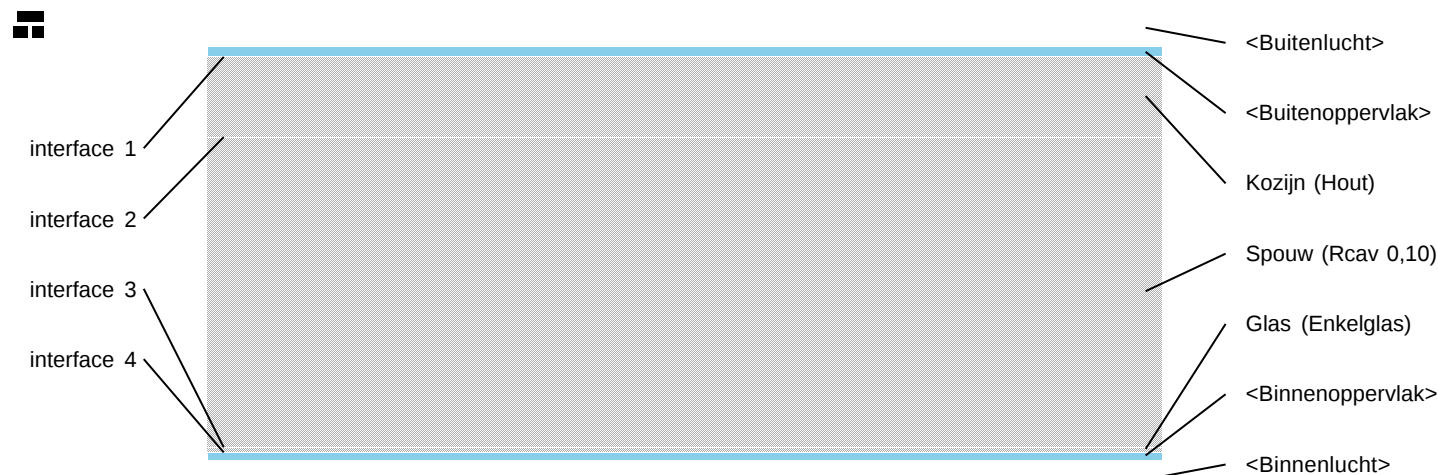
Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
Maand: Oktober											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	10,00	1227,31	1018,67	1018,67	83,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	10,49	1268,37	1018,67	1018,67	80,3				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	12,60	1458,34	1132,94	1132,94	77,7				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	14,71	1672,85	1247,21	1247,21	74,6				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	15,94	1810,35	1247,23	1247,23	68,9				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,40	2115,38	1285,32	1285,32	60,8				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1285,32	1285,32	55,0				Nee
Maand: November											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	5,00	871,86	767,24	767,24	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	5,74	917,82	767,24	767,24	83,6				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	8,90	1139,85	939,18	939,18	82,4				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	12,07	1407,83	1111,12	1111,12	78,9				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	13,91	1588,46	1111,16	1111,16	70,0				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	17,60	2011,65	1168,48	1168,48	58,1				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1168,48	1168,48	50,0				Nee
Maand: December											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	1,00	656,38	577,62	577,62	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (Dubbelglas)	1,93	702,01	577,62	577,62	82,3				Nee
2	Glas (Dubbelglas)	Glas (Dubbelglas)	5,94	930,88	790,76	790,76	84,9				Nee
3	Glas (Dubbelglas)	Spouw (Rcav 0,10)	9,95	1223,12	1003,90	1003,90	82,1				Nee
4	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	12,29	1428,51	1003,95	1003,95	70,3				Nee
5	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,96	1931,91	1075,00	1075,00	55,6				Nee
6	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1075,00	1075,00	46,0				Nee

2.4.2 Vitrinekozijn (Kozijn-enkelglas) [U: 1,393]

Constructietype	:	Buitenraam	
Dikte	d	: 0,306	[m]
Externe warmteovergangswaarde	R _{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R _{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Totale warmteovergangswaarde	R _t	: 0,718	[(m².K)/W]
Totale diffusie-equivalente luchtdikte	S _{d,T}	: 406,436	[m]
U-waarde	U	: 1,393	[W/(m².K)]
Interne temperatuurfactor	f _{Rsi}	: 0,819	[-]
Risico op oppervlaktecondensatie		: Nee	
Startmaand		: Januari	
Totale condensatie	g _{c,tot}	: 0,000	[g/m²]
Totale verdamping	g _{ev,tot}	: 0,000	[g/m²]
Netto condensatie/verdamping	g _{net}	: 0,000	[g/m²]
Condens beoordeling		: Geen condens	

Klimaatcondities

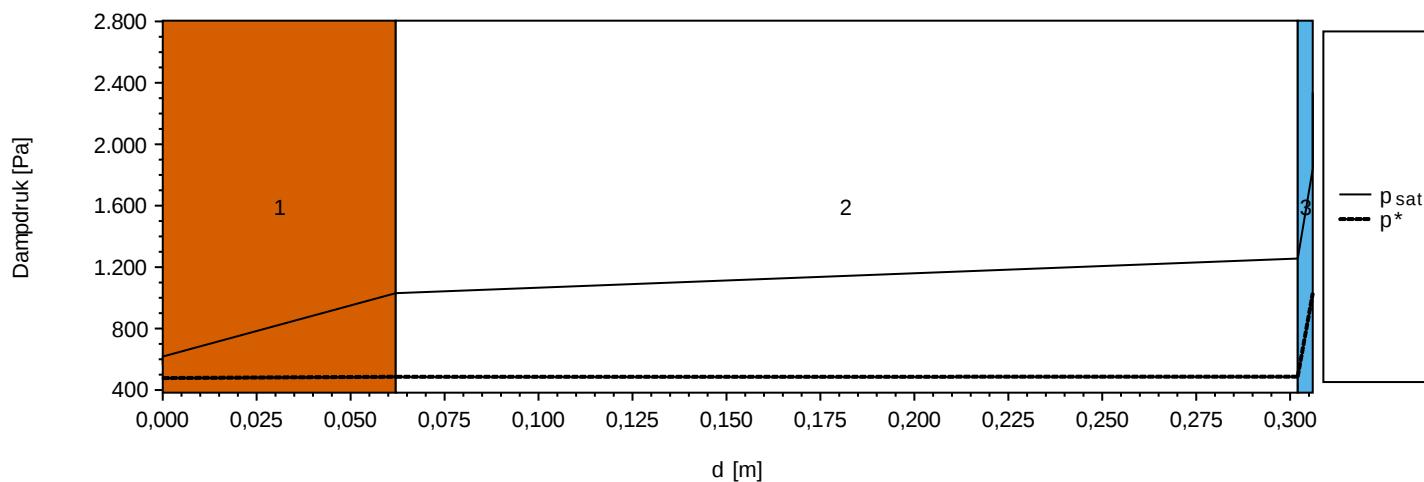
Maand	θ _e [°C]	φ _e [%]	θ _i [°C]	φ _i [%]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si,min}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min} [-]
Januari	-1,00	85,0	20,00	44,0	1028,26	1285,32	10,69	0,557
Februari	0,00	84,0	20,00	45,0	1051,63	1314,54	11,03	0,551
Maart	4,00	78,0	20,00	49,0	1145,11	1431,38	12,32	0,520
April	9,00	72,0	20,00	54,0	1261,95	1577,44	13,80	0,437
Mei	14,00	68,0	22,00	59,0	1559,02	1948,78	17,10	0,387
Juni	18,00	69,0	24,00	63,0	1878,77	2348,47	20,08	0,347
Juli	19,00	73,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
Augustus	19,00	75,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
September	15,00	79,0	22,50	60,0	1634,41	2043,01	17,85	0,380
Oktober	10,00	83,0	20,00	55,0	1285,32	1606,65	14,09	0,409
November	5,00	88,0	20,00	50,0	1168,48	1460,59	12,62	0,508
December	1,00	88,0	20,00	46,0	1075,00	1343,75	11,36	0,545



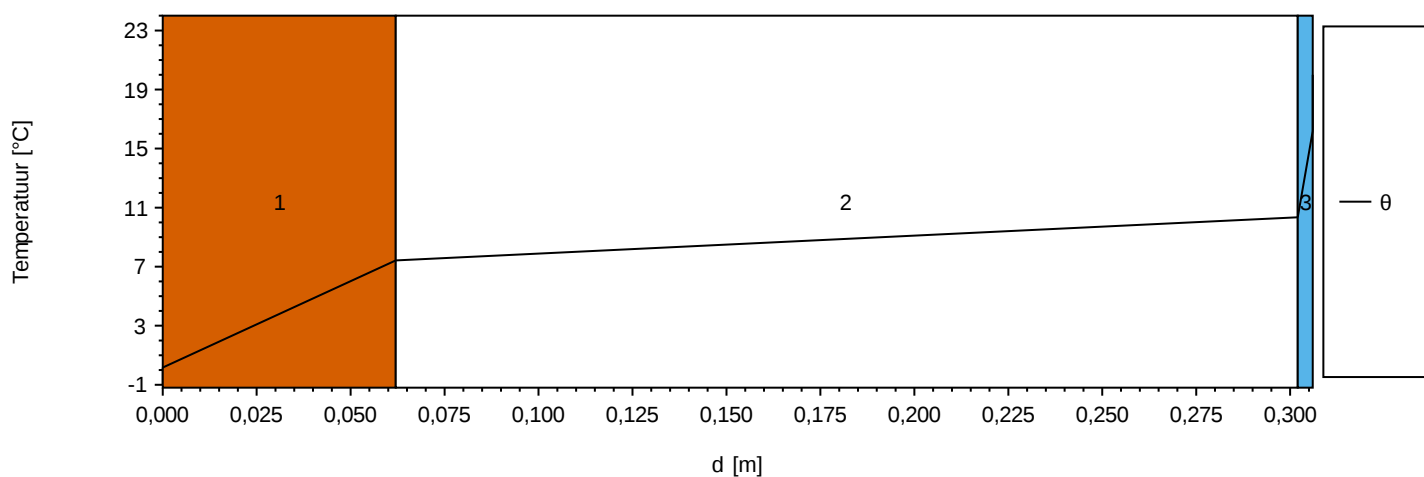
Opbouw constructie

Nummer	Laag	Type	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m².K)/W]	μ [-]	sd [m]
0	<Buitenoppervlak>	Buitenoppervlak	0,000	0,000	0,040	0,00	0,000
1	Kozijn (Hout)	Materiaallaag	0,062	0,250	0,248	100,00	6,200
2	Spouw (R _{cav} 0,10)	Luchtlaag/spouw	0,240	2,400	0,100	1,00	0,240
3	Glas (Enkelglas)	Materiaallaag	0,004	0,020	0,200	99999,00	399,996
4	<Binnenoppervlak>	Binnenoppervlak	0,000	0,000	0,130	0,00	0,000

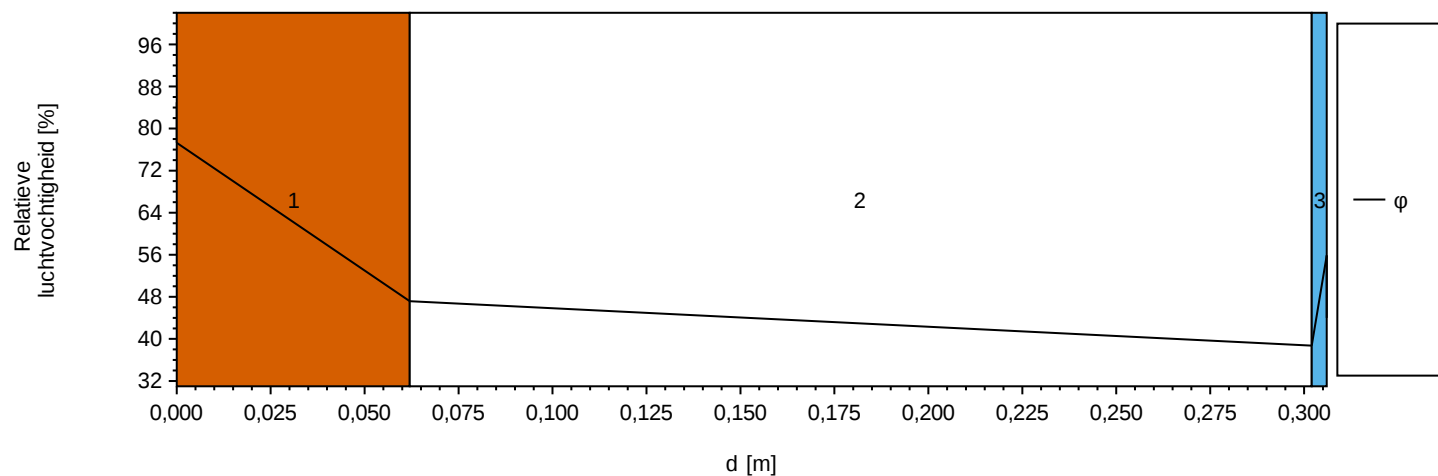
2.4.2.1 Druk grafiek



2.4.2.2 Temperatuurgrafiek



2.4.2.2.1 Relatieve luchtvochtigheid grafiek



Resultaten

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
Maand: Januari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	-1,00	562,04	477,73	477,73	85,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	0,17	618,09	477,73	477,73	77,3				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	7,42	1030,82	486,13	486,13	47,2				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	10,35	1256,24	486,46	486,46	38,7				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,20	1840,36	1028,26	1028,26	55,9				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1028,26	1028,26	44,0				Nee
Maand: Februari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	0,00	610,50	512,82	512,82	84,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	1,11	661,81	512,82	512,82	77,5				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	8,02	1073,84	521,04	521,04	48,5				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	10,81	1295,34	521,36	521,36	40,2				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,38	1861,72	1051,63	1051,63	56,5				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1051,63	1051,63	45,0				Nee
Maand: Maart											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	4,00	812,85	634,02	634,02	78,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	4,89	865,28	634,02	634,02	73,3				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	10,42	1262,10	641,82	641,82	50,9				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	12,65	1462,67	642,12	642,12	43,9				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	17,10	1949,33	1145,11	1145,11	58,7				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1145,11	1145,11	49,0				Nee
Maand: April											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	9,00	1147,45	826,17	826,17	72,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	9,61	1195,83	826,17	826,17	69,1				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	13,41	1537,80	832,82	832,82	54,2				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	14,94	1698,30	833,07	833,07	49,1				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,01	2063,91	1261,95	1261,95	61,1				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1261,95	1261,95	54,0				Nee
Maand: Mei											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	14,00	1597,73	1086,46	1086,46	68,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	14,45	1644,53	1086,46	1086,46	66,1				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	17,21	1962,44	1093,67	1093,67	55,7				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	18,32	2105,11	1093,94	1093,94	52,0				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	20,55	2417,93	1559,02	1559,02	64,5				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,00	2642,41	1559,02	1559,02	59,0				Nee
Maand: Juni											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	18,00	2062,83	1423,35	1423,35	69,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	18,33	2106,58	1423,35	1423,35	67,6				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	20,41	2396,43	1430,30	1430,30	59,7				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,24	2522,82	1430,57	1430,57	56,7				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	22,91	2793,18	1878,77	1878,77	67,3				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,00	2982,18	1878,77	1878,77	63,0				Nee
Maand: Juli											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1603,19	1603,19	73,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	19,31	2238,48	1603,19	1603,19	71,6				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	21,21	2517,23	1608,73	1608,73	63,9				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,97	2637,93	1608,95	1608,95	61,0				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,50	2894,58	1966,62	1966,62	67,9				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: Augustus											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1647,11	1647,11	75,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	19,31	2238,48	1647,11	1647,11	73,6				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	21,21	2517,23	1651,99	1651,99	65,6				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,97	2637,93	1652,18	1652,18	62,6				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,50	2894,58	1966,62	1966,62	67,9				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: September											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	15,00	1704,41	1346,48	1346,48	79,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	15,42	1750,80	1346,48	1346,48	76,9				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	18,01	2063,91	1350,87	1350,87	65,5				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	19,05	2203,41	1351,04	1351,04	61,3				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	21,14	2507,35	1634,41	1634,41	65,2				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,50	2724,01	1634,41	1634,41	60,0				Nee
Maand: Oktober											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	10,00	1227,31	1018,67	1018,67	83,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	10,56	1273,88	1018,67	1018,67	80,0				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	14,01	1598,89	1022,73	1022,73	64,0				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	15,40	1749,23	1022,89	1022,89	58,5				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,19	2087,52	1285,32	1285,32	61,6				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1285,32	1285,32	55,0				Nee
Maand: November											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	5,00	871,86	767,24	767,24	88,0				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	5,84	924,05	767,24	767,24	83,0				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	11,02	1313,47	773,36	773,36	58,9				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	13,11	1507,35	773,60	773,60	51,3				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	17,28	1971,79	1168,48	1168,48	59,3				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1168,48	1168,48	50,0				Nee
Maand: December											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	1,00	656,38	577,62	577,62	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Kozijn (Hout)	2,06	708,25	577,62	577,62	81,6				Nee
2	Kozijn (Hout)	Spouw (Rcav 0,10)	8,62	1118,42	585,21	585,21	52,3				Nee
3	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	11,27	1335,51	585,50	585,50	43,8				Nee
4	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	16,56	1883,29	1075,00	1075,00	57,1				Nee
5	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1075,00	1075,00	46,0				Nee

2.4.3 Vitrinekozijn(HR++-enkelglas)[U: 0,599]

Constructietype	:	Buitenraam	
Dikte	d	: 0,305	[m]
Externe warmteovergangswaarde	R _{se}	: 0,040	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R _{si}	: 0,130	[(m².K)/W]
Totale warmteovergangswaarde	R _t	: 1,670	[(m².K)/W]
Totale diffusie-equivalente luchtdaagdikte	S _{d,T}	: 2800,249	[m]
U-waarde	U	: 0,599	[W/(m².K)]
Interne temperatuurfactor	f _{Rsi}	: 0,922	[-]
Risico op oppervlaktecondensatie		: Nee	
Startmaand		: Januari	
Totale condensatie	g _{c,tot}	: 0,000	[g/m²]
Totale verdamping	g _{ev,tot}	: 0,000	[g/m²]
Netto condensatie/verdamping	g _{net}	: 0,000	[g/m²]
Condens beoordeling		: Geen condens	

Klimaatcondities

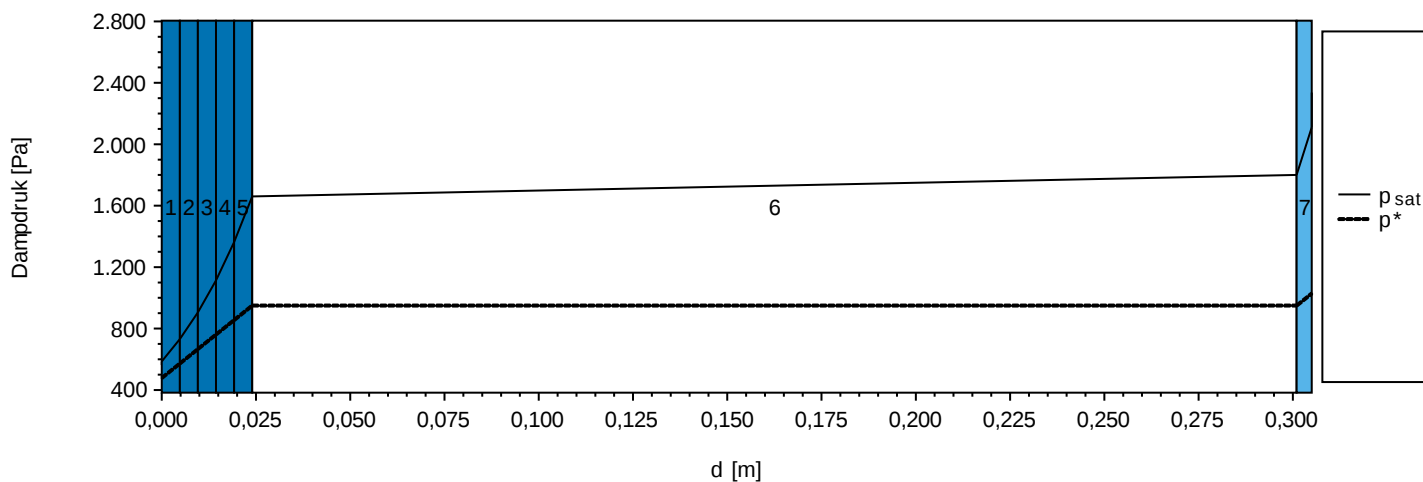
Maand	θ _e [°C]	φ _e [%]	θ _i [°C]	φ _i [%]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si,min}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min} [-]
Januari	-1,00	85,0	20,00	44,0	1028,26	1285,32	10,69	0,557
Februari	0,00	84,0	20,00	45,0	1051,63	1314,54	11,03	0,551
Maart	4,00	78,0	20,00	49,0	1145,11	1431,38	12,32	0,520
April	9,00	72,0	20,00	54,0	1261,95	1577,44	13,80	0,437
Mei	14,00	68,0	22,00	59,0	1559,02	1948,78	17,10	0,387
Juni	18,00	69,0	24,00	63,0	1878,77	2348,47	20,08	0,347
Juli	19,00	73,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
Augustus	19,00	75,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
September	15,00	79,0	22,50	60,0	1634,41	2043,01	17,85	0,380
Oktober	10,00	83,0	20,00	55,0	1285,32	1606,65	14,09	0,409
November	5,00	88,0	20,00	50,0	1168,48	1460,59	12,62	0,508
December	1,00	88,0	20,00	46,0	1075,00	1343,75	11,36	0,545



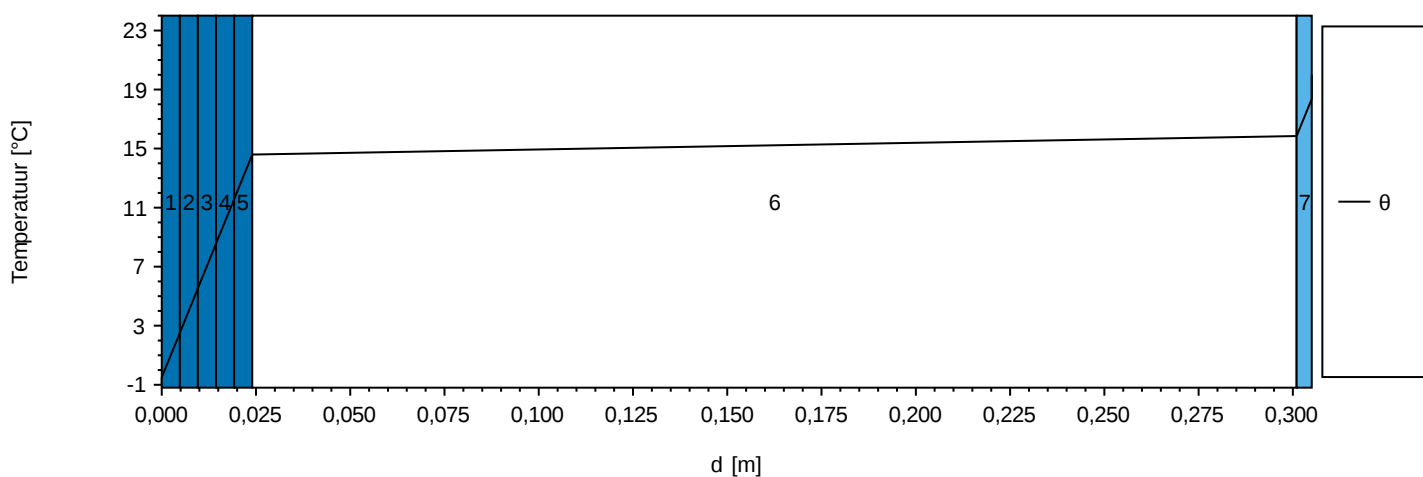
Opbouw constructie

Nummer	Laag	Type	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m².K)/W]	μ [-]	sd [m]
0	<Buitenoppervlak>	Buitenoppervlak	0,000	0,000	0,040	0,00	0,000
1	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
2	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
3	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
4	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
5	Glas (HR++)	Materiaallaag	0,005	0,020	0,240	99999,00	479,995
6	Spouw (Rcav 0,10)	Luchtdaag/spouw	0,277	2,770	0,100	1,00	0,277
7	Glas (Enkelglas)	Materiaallaag	0,004	0,020	0,200	99999,00	399,996
8	<Binnenoppervlak>	Binnenoppervlak	0,000	0,000	0,130	0,00	0,000

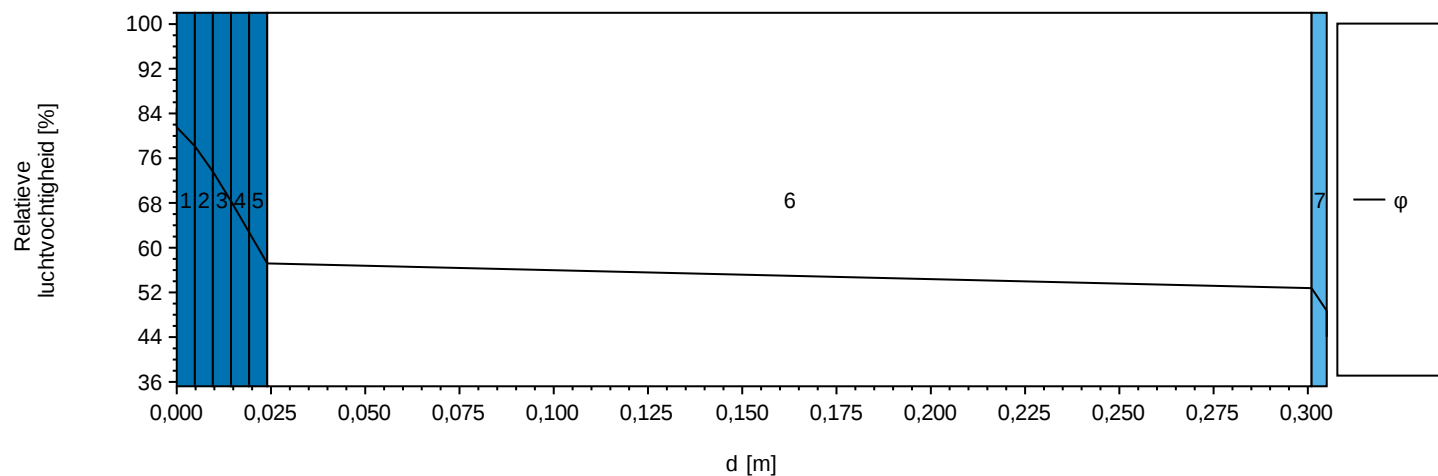
2.4.3.1 Druk grafiek



2.4.3.2 Temperatuurgrafiek



2.4.3.2.1 Relatieve luchtvochtigheid grafiek



Resultaten

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
Maand: Januari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	-1,00	562,04	477,73	477,73	85,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	-0,50	585,96	477,73	477,73	81,5				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	2,52	732,02	572,10	572,10	78,2				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	5,54	905,21	666,47	666,47	73,6				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	8,56	1113,56	760,83	760,83	68,3				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,57	1362,99	855,20	855,20	62,7				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	14,59	1660,24	949,57	949,57	57,2				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	15,85	1799,98	949,62	949,62	52,8				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,37	2110,68	1028,26	1028,26	48,7				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1028,26	1028,26	44,0				Nee
Maand: Februari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	0,00	610,50	512,82	512,82	84,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	0,48	632,11	512,82	512,82	81,1				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	3,35	776,59	605,18	605,18	77,9				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	6,23	949,45	697,54	697,54	73,5				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	9,10	1155,37	789,89	789,89	68,4				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,98	1399,60	882,25	882,25	63,0				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	14,85	1688,05	974,61	974,61	57,7				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	16,05	1822,85	974,66	974,66	53,5				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,44	2121,01	1051,63	1051,63	49,6				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1051,63	1051,63	45,0				Nee
Maand: Maart											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	4,00	812,85	634,02	634,02	78,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	4,38	835,03	634,02	634,02	75,9				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	6,68	979,73	721,63	721,63	73,7				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	8,98	1146,06	809,23	809,23	70,6				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,28	1336,76	896,84	896,84	67,1				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	13,58	1554,79	984,44	984,44	63,3				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	15,88	1803,42	1072,05	1072,05	59,4				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	16,84	1916,90	1072,10	1072,10	55,9				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,75	2162,74	1145,11	1145,11	52,9				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1145,11	1145,11	49,0				Nee
Maand: April											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	9,00	1147,45	826,17	826,17	72,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	9,26	1168,04	826,17	826,17	70,7				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	10,84	1298,50	900,87	900,87	69,4				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	12,43	1441,59	975,57	975,57	67,7				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	14,01	1598,35	1050,26	1050,26	65,7				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	15,59	1769,87	1124,96	1124,96	63,6				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	17,17	1957,32	1199,66	1199,66	61,3				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	17,83	2040,42	1199,70	1199,70	58,8				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	19,14	2215,92	1261,95	1261,95	56,9				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1261,95	1261,95	54,0				Nee
Maand: Mei											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	14,00	1597,73	1086,46	1086,46	68,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	14,19	1617,71	1086,46	1086,46	67,2				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	15,34	1742,22	1167,46	1167,46	67,0				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	16,49	1875,06	1248,46	1248,46	66,6				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	17,64	2016,69	1329,47	1329,47	65,9				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	18,79	2167,60	1410,47	1410,47	65,1				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	19,94	2328,30	1491,47	1491,47	64,1				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	20,42	2398,28	1491,52	1491,52	62,2				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	21,38	2543,76	1559,02	1559,02	61,3				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,00	2642,41	1559,02	1559,02	59,0				Nee
Maand: Juni											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	18,00	2062,83	1423,35	1423,35	69,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	18,14	2081,54	1423,35	1423,35	68,4				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,01	2196,97	1501,42	1501,42	68,3				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,87	2317,96	1579,48	1579,48	68,1				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	20,73	2444,74	1657,55	1657,55	67,8				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	21,59	2577,54	1735,61	1735,61	67,3				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	22,46	2716,59	1813,67	1813,67	66,8				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	22,81	2776,44	1813,72	1813,72	65,3				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	23,53	2899,59	1878,77	1878,77	64,8				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,00	2982,18	1878,77	1878,77	63,0				Nee
Maand: Juli											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1603,19	1603,19	73,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	19,13	2214,26	1603,19	1603,19	72,4				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,92	2325,71	1665,49	1665,49	71,6				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	20,71	2442,04	1727,78	1727,78	70,8				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	21,50	2563,42	1790,08	1790,08	69,8				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	22,29	2690,03	1852,38	1852,38	68,9				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	23,08	2822,08	1914,67	1914,67	67,8				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	23,41	2878,74	1914,71	1914,71	66,5				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	24,07	2995,06	1966,62	1966,62	65,7				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: Augustus											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1647,11	1647,11	75,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	19,13	2214,26	1647,11	1647,11	74,4				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,92	2325,71	1701,88	1701,88	73,2				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	20,71	2442,04	1756,65	1756,65	71,9				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	21,50	2563,42	1811,42	1811,42	70,7				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	22,29	2690,03	1866,19	1866,19	69,4				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	23,08	2822,08	1920,95	1920,95	68,1				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	23,41	2878,74	1920,98	1920,98	66,7				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	24,07	2995,06	1966,62	1966,62	65,7				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: September											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	15,00	1704,41	1346,48	1346,48	79,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	15,18	1724,22	1346,48	1346,48	78,1				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	16,26	1847,38	1395,84	1395,84	75,6				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	17,34	1978,19	1445,19	1445,19	73,1				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	18,41	2117,03	1494,54	1494,54	70,6				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	19,49	2264,33	1543,90	1543,90	68,2				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	20,57	2420,52	1593,25	1593,25	65,8				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	21,02	2488,33	1593,28	1593,28	64,0				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	21,92	2628,94	1634,41	1634,41	62,2				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,50	2724,01	1634,41	1634,41	60,0				Nee
Maand: Oktober											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	10,00	1227,31	1018,67	1018,67	83,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	10,24	1247,15	1018,67	1018,67	81,7				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,68	1372,20	1064,38	1064,38	77,6				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	13,11	1508,13	1110,08	1110,08	73,6				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	14,55	1655,75	1155,79	1155,79	69,8				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	15,99	1815,89	1201,50	1201,50	66,2				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	17,43	1989,44	1247,21	1247,21	62,7				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	18,02	2065,94	1247,23	1247,23	60,4				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	19,22	2226,69	1285,32	1285,32	57,7				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1285,32	1285,32	55,0				Nee
Maand: November											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	5,00	871,86	767,24	767,24	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	5,36	893,97	767,24	767,24	85,8				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	7,51	1037,30	836,02	836,02	80,6				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	9,67	1200,49	904,79	904,79	75,4				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	11,83	1385,84	973,57	973,57	70,3				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	13,98	1595,87	1042,35	1042,35	65,3				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	16,14	1833,33	1111,12	1111,12	60,6				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	17,04	1941,06	1111,16	1111,16	57,2				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,83	2173,29	1168,48	1168,48	53,8				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1168,48	1168,48	50,0				Nee
Maand: December											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	1,00	656,38	577,62	577,62	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Glas (HR++)	1,46	678,26	577,62	577,62	85,2				Nee
2	Glas (HR++)	Glas (HR++)	4,19	823,53	662,87	662,87	80,5				Nee
3	Glas (HR++)	Glas (HR++)	6,92	995,59	748,13	748,13	75,1				Nee
4	Glas (HR++)	Glas (HR++)	9,65	1198,56	833,39	833,39	69,5				Nee
5	Glas (HR++)	Glas (HR++)	12,38	1437,06	918,64	918,64	63,9				Nee
6	Glas (HR++)	Spouw (Rcav 0,10)	15,11	1716,27	1003,90	1003,90	58,5				Nee
7	Spouw (Rcav 0,10)	Glas (Enkelglas)	16,25	1845,97	1003,95	1003,95	54,4				Nee
8	Glas (Enkelglas)	<Binnenoppervlak>	18,52	2131,37	1075,00	1075,00	50,4				Nee
9	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1075,00	1075,00	46,0				Nee

Bijlage III Bouwfysische berekeningen renovatiegevels

Materiaalgegevens Therm 7.4 en SBR Rekentool:

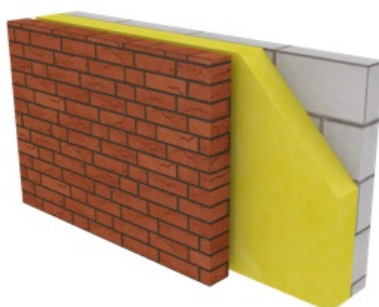
$\lambda_{\text{baksteen}}$	= 1,20 W/m.K
λ_{spouw}	= 0,22 W/m.K
$\lambda_{\text{kalkzandsteen}}$	= 1,13 W/m.K
λ_{vuren}	= 0,11 W/m.K
$\lambda_{\text{ecoboard}}$	= 0,15 W/m.K
$\lambda_{\text{holzFlex}}$	= 0,038 W/m.K
λ_{biofoam}	= 0,034 W/m.K
$\lambda_{\text{West. red}}$	= 0,11 W/m.K

Klimaatgegevens Therm 7.4:

T_{extern}	= 0 °C
T_{intern}	= 1 °C
ΔT	= 1 °C

Berekeningen λ -waarden houtskeletelementen SBR Rekentool:

$R_{\text{m buiten 170 prefab}}$	= 4,71 m ² K/W	$d = 240\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 170 prefab}}$	= 1/4,71	= 0,051 W/mK
$R_{\text{m buiten 195 prefab}}$	= 5,30 m ² K/W	$d = 265\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 195 prefab}}$	= 1/5,30	= 0,050 W/mK
$R_{\text{m buiten 220 prefab}}$	= 5,92 m ² K/W	$d = 290\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 220 prefab}}$	= 1/5,92	= 0,049 W/mK
$R_{\text{m buiten 170 in situ}}$	= 4,40 m ² K/W	$d = 185\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 170 in situ}}$	= 1/4,40	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m buiten 195 in situ}}$	= 5,06 m ² K/W	$d = 210\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 195 in situ}}$	= 1/5,06	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m buiten 220 in situ}}$	= 5,66 m ² K/W	$d = 235\text{mm}$
$\lambda_{\text{m buiten 220 in situ}}$	= 1/5,66	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m binnen 170 in situ}}$	= 4,40 m ² K/W	$d = 185\text{mm}$
$\lambda_{\text{m binnen 170 in situ}}$	= 1/4,40	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m binnen 195 in situ}}$	= 5,06 m ² K/W	$d = 210\text{mm}$
$\lambda_{\text{m binnen 195 in situ}}$	= 1/5,06	= 0,042 W/mK
$R_{\text{m binnen 220 in situ}}$	= 5,66 m ² K/W	$d = 235\text{mm}$
$\lambda_{\text{m binnen 220 in situ}}$	= 1/5,66	= 0,042 W/mK

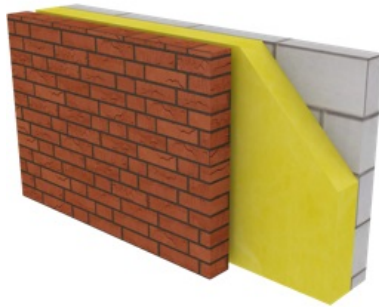


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	Eigen invoer	Voorzetwand 40x170 zonder afwerking	185	0.042	4.4365
Isolatie	Eigen invoer	Kalkzandstenen binnenblad	100	1.126	0.0888
Extra isolatielaag	Eigen invoer	Mupan glaswol	80	0.035	2.2857
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Buitenspouwblad (baksteen; gemetseld)	100	1.200	0.0833
Totale dikte constructie:			505		

R_{si}	= 0.13	m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 6.7 m²·K/W	U_T	= 0.14	W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04	m ² ·K/W		ΔU	= 0.01	W/m ² ·K
R_T	= 7.24	m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.15	W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00	W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 6.71	m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01	W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 6.7	m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

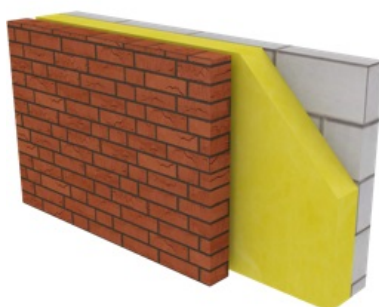


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x170 in situ	185	0.042	4.4048
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Biofoam (bio-eps) vormvaste plaat	100	0.034	2.9412
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar 25x275	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			450		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.3 m²·K/W	U_T	= 0.12 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 8.01 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.13 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.37 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.3 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

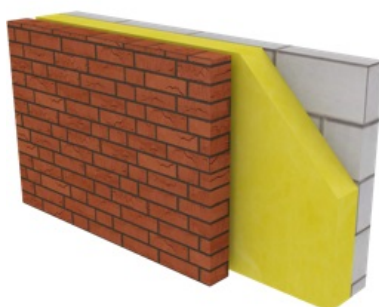


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	Eigen invoer	Voorzetwand 40x195 zonder afwerking	210	0.042	5.0602
Isolatie	Eigen invoer	Kalkzandstenen binnenblad	100	1.126	0.0888
Extra isolatielaag	Eigen invoer	Mupan glaswol	80	0.035	2.2857
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Buitenspouwblad (baksteen; gemetseld)	100	1.200	0.0833
Totale dikte constructie:			530		

R_{si}	= 0.13	m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.3 m²·K/W	U_T	= 0.13	W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04	m ² ·K/W		ΔU	= 0.01	W/m ² ·K
R_T	= 7.87	m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.13	W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00	W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.31	m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01	W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.3	m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

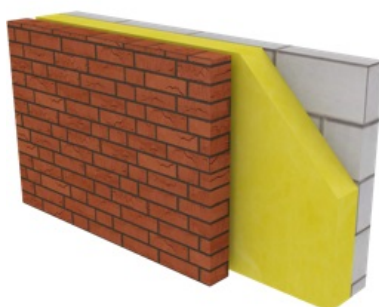


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x195	210	0.042	5.0000
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Biofoam (bio-eps) vormvaste plaat	100	0.034	2.9412
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar 25x275	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			475		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.9 m²·K/W	U_T	= 0.12 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 8.61 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.12 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.93 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.9 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

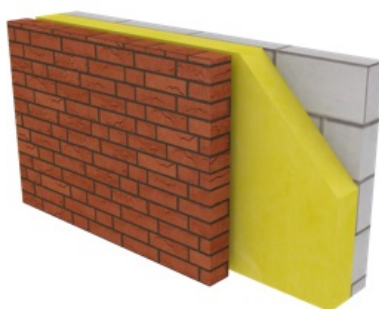


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x195 in situ	210	0.042	5.0000
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Biofoam (bio-eps) vormvaste plaat	80	0.034	2.3529
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar 25x275	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			455		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.3 m²·K/W	U_T	= 0.12 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 8.02 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.13 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.37 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.3 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

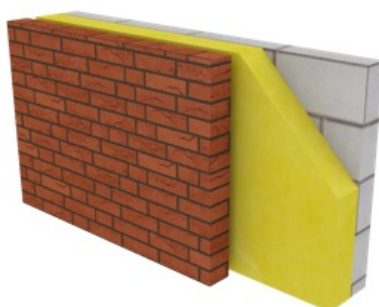


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	Eigen invoer	Voorzetwand 40x220 zonder afwerking	235	0.042	5.6627
Isolatie	Eigen invoer	Kalkzandstenen binnenblad	100	1.126	0.0888
Extra isolatielaag	Eigen invoer	Mupan glaswol	80	0.035	2.2857
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Buitenspouwblad (baksteen; gemetseld)	100	1.200	0.0833
Totale dikte constructie:			555		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.8 m²·K/W	U_T	= 0.12 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 8.47 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.12 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.88 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.8 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

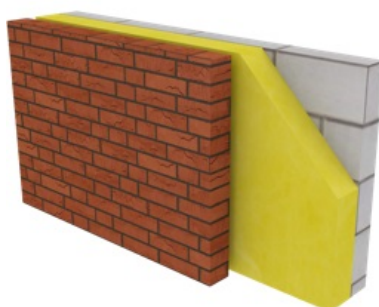


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x220	235	0.042	5.5952
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Biofoam (bio-eps) vormvaste plaat	100	0.034	2.9412
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar 25x275	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			500		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 8.4 m²·K/W	U_T	= 0.11 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 9.20 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.12 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 8.49 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 8.4 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

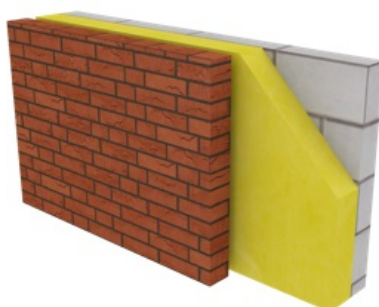


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x220 in situ	235	0.042	5.5952
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Biofoam (bio-eps) vormvaste plaat	60	0.034	1.7647
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar 25x275	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			460		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.3 m²·K/W	U_T	= 0.12 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 8.03 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.13 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.38 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.3 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

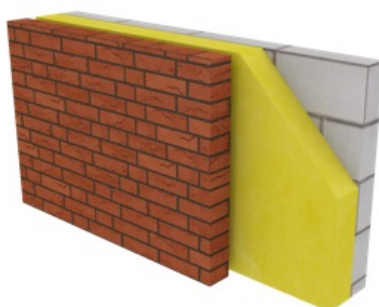


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x170 met stelregels 40x45 en valse spouw	240	0.051	4.7431
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Biofoam (bio-EPS) vormvaste plaat	80	0.034	2.3529
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			485		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.1 m²·K/W	U_T	= 0.13 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 7.76 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.14 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.14 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.1 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

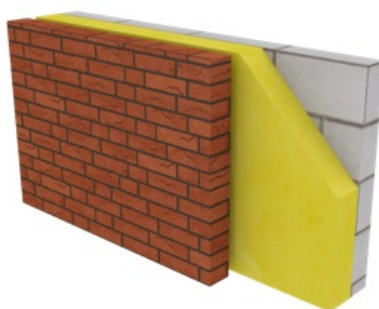


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x195 met stelregel 40x45 en valse spouw	265	0.050	5.3535
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Blofoam (bio-eps) vormvaste plaat	60	0.034	1.7647
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar 25x275	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			490		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.1 m²·K/W	U_T	= 0.13 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 7.78 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.14 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.17 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.1 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

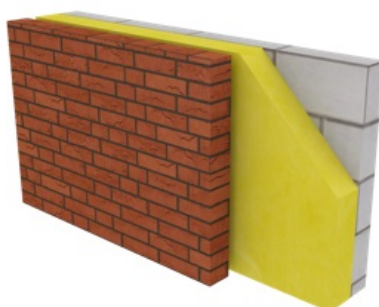


Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x220 met stelregel 40x45 en valse spouw	290	0.049	5.9184
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Biofoam (bio-eps) vormvaste plaat	80	0.034	2.3529
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar 25x275	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			535		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 8.2 m²·K/W	U_T	= 0.11 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 8.94 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.12 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 8.25 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 8.2 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.



Laag	Bron	Materiaal	Dikte (mm)	λ_{calc} W/m·K	R_m (m ² ·K/W)
Binnenspouwblad	SBR-Referentiedetails	Binnenspouwblad (kalkzandsteen; gemetseld/gelijmd)	100	1.126	0.0888
Isolatie	Eigen invoer	HSB 40x220 met stelregel 40x45 en valse spouw	290	0.049	5.9184
Extra isolatielaag	Eigen invoer	ISOBOUW Biofoam (bio-eps)	60	0.034	1.7647
Spouwankers	SBR-Referentiedetails	Spouwanker RVS Diameter: 3.6 mm Aantal: 4 per m ²		17.000	
Spouw		Ongeventileerd	40		0.1800
Buitenspouwblad	Eigen invoer	Gevelbekleding Western red cedar	25	0.110	0.2273
Totale dikte constructie:			515		

R_{si}	= 0.13 m ² ·K/W	R_C Bouwbesluit = 7.6 m²·K/W	U_T	= 0.12 W/m ² ·K
R_{se} Buitenlucht	= 0.04 m ² ·K/W		ΔU	= 0.01 W/m ² ·K
R_T	= 8.35 m ² ·K/W		$U_C = U_T + \Delta U$	= 0.13 W/m ² ·K
ΔU_{fa}	= 0.00 W/m ² ·K		$R_C = 1/U_C - R_{si} - R_{se}$	= 7.70 m ² ·K/W
$\Delta U_w = 0.05 \cdot U_T$	= 0.01 W/m ² ·K		R_C Bouwbesluit	= 7.6 m ² ·K/W

Disclaimer:

SBRCURnet Rekentool warmteweerstand is met de grootste zorg samengesteld. SBRCURnet aanvaardt echter geen enkele aansprakelijkheid voor schade die het gevolg is van onjuistheid of onvolledigheid (in de meest ruime zin des woords) van de in dit programma uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde rapportages.

Projectgegevens

Omschrijving	:	
Project	:	
Projectrelaties	:	
Berekeningen	:	Hygrothermische prestatie
Projectlocatie	:	
Notities	:	

Inhoudsopgave

1	Projectgegevens.....	3
2	Overzicht HGPRES (Hygrothermische prestatie).....	4
2.1	Rekenopties 13788 (NEN-EN-ISO 13788)	4
2.2	Klimaten.....	4
2.2.1	C.1 (NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting).....	4
2.3	Materialen.....	4
2.4	Constructies.....	5
2.4.1	Binnenblad (Isolatie in situ) [Rc: 6,700].....	5
2.4.1.1	Druk grafiek	6
2.4.1.2	Temperatuur grafiek	7
2.4.1.2.1	Relatieve luchtvochtigheid grafiek	7
3	Meldingen.....	23
3.1	Hygrothermische prestatie.....	23

1 Projectgegevens

Omschrijving	:	
Project	:	
Projectrelaties	:	
Berekeningen	:	Hygrothermische prestatie
Projectlocatie	:	
Notities	:	

2 Overzicht HGPRES (Hygrothermische prestatie)

Aanduiding	: HGPRES
Omschrijving	: Hygrothermische prestatie
Berekening	: Hygrothermische prestatie
Berekening subtype	: Inwendige condensatie

2.1 Rekenopties 13788 (NEN-EN-ISO 13788)

Algemeen

Aanduiding	: 13788
Omschrijving	: NEN-EN-ISO 13788
Bepaling Rsi/Rse	: Volgens NEN-EN-ISO 13788
Pas laagsplitsing toe	: Ja

Dynamische berekening opties

Interne vochtproductiesnelheid	G	: 0	[g/h]
Intern gebouwvolume	V	: 0,000	[m³]

2.2 Klimaten

2.2.1 C.1 (NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting)

Aanduiding	: C.1
Omschrijving	: NEN-EN-ISO 13788:2013, Annex A, Table C.1 - Normale bezetting
Klimaatype	: Dynamisch, volgens NEN-EN-ISO 13788
Klimaatbasis	: ϕ_i [%] (interne relatieve luchtvochtigheid)
Klimaatbron	: NEN-EN-ISO 13788:2013 - Annex A (normale bezetting)
Schrikkeljaar	: Nee

2.3 Materialen

Aand	Omschr	d [m]	ρ [kg/m³]	μ [-]	λ [W/(m.K)]	R_{cav} [(m².K)/W]
Type: Materiaallaag						
Beplating	EcoBoard Standard 15mm	0,0150	850,000	213,00	0,150	
Binnenblad	Kalkzandsteen 100mm	0,1000	2000,000	12,00	1,126	
Folie	Dampopen waterkerend	0,0001	0,098	1,00	0,000	
Gevelbekleding	Metselwerk 100mm	0,1000	1600,000	9,00	1,000	
Type: Isolatielaag						
Isolatie hsb	Houtvezelisolatie 170mm	0,1700	50,000	3,00	0,038	
Isolatie spouw	Glaswol 80mm	0,0800	35,000	1,00	0,035	
Type: Luchtlaag/spouw						
Spouw	Niet-geventileerd 40mm	0,0400	1,200	1,00		0,170

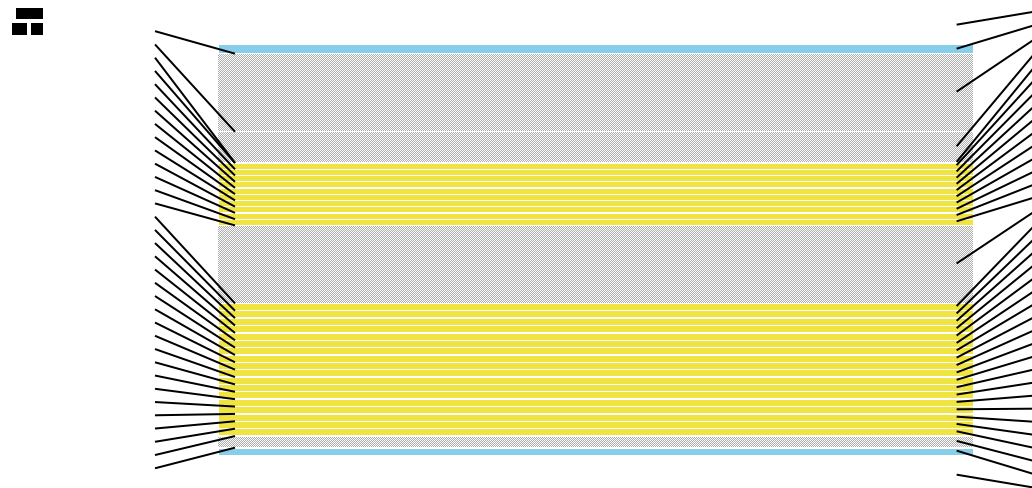
2.4 Constructies

2.4.1 Binnenblad (Isolatie in situ) [Rc: 6,700]

Constructietype	:	Buitenmuur	
Dikte	d	0,505	[m]
Externe warmteovergangswaarde	R _{se}	0,040	[(m².K)/W]
Interne warmteovergangswaarde	R _{si}	0,130	[(m².K)/W]
Totale warmteovergangswaarde	R _t	7,398	[(m².K)/W]
Totale diffusie-equivalente luchtdikte	S _{d,T}	5,925	[m]
U-waarde	U	0,135	[W/(m².K)]
Interne temperatuurfactor	f _{Rsi}	0,966	[-]
Risico op oppervlaktecondensatie		Nee	
Startmaand		Januari	
Totale condensatie	g _{c,tot}	0,000	[g/m²]
Totale verdamping	g _{ev,tot}	0,000	[g/m²]
Netto condensatie/verdamping	g _{net}	0,000	[g/m²]
Condens beoordeling		Geen condens	

Klimaatcondities

Maand	θ _e [°C]	φ _e [%]	θ _i [°C]	φ [%]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si,min}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min} [-]
Januari	-1,00	85,0	20,00	44,0	1028,26	1285,32	10,69	0,557
Februari	0,00	84,0	20,00	45,0	1051,63	1314,54	11,03	0,551
Maart	4,00	78,0	20,00	49,0	1145,11	1431,38	12,32	0,520
April	9,00	72,0	20,00	54,0	1261,95	1577,44	13,80	0,437
Mei	14,00	68,0	22,00	59,0	1559,02	1948,78	17,10	0,387
Juni	18,00	69,0	24,00	63,0	1878,77	2348,47	20,08	0,347
Juli	19,00	73,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
Augustus	19,00	75,0	24,50	64,0	1966,62	2458,28	20,82	0,331
September	15,00	79,0	22,50	60,0	1634,41	2043,01	17,85	0,380
Oktober	10,00	83,0	20,00	55,0	1285,32	1606,65	14,09	0,409
November	5,00	88,0	20,00	50,0	1168,48	1460,59	12,62	0,508
December	1,00	88,0	20,00	46,0	1075,00	1343,75	11,36	0,545

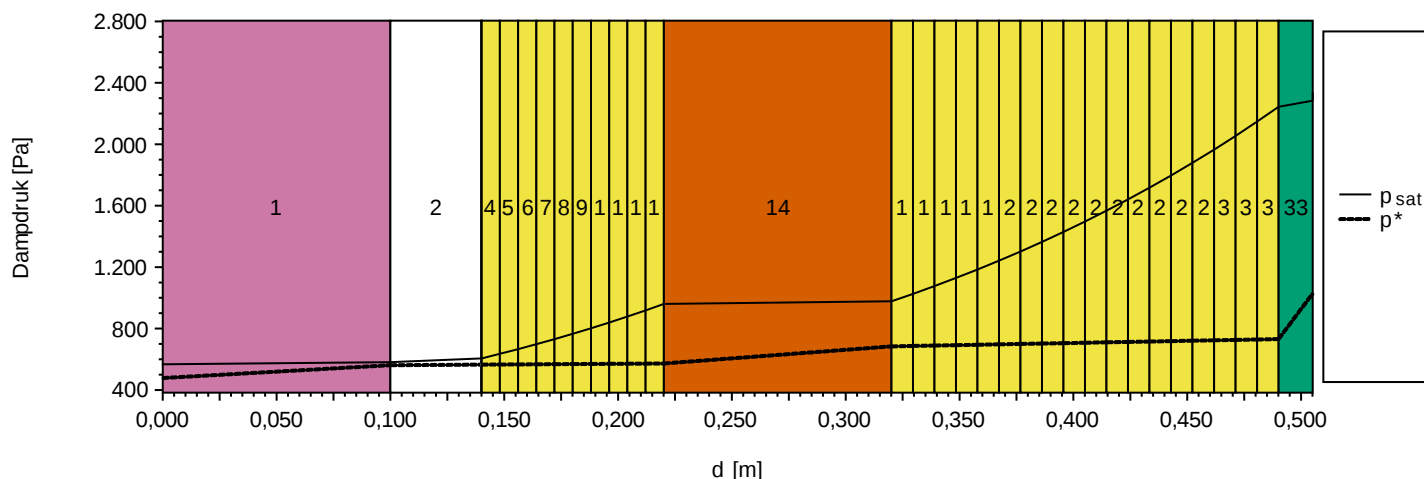


Opbouw constructie

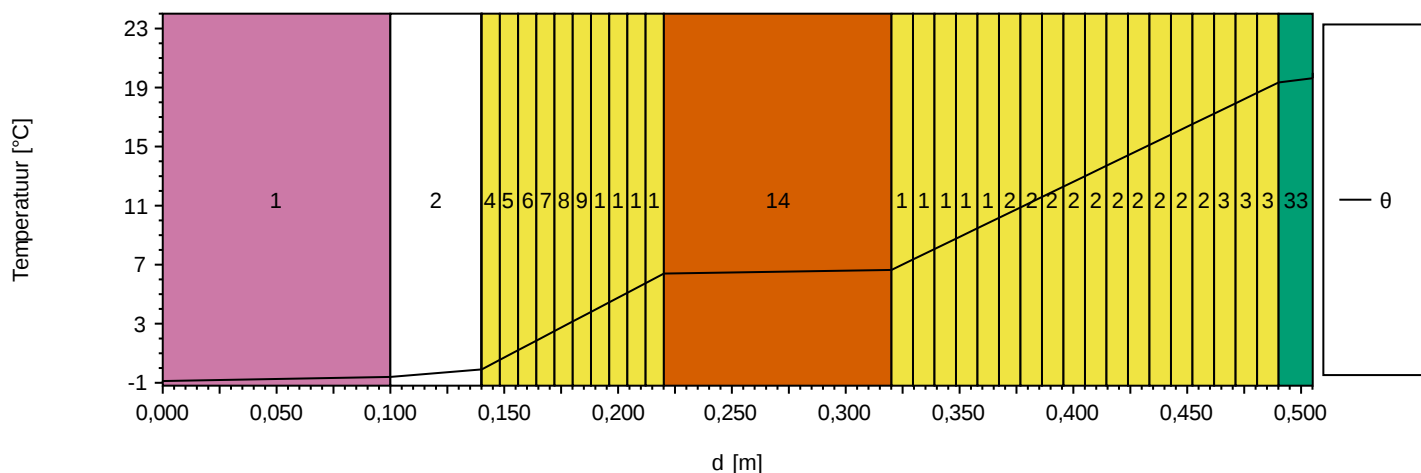
Nummer	Laag	Type	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m².K)/W]	μ [-]	s _d [m]
0	<Buitenoppervlak>	Buitenoppervlak	0,000	0,000	0,040	0,00	0,000
1	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Materiaallaag	0,100	1,000	0,100	9,00	0,900
2	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	Luchtdaag/spouw	0,040	0,222	0,180	1,00	0,040
3	Folie (Dampopen waterkerend)	Materiaallaag	0,000	0,000	0,000	1,00	0,000
4	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008

Nummer	Laag	Type	d [m]	λ [W/(m.K)]	R [(m².K)/W]	μ [-]	sd [m]
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatielaag	0,008	0,035	0,229	1,00	0,008
14	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Materiaallaag	0,100	1,126	0,089	12,00	1,200
15	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatielaag	0,009	0,038	0,249	3,00	0,028
33	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	Materiaallaag	0,015	0,150	0,100	213,00	3,195
34	<Binnenoppervlak>	Binnenoppervlak	0,000	0,000	0,130	0,00	0,000

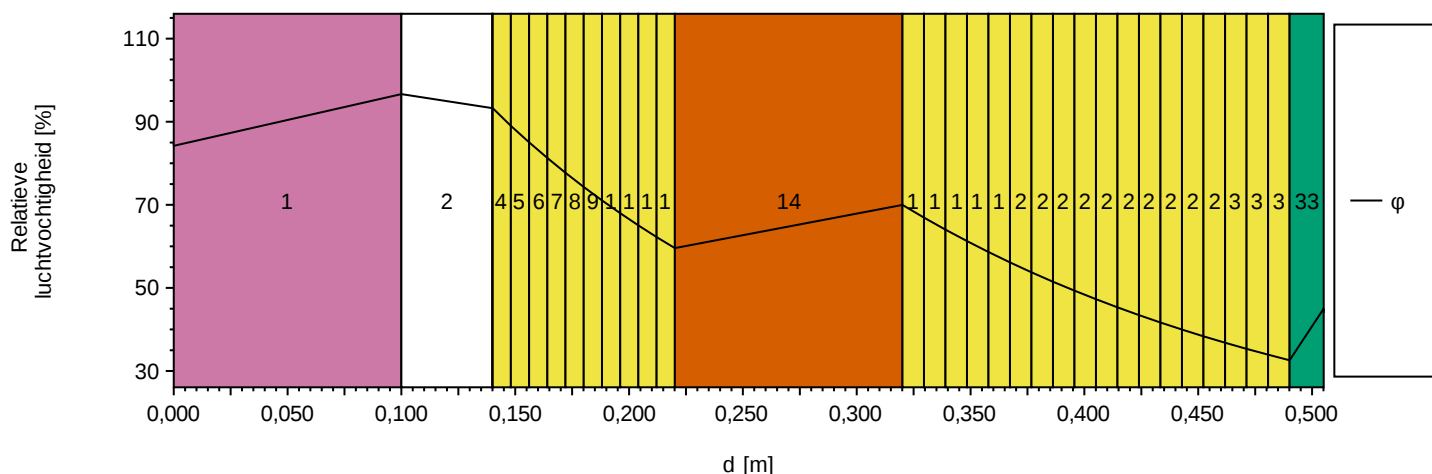
2.4.1.1 Druk grafiek



2.4.1.2 Temperatuurgrafiek



2.4.1.2.1 Relatieve luchtvochtigheid grafiek



Resultaten

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
Maand: Januari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	-1,00	562,04	477,73	477,73	85,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	-0,89	567,36	477,73	477,73	84,2				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	-0,60	580,86	561,36	561,36	96,6				Nee
3	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	-0,09	605,90	565,07	565,07	93,3				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	-0,09	605,90	565,08	565,08	93,3				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	0,56	635,70	565,83	565,83	89,0				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	1,21	666,20	566,57	566,57	85,0				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	1,85	697,99	567,31	567,31	81,3				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	2,50	731,11	568,06	568,06	77,7				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	3,15	765,61	568,80	568,80	74,3				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	3,80	801,54	569,54	569,54	71,1				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	4,45	838,95	570,29	570,29	68,0				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,10	877,89	571,03	571,03	65,0				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,75	918,42	571,77	571,77	62,3				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	6,40	960,59	572,52	572,52	59,6				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	6,65	977,42	684,01	684,01	70,0				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	7,35	1025,94	686,65	686,65	66,9				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	8,06	1076,55	689,28	689,28	64,0				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	8,76	1129,36	691,91	691,91	61,3				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	9,47	1184,43	694,54	694,54	58,6				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	10,18	1241,85	697,18	697,18	56,1				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	10,88	1301,70	699,81	699,81	53,8				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,59	1364,07	702,44	702,44	51,5				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	12,29	1429,06	705,07	705,07	49,3				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,00	1496,74	707,71	707,71	47,3				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,70	1567,23	710,34	710,34	45,3				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,41	1640,61	712,97	712,97	43,5				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,11	1716,98	715,60	715,60	41,7				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,82	1796,46	718,24	718,24	40,0				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,53	1879,14	720,87	720,87	38,4				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,23	1965,14	723,50	723,50	36,8				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,94	2054,57	726,13	726,13	35,3				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,64	2147,53	728,77	728,77	33,9				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	19,35	2244,16	731,40	731,40	32,6				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	19,63	2284,10	1028,26	1028,26	45,0				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1028,26	1028,26	44,0				Nee
Maand: Februari											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	0,00	610,50	512,82	512,82	84,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	0,11	615,32	512,82	512,82	83,3				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	0,38	627,52	594,66	594,66	94,8				Nee
3	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	0,87	650,02	598,30	598,30	92,0				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	0,87	650,02	598,31	598,31	92,0				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	1,48	679,62	599,04	599,04	88,1				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	2,10	710,40	599,76	599,76	84,4				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	2,72	742,40	600,49	600,49	80,9				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	3,34	775,67	601,22	601,22	77,5				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	3,95	810,26	601,95	601,95	74,3				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	4,57	846,19	602,67	602,67	71,2				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,19	883,52	603,40	603,40	68,3				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,81	922,30	604,13	604,13	65,5				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	6,43	962,57	604,86	604,86	62,8				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	7,04	1004,38	605,58	605,58	60,3				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	7,28	1021,05	714,71	714,71	70,0				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	7,96	1069,01	717,28	717,28	67,1				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	8,63	1118,94	719,86	719,86	64,3				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	9,30	1170,91	722,44	722,44	61,7				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	9,97	1224,99	725,01	725,01	59,2				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	10,64	1281,26	727,59	727,59	56,8				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,32	1339,79	730,17	730,17	54,5				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,99	1400,65	732,74	732,74	52,3				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	12,66	1463,93	735,32	735,32	50,2				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,33	1529,70	737,90	737,90	48,2				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,00	1598,06	740,47	740,47	46,3				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,68	1669,07	743,05	743,05	44,5				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,35	1742,85	745,63	745,63	42,8				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,02	1819,46	748,20	748,20	41,1				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,69	1899,01	750,78	750,78	39,5				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,36	1981,59	753,36	753,36	38,0				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,03	2067,30	755,93	755,93	36,6				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,71	2156,24	758,51	758,51	35,2				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	19,38	2248,51	761,09	761,09	33,8				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	19,65	2286,59	1051,63	1051,63	46,0				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1051,63	1051,63	45,0				Nee
Maand: Maart											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	4,00	812,85	634,02	634,02	78,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	4,09	817,81	634,02	634,02	77,5				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	4,30	830,33	711,65	711,65	85,7				Nee
3	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	4,69	853,30	715,10	715,10	83,8				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	4,69	853,30	715,11	715,11	83,8				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,19	883,27	715,80	715,80	81,0				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,68	914,17	716,49	716,49	78,4				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	6,18	946,01	717,18	717,18	75,8				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	6,67	978,83	717,87	717,87	73,3				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	7,16	1012,65	718,56	718,56	71,0				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	7,66	1047,49	719,25	719,25	68,7				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	8,15	1083,38	719,94	719,94	66,5				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	8,65	1120,35	720,63	720,63	64,3				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	9,14	1158,43	721,32	721,32	62,3				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	9,64	1197,64	722,01	722,01	60,3				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	9,83	1213,19	825,52	825,52	68,0				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	10,36	1257,64	827,97	827,97	65,8				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	10,90	1303,53	830,41	830,41	63,7				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,44	1350,87	832,85	832,85	61,7				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,98	1399,72	835,30	835,30	59,7				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	12,51	1450,12	837,74	837,74	57,8				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,05	1502,10	840,19	840,19	55,9				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,59	1555,71	842,63	842,63	54,2				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,13	1611,00	845,07	845,07	52,5				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,66	1667,99	847,52	847,52	50,8				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,20	1726,75	849,96	849,96	49,2				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,74	1787,32	852,41	852,41	47,7				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,28	1849,74	854,85	854,85	46,2				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,82	1914,06	857,29	857,29	44,8				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,35	1980,34	859,74	859,74	43,4				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,89	2048,61	862,18	862,18	42,1				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,43	2118,94	864,63	864,63	40,8				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,97	2191,37	867,07	867,07	39,6				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	19,50	2265,96	869,51	869,51	38,4				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	19,72	2296,59	1145,11	1145,11	49,9				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1145,11	1145,11	49,0				Nee
Maand: April											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	9,00	1147,45	826,17	826,17	72,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	9,06	1152,07	826,17	826,17	71,7				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	9,21	1163,69	892,36	892,36	76,7				Nee
3	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	9,48	1184,86	895,30	895,30	75,6				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	9,48	1184,86	895,31	895,31	75,6				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	9,82	1212,23	895,90	895,90	73,9				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	10,16	1240,16	896,49	896,49	72,3				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	10,50	1268,65	897,08	897,08	70,7				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	10,84	1297,71	897,66	897,66	69,2				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	11,18	1327,35	898,25	898,25	67,7				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	11,51	1357,59	898,84	898,84	66,2				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	11,85	1388,44	899,43	899,43	64,8				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	12,19	1419,90	900,02	900,02	63,4				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	12,53	1451,98	900,61	900,61	62,0				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	12,87	1484,69	901,19	901,19	60,7				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,01	1497,58	989,45	989,45	66,1				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,38	1534,16	991,54	991,54	64,6				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,75	1571,53	993,62	993,62	63,2				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,11	1609,69	995,71	995,71	61,9				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,48	1648,66	997,79	997,79	60,5				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,85	1688,46	999,87	999,87	59,2				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,22	1729,09	1001,96	1001,96	57,9				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,59	1770,59	1004,04	1004,04	56,7				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,96	1812,95	1006,13	1006,13	55,5				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,33	1856,20	1008,21	1008,21	54,3				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,70	1900,34	1010,29	1010,29	53,2				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,07	1945,41	1012,38	1012,38	52,0				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,44	1991,41	1014,46	1014,46	50,9				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,81	2038,36	1016,54	1016,54	49,9				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,18	2086,27	1018,63	1018,63	48,8				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,55	2135,17	1020,71	1020,71	47,8				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,92	2185,07	1022,80	1022,80	46,8				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,29	2235,99	1024,88	1024,88	45,8				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	19,66	2287,94	1026,96	1026,96	44,9				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	19,81	2309,14	1261,95	1261,95	54,7				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1261,95	1261,95	54,0				Nee
Maand: Mei											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	14,00	1597,73	1086,46	1086,46	68,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	14,04	1602,22	1086,46	1086,46	67,8				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	14,15	1613,49	1158,24	1158,24	71,8				Nee
3	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	14,35	1633,96	1161,43	1161,43	71,1				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	14,35	1633,96	1161,44	1161,44	71,1				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	14,59	1660,28	1162,07	1162,07	70,0				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	14,84	1686,97	1162,71	1162,71	68,9				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	15,09	1714,03	1163,35	1163,35	67,9				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	15,33	1741,48	1163,99	1163,99	66,8				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	15,58	1769,31	1164,63	1164,63	65,8				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	15,83	1797,53	1165,26	1165,26	64,8				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	16,08	1826,14	1165,90	1165,90	63,8				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	16,32	1855,15	1166,54	1166,54	62,9				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	16,57	1884,56	1167,18	1167,18	61,9				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	16,82	1914,39	1167,82	1167,82	61,0				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,91	1926,08	1263,52	1263,52	65,6				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,18	1959,15	1265,78	1265,78	64,6				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,45	1992,72	1268,04	1268,04	63,6				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,72	2026,79	1270,30	1270,30	62,7				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,99	2061,37	1272,56	1272,56	61,7				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,26	2096,46	1274,82	1274,82	60,8				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,53	2132,08	1277,08	1277,08	59,9				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,79	2168,22	1279,34	1279,34	59,0				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,06	2204,90	1281,60	1281,60	58,1				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,33	2242,12	1283,86	1283,86	57,3				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,60	2279,89	1286,12	1286,12	56,4				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,87	2318,21	1288,38	1288,38	55,6				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,14	2357,10	1290,64	1290,64	54,8				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,41	2396,55	1292,90	1292,90	53,9				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,68	2436,59	1295,16	1295,16	53,2				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,95	2477,20	1297,42	1297,42	52,4				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,21	2518,41	1299,68	1299,68	51,6				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,48	2560,21	1301,94	1301,94	50,9				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	21,75	2602,62	1304,20	1304,20	50,1				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	21,86	2619,85	1559,02	1559,02	59,5				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,00	2642,41	1559,02	1559,02	59,0				Nee
Maand: Juni											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	18,00	2062,83	1423,35	1423,35	69,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	18,03	2067,04	1423,35	1423,35	68,9				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	18,11	2077,60	1492,53	1492,53	71,8				Nee
3	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	18,26	2096,73	1495,60	1495,60	71,3				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	18,26	2096,73	1495,61	1495,61	71,3				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	18,44	2121,24	1496,23	1496,23	70,5				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	18,63	2146,01	1496,84	1496,84	69,8				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	18,82	2171,02	1497,46	1497,46	69,0				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,00	2196,29	1498,07	1498,07	68,2				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,19	2221,82	1498,69	1498,69	67,5				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,37	2247,60	1499,30	1499,30	66,7				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,56	2273,65	1499,92	1499,92	66,0				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,74	2299,96	1500,53	1500,53	65,2				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,93	2326,54	1501,15	1501,15	64,5				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	20,11	2353,38	1501,76	1501,76	63,8				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,19	2363,89	1594,00	1594,00	67,4				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,39	2393,50	1596,17	1596,17	66,7				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,59	2423,44	1598,35	1598,35	66,0				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,79	2453,70	1600,53	1600,53	65,2				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,99	2484,29	1602,71	1602,71	64,5				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,19	2515,22	1604,88	1604,88	63,8				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,39	2546,48	1607,06	1607,06	63,1				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,60	2578,08	1609,24	1609,24	62,4				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,80	2610,02	1611,42	1611,42	61,7				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,00	2642,31	1613,60	1613,60	61,1				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,20	2674,94	1615,77	1615,77	60,4				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,40	2707,93	1617,95	1617,95	59,7				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,60	2741,27	1620,13	1620,13	59,1				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,81	2774,97	1622,31	1622,31	58,5				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,01	2809,03	1624,48	1624,48	57,8				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,21	2843,46	1626,66	1626,66	57,2				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,41	2878,25	1628,84	1628,84	56,6				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,61	2913,42	1631,02	1631,02	56,0				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	23,81	2948,95	1633,20	1633,20	55,4				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	23,89	2963,36	1878,77	1878,77	63,4				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,00	2982,18	1878,77	1878,77	63,0				Nee
Maand: Juli											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1603,19	1603,19	73,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	19,03	2200,23	1603,19	1603,19	72,9				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	19,10	2210,45	1658,39	1658,39	75,0				Nee
3	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	19,24	2228,96	1660,85	1660,85	74,5				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,24	2228,96	1660,85	1660,85	74,5				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,41	2252,65	1661,35	1661,35	73,8				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,58	2276,56	1661,84	1661,84	73,0				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,75	2300,70	1662,33	1662,33	72,3				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,92	2325,06	1662,82	1662,82	71,5				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,09	2349,64	1663,31	1663,31	70,8				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,26	2374,45	1663,80	1663,80	70,1				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,43	2399,49	1664,29	1664,29	69,4				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,60	2424,76	1664,78	1664,78	68,7				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,77	2450,27	1665,27	1665,27	68,0				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	20,94	2476,00	1665,76	1665,76	67,3				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,00	2486,07	1739,37	1739,37	70,0				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,19	2514,42	1741,11	1741,11	69,2				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,37	2543,05	1742,84	1742,84	68,5				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,56	2571,97	1744,58	1744,58	67,8				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,74	2601,18	1746,32	1746,32	67,1				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,93	2630,68	1748,06	1748,06	66,4				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,11	2660,47	1749,79	1749,79	65,8				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,30	2690,55	1751,53	1751,53	65,1				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,48	2720,93	1753,27	1753,27	64,4				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,67	2751,60	1755,01	1755,01	63,8				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,85	2782,58	1756,75	1756,75	63,1				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,04	2813,87	1758,48	1758,48	62,5				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,22	2845,46	1760,22	1760,22	61,9				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,41	2877,35	1761,96	1761,96	61,2				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,59	2909,57	1763,70	1763,70	60,6				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,77	2942,09	1765,44	1765,44	60,0				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,96	2974,93	1767,17	1767,17	59,4				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	24,14	3008,09	1768,91	1768,91	58,8				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	24,33	3041,58	1770,65	1770,65	58,2				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	24,40	3055,14	1966,62	1966,62	64,4				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: Augustus											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	19,00	2196,15	1647,11	1647,11	75,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	19,03	2200,23	1647,11	1647,11	74,9				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	19,10	2210,45	1695,65	1695,65	76,7				Nee
3	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	19,24	2228,96	1697,80	1697,80	76,2				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,24	2228,96	1697,81	1697,81	76,2				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,41	2252,65	1698,24	1698,24	75,4				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,58	2276,56	1698,67	1698,67	74,6				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,75	2300,70	1699,10	1699,10	73,9				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	19,92	2325,06	1699,53	1699,53	73,1				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,09	2349,64	1699,97	1699,97	72,3				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,26	2374,45	1700,40	1700,40	71,6				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,43	2399,49	1700,83	1700,83	70,9				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,60	2424,76	1701,26	1701,26	70,2				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	20,77	2450,27	1701,69	1701,69	69,4				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	20,94	2476,00	1702,12	1702,12	68,7				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,00	2486,07	1766,83	1766,83	71,1				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,19	2514,42	1768,36	1768,36	70,3				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,37	2543,05	1769,89	1769,89	69,6				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,56	2571,97	1771,42	1771,42	68,9				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,74	2601,18	1772,94	1772,94	68,2				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,93	2630,68	1774,47	1774,47	67,5				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,11	2660,47	1776,00	1776,00	66,8				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,30	2690,55	1777,53	1777,53	66,1				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,48	2720,93	1779,06	1779,06	65,4				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,67	2751,60	1780,58	1780,58	64,7				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,85	2782,58	1782,11	1782,11	64,0				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,04	2813,87	1783,64	1783,64	63,4				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,22	2845,46	1785,17	1785,17	62,7				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,41	2877,35	1786,69	1786,69	62,1				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,59	2909,57	1788,22	1788,22	61,5				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,77	2942,09	1789,75	1789,75	60,8				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	23,96	2974,93	1791,28	1791,28	60,2				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	24,14	3008,09	1792,81	1792,81	59,6				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	24,33	3041,58	1794,33	1794,33	59,0				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	24,40	3055,14	1966,62	1966,62	64,4				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	24,50	3072,85	1966,62	1966,62	64,0				Nee
Maand: September											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	15,00	1704,41	1346,48	1346,48	79,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	15,04	1708,86	1346,48	1346,48	78,8				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	15,14	1720,04	1390,22	1390,22	80,8				Nee
3	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	15,32	1740,33	1392,16	1392,16	80,0				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	15,32	1740,33	1392,17	1392,17	80,0				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	15,56	1766,39	1392,55	1392,55	78,8				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	15,79	1792,80	1392,94	1392,94	77,7				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	16,02	1819,55	1393,33	1393,33	76,6				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	16,25	1846,65	1393,72	1393,72	75,5				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	16,48	1874,10	1394,11	1394,11	74,4				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	16,71	1901,91	1394,50	1394,50	73,3				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	16,95	1930,08	1394,89	1394,89	72,3				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	17,18	1958,62	1395,28	1395,28	71,2				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	17,41	1987,52	1395,66	1395,66	70,2				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	17,64	2016,80	1396,05	1396,05	69,2				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,73	2028,28	1454,37	1454,37	71,7				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,98	2060,70	1455,74	1455,74	70,6				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,24	2093,57	1457,12	1457,12	69,6				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,49	2126,91	1458,50	1458,50	68,6				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,74	2160,71	1459,87	1459,87	67,6				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,99	2194,97	1461,25	1461,25	66,6				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,24	2229,71	1462,63	1462,63	65,6				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,50	2264,93	1464,00	1464,00	64,6				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,75	2300,64	1465,38	1465,38	63,7				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,00	2336,84	1466,76	1466,76	62,8				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,25	2373,53	1468,13	1468,13	61,9				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,50	2410,73	1469,51	1469,51	61,0				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	20,76	2448,44	1470,89	1470,89	60,1				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,01	2486,66	1472,26	1472,26	59,2				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,26	2525,40	1473,64	1473,64	58,4				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,51	2564,67	1475,02	1475,02	57,5				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	21,76	2604,47	1476,40	1476,40	56,7				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	22,01	2644,81	1477,77	1477,77	55,9				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	22,27	2685,69	1479,15	1479,15	55,1				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	22,37	2702,29	1634,41	1634,41	60,5				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	22,50	2724,01	1634,41	1634,41	60,0				Nee
Maand: Oktober											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	10,00	1227,31	1018,67	1018,67	83,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	10,05	1231,76	1018,67	1018,67	82,7				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	10,19	1242,96	1059,17	1059,17	85,2				Nee
3	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	10,43	1263,34	1060,97	1060,97	84,0				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	10,43	1263,34	1060,98	1060,98	84,0				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	10,74	1289,64	1061,34	1061,34	82,3				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	11,05	1316,42	1061,70	1061,70	80,7				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m ² .s)]	$g_{c/ev}$ [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Cond.
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	11,36	1343,68	1062,06	1062,06	79,0				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	11,67	1371,45	1062,42	1062,42	77,5				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	11,98	1399,71	1062,78	1062,78	75,9				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	12,29	1428,49	1063,14	1063,14	74,4				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	12,60	1457,78	1063,50	1063,50	73,0				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	12,90	1487,60	1063,86	1063,86	71,5				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	13,21	1517,95	1064,22	1064,22	70,1				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	13,52	1548,85	1064,58	1064,58	68,7				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,64	1561,00	1118,58	1118,58	71,7				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,98	1595,46	1119,86	1119,86	70,2				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,31	1630,58	1121,13	1121,13	68,8				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,65	1666,38	1122,41	1122,41	67,4				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,99	1702,86	1123,68	1123,68	66,0				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,32	1740,04	1124,96	1124,96	64,7				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,66	1777,94	1126,23	1126,23	63,3				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,99	1816,55	1127,51	1127,51	62,1				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,33	1855,90	1128,78	1128,78	60,8				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,67	1895,99	1130,06	1130,06	59,6				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,00	1936,84	1131,33	1131,33	58,4				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,34	1978,46	1132,61	1132,61	57,2				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,67	2020,86	1133,88	1133,88	56,1				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,01	2064,05	1135,16	1135,16	55,0				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,35	2108,05	1136,43	1136,43	53,9				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,68	2152,86	1137,71	1137,71	52,8				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,02	2198,51	1138,98	1138,98	51,8				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,35	2245,01	1140,26	1140,26	50,8				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	19,69	2292,36	1141,53	1141,53	49,8				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	ϕ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	19,82	2311,65	1285,32	1285,32	55,6				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1285,32	1285,32	55,0				Nee
Maand: November											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	5,00	871,86	767,24	767,24	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	5,08	876,81	767,24	767,24	87,5				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	5,28	889,29	828,19	828,19	93,1				Nee
3	Spouw (Niet-geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	5,65	912,15	830,90	830,90	91,1				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,65	912,15	830,90	830,90	91,1				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	6,11	941,91	831,44	831,44	88,3				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	6,58	972,53	831,99	831,99	85,5				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	7,04	1004,03	832,53	832,53	82,9				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	7,50	1036,42	833,07	833,07	80,4				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	7,97	1069,72	833,61	833,61	77,9				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	8,43	1103,97	834,15	834,15	75,6				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	8,89	1139,17	834,69	834,69	73,3				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	9,36	1175,36	835,24	835,24	71,1				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	9,82	1212,56	835,78	835,78	68,9				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	10,28	1250,79	836,32	836,32	66,9				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	10,46	1265,93	917,58	917,58	72,5				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	10,97	1309,15	919,50	919,50	70,2				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,47	1353,66	921,42	921,42	68,1				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,97	1399,49	923,34	923,34	66,0				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	12,48	1446,69	925,26	925,26	64,0				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	12,98	1495,27	927,17	927,17	62,0				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,49	1545,28	929,09	929,09	60,1				Nee
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,99	1596,76	931,01	931,01	58,3				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,49	1649,73	932,93	932,93	56,6				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,00	1704,24	934,85	934,85	54,9				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,50	1760,32	936,77	936,77	53,2				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,01	1818,01	938,69	938,69	51,6				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,51	1877,35	940,61	940,61	50,1				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,01	1938,38	942,52	942,52	48,6				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,52	2001,14	944,44	944,44	47,2				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,02	2065,68	946,36	946,36	45,8				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,53	2132,02	948,28	948,28	44,5				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	19,03	2200,23	950,20	950,20	43,2				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	19,53	2270,34	952,12	952,12	41,9				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	19,74	2299,09	1168,48	1168,48	50,8				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1168,48	1168,48	50,0				Nee
Maand: December											
0	<Buitenlucht>	<Buitenoppervlak>	1,00	656,38	577,62	577,62	88,0				Nee
1	<Buitenoppervlak>	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	1,10	661,27	577,62	577,62	87,4				Nee
2	Gevelbekleding (Metselwerk 100mm)	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	1,36	673,61	653,17	653,17	97,0				Nee
3	Spouw (Niet- geventileerd 40mm)	Folie (Dampopen waterkerend)	1,82	696,35	656,53	656,53	94,3				Nee
4	Folie (Dampopen waterkerend)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	1,82	696,35	656,53	656,53	94,3				Nee
5	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	2,41	726,19	657,21	657,21	90,5				Nee
6	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	3,00	757,16	657,88	657,88	86,9				Nee
7	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	3,58	789,29	658,55	658,55	83,4				Nee
8	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	4,17	822,62	659,22	659,22	80,1				Nee
9	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	4,76	857,18	659,89	659,89	77,0				Nee
10	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,34	893,02	660,56	660,56	74,0				Nee
11	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	5,93	930,17	661,23	661,23	71,1				Nee
12	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	6,52	968,67	661,91	661,91	68,3				Nee
13	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	7,10	1008,58	662,58	662,58	65,7				Nee
14	Isolatie spouw (Glaswol 80mm)	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	7,69	1049,92	663,25	663,25	63,2				Nee
15	Binnenblad (Kalkzandsteen 100mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	7,92	1066,38	763,98	763,98	71,6				Nee
16	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	8,56	1113,67	766,36	766,36	68,8				Nee
17	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	9,20	1162,79	768,74	768,74	66,1				Nee
18	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	9,83	1213,80	771,12	771,12	63,5				Nee
19	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	10,47	1266,77	773,50	773,50	61,1				Nee
20	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,11	1321,77	775,88	775,88	58,7				Nee
21	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	11,75	1378,85	778,25	778,25	56,4				Nee

Nr.	Laag 1	Laag 2	θ [°C]	p_{sat} [Pa]	p^* [Pa]	p [Pa]	φ [%]	g [mg/(m².s)]	$g_{c/ev}$ [g/m²]	M_a [g/m²]	Cond.
22	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	12,39	1438,08	780,63	780,63	54,3				Nee
23	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,03	1499,54	783,01	783,01	52,2				Nee
24	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	13,66	1563,30	785,39	785,39	50,2				Nee
25	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,30	1629,41	787,77	787,77	48,3				Nee
26	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	14,94	1697,97	790,15	790,15	46,5				Nee
27	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	15,58	1769,05	792,52	792,52	44,8				Nee
28	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,22	1842,72	794,90	794,90	43,1				Nee
29	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	16,86	1919,06	797,28	797,28	41,5				Nee
30	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	17,49	1998,17	799,66	799,66	40,0				Nee
31	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,13	2080,11	802,04	802,04	38,6				Nee
32	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	18,77	2164,98	804,42	804,42	37,2				Nee
33	Isolatie hsb (Houtvezelisolatie 170mm)	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	19,41	2252,86	806,79	806,79	35,8				Nee
34	Beplating (EcoBoard Standard 15mm)	<Binnenoppervlak>	19,67	2289,09	1075,00	1075,00	47,0				Nee
35	<Binnenoppervlak>	<Binnenlucht>	20,00	2336,95	1075,00	1075,00	46,0				Nee

3 Meldingen

3.1 Hygrothermische prestatie

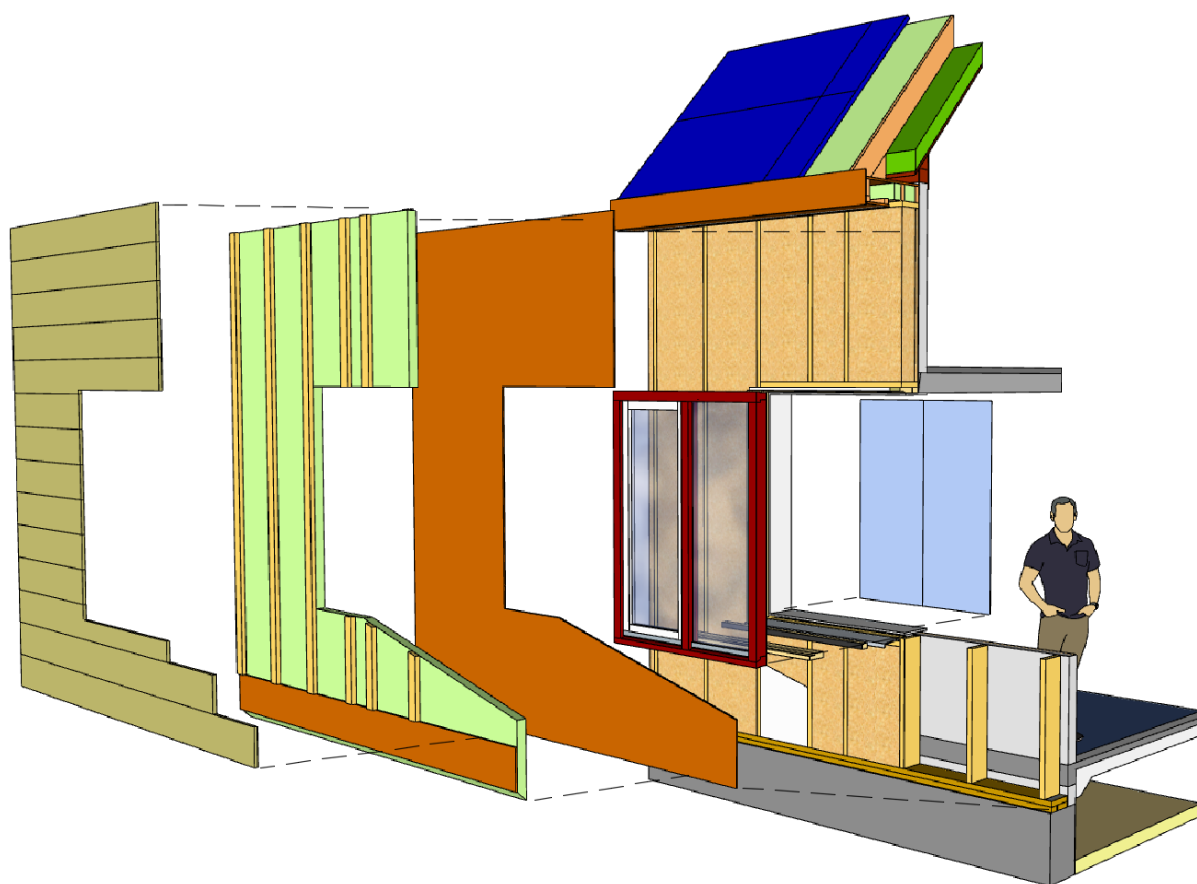
Waarschuwing

1024007011

[Materiaallaag: Folie (Dampopen waterkerend)] Laag heeft geen warmteweerstand (R-waarde)

Deelonderzoek Bouwtechniek

Upcyclen met vitrinekozijnen



Datum: 09-01-2017

Versie: 2.0

Status: definitief



SUPERUSE
STUDIOS

Deelonderzoek Bouwtechniek

Upcyclen met vitrinekozijnen

Gegevens student:

Naam: R.P. Middelburg
Studentnummer: 0860775
E-mail: 0860775@hr.nl
Tel: 06-38277261

Gegevens school:

Naam: Hogeschool Rotterdam, Academieplein
Adres: G.J. de Jonghweg 4-6
Postcode: 3015 GG Rotterdam
Afstudeerbegeleider: C. van Kranenburg
E-mail: c.van.kranenburg@hr.nl

Gegevens bedrijf:

Naam: Superuse Studios
Adres: Teilingerstraat 120, Rotterdam
Postcode: 3032 AW
Afstudeerbegeleider: J. Jongert
E-mail: jan@superuse-studios.com
Tel: 010-466 4444

Naam: SUS-Ateliers
Adres: Directiekade 23, Rotterdam
Postcode: 3089 JB
Afstudeerbegeleider: A. Karssenberg
Bouwfysisch expert: C. Kranenburg en H. Bosch
E-mail: a.j.karssenberg@hr.nl
Tel: 06-31796172

Gegevens document:

Datum laatst gewijzigd: 09-01-2017
Versie: 2.0
Status: definitief

Voorwoord

Dit deelonderzoek maakt deel uit van een grotere verzameling van deelonderzoeken. Deze deelonderzoeken beantwoorden samen de centrale hoofdvraag van het afstudeeronderzoek naar het vitrinekozijn.

Wat zijn de bouwfysische prestaties, bouwtechnische maatregelen en financiële gevolgen van het vitrinekozijnconcept voor nieuwbouw en renovatie conform Bouwbesluit 2015?

Dit deelonderzoek doet onderzoek naar de bouwtechnische toepassing van het vitrinekozijn en een kleinschalige financiële verantwoording. Er wordt gewerkt naar vier detailbladen waarbij de bestaande situatie is getekend, de buitenbladrenovatie, de binnenbladrenovatie en een nieuwbouwsituatie.

Samenvatting

Het vitrinekozijnconcept is ontwikkeld als een reactie op het Europees Energiebeleid voor 2050 (SER,2013) en de mate van duurzaamheid in de huidige woningbouw. Het vitrinekozijn kan de milieuvriendelijkheid van de woningbouw verhogen door gebruik te maken van gerecyclede, hergebruikte of biobased producten. Dit geldt voor zowel de nieuwbouw als renovatie voor het behalen van een energieneutraal 2050. Door het vitrinekozijnconcept wordt er gebruik gemaakt van de toekomstige vergrootte afvalstroom van kozijnen voor een meer circulaire waarde in het woningontwerp.

Het vitrinekozijnconcept moet bouwtechnisch en financieel worden uitgewerkt. Dit om methode te geven hoe het vitrinekozijn kan worden ingezet en begroot. Bouwtechnisch wordt de bestaande situatie, de buitenbladrenovatie, binnenbladrenovatie en nieuwbouwsituatie uitgewerkt tot vier detailbladen. Ook wordt hier onderzocht naar demontage en levensduur. Financieel wordt uitgerekend wat de verschillen zijn tussen het vitrinekozijn, HR++-kozijn en passiefkozijn qua kozijnen, herstel en transport.

Voor het bouwtechnisch toepassen van het vitrinekozijnconcept zijn er drie aspecten om rekening mee te houden, namelijk bouwjaar kozijn, kozijnkwaliteit en kozijnmateriaal. Kozijnen die in de jaren zeventig zijn toegepast bereiken in 2020 het eind van diens technische levensduur. Dit in combinatie met de lagere duurzaamheidsklassen van het kozijnhout, namelijk eiken en grenen, wordt het niet aangeraden om kozijnen van vóór 1970 in nieuwbouwprojecten toe te passen met een ontwerplevensduur tot veertig of vijftig jaar. Voor nieuwbouwprojecten zou gezocht moeten worden naar kozijnen vanaf 1980 omdat die nog niet het einde van diens levensduur hebben bereikt en dus een grotere garantie op een levensduurverlenging kunnen krijgen. Voor renovatieprojecten met een levensduurverlenging van twintig tot dertig jaar zijn alle soorten kozijnen aan te raden, mits deze onderhouden zijn (mogelijke renovatiepunten niet meegerekend).

Voor het demonteren van de oude kozijnen (dit geldt alleen voor nieuwbouw, renovatie heeft bestaande kozijnen) worden de vleugels verwijderd en de kozijnen worden dichtgezet met een houten beplating. Dit bij zowel de buiten- als binnenzijde van het kozijn. Bij kunststof- en metalen kozijnen wordt via gevel dichtgezet. Na het slopen van de gevel kan het kozijn met stelkozijn worden verwijderd en opgeslagen.

Bij de buitenbladrenovatie wordt de houten draagconstructie van de gevel geprefabriceerd. Eenmaal gemonteerd op de fundering en aan het binnenblad, wordt deze geïsoleerd en met beplating gedicht. De spouwisolatie wordt met de spouwlaten en schroeven aan de houten constructie verbonden. De kozijnen worden kierdicht gemonteerd met compribanden en houten stelregels. De gevel wordt afgewerkt met western red cedar planken. Bij de binnenbladrenovatie wordt er een voorzetwand geplaatst en de bestaande afwerkvloer vervangen met een houten zwevende dekvloer. Bij nieuwbouw wordt er met dragend houtskeletbouw gebouwd. Er zijn balklagen toegepast als vloeren door een hogere hergebruikswaarde vergelijking met houten kanaalplaten. De houten delen zijn geheel geprefabriceerd op de vloeren na. Deze zijn in het werk opgebouwd.

De productkosten van de vitrinekozijnen zijn een derde van de productkosten van de nieuwe kozijnen. Met een vitrinekozijn wordt ongeveer € 18.000-€ 35.000,- bespaard ten opzichte van de nieuwe kozijnen van HEBO en Passiefkozijn.nl.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding tot onderzoek	6
1.1 Aanleiding tot onderzoek.....	6
1.2 Doelstelling van onderzoek.....	6
1.3 Centrale hoofdvraag	6
2. Kader en theorie	7
2.1 Duurzaamheid en materialen	7
2.2 Bouwtechnische detailleren	7
2.3 Begroten vitrinekozijnen.....	7
2.4 Begrippen.....	8
3. Onderzoeksopzet	10
3.1 Praktische uitwerken vitrinekozijn.....	10
3.2 Financieel begroten renovatie referentiewoning	10
4. Onderzoek en analyse	11
4.1 Demonteren van oude kozijnen voor hergebruik.....	11
4.2 Levensduurverlenging en onderhoud.....	13
4.3 Bestaande situatie kozijnaansluitingen Achterdonk 60.....	15
4.4 Toepassen vitrinekozijn in buitenbladrenovatie.....	16
4.5 Toepassen vitrinekozijn in binnenbladrenovatie	17
4.6 Toepassen vitrinekozijn in vervangende nieuwbouw.....	18
4.7 Financiële begroting renovatie en nieuwbouw	19
5. Conclusie	23
Bijlage I Bibliografie	25
Bijlage II Verantwoording overige details geveldelen	26
Bijlage III Bouwkundige detaillering Achterdonk 60	37
Bijlage IV Financiële begroting Achterdonk 60.....	42
Bijlage V Referentie Archidat bouwkosten	43

1. Inleiding tot onderzoek

1.1 Aanleiding tot onderzoek

Conform het Europees Energiebeleid moet de gehele woningvoorraad van Nederland energieneutraal zijn in 2050 (SER, 2013). Dit betekent dat nieuwbouw- en renovatieprojecten energieneutraal moeten worden uitgevoerd. Echter met oog op duurzaamheid is het minimaliseren van de energievraag niet genoeg. Door deze nieuwbouw- en renovatieprojecten ontstaan afvalstromen van bouwmaterialen. Er kan gebruik worden gemaakt van deze afvalstromen met kozijnen, door hergebruik voor renovatie en nieuwbouw. Dit verlaagt de totale afvalstroom van bouwproducten in Nederland en geeft een meer milieuvriendelijke woningvoorraad.

Door dit kozijnconcept zou de milieu impact van nieuwe en te renoveren woningen kunnen worden verlaagd, de nieuwe woningen door middel van hergebruik en de gerenoveerde woningen door middel van een verkleining van de afvalstroom. Als bijproduct kan de levensduur van de oude kozijnen worden verlengd samen met de levensduur van te renoveren woning.

Het vitrinekozijnconcept is bouwtechnisch doorgerekend op daglicht, damptransport en warmte. De berekeningen zijn verricht over een geselecteerd oud kozijn van Josephlaan 85 en de afmetingen van Dempostraat 63. Nu is gebleken dat het concept theoretisch mag worden toegepast in zowel nieuwbouw als renovatie. Het concept dient nu bouwtechnisch en financieel uitgewerkt te worden.

1.2 Doelstelling van onderzoek

De doelstelling van dit deelonderzoek is het bouwtechnisch en financieel uitwerken van het vitrinekozijnconcept. Deze uitwerking leidt samen met de andere deelonderzoeken tot een eindschets met een conclusie op de centrale hoofdvraag.

1.3 Centrale hoofdvraag

Dit deelonderzoek is onderdeel van een groter afstudeeronderzoek. Om deze reden wordt voor dit deelonderzoek geen aparte centrale hoofdvraag gesteld, maar wordt onderzocht hoe het vitrinekozijn bouwtechnisch wordt gemonteerd en wordt er gewerkt naar een financiële verantwoording.

2. Kader en theorie

2.1 Duurzaamheid en materialen

Duurzaamheid op milieu impact (Sustainability) wordt meegenomen in het onderzoek naar de nulsituatie. De milieu impact van de nieuwe kozijnen is één van de redenen waarom het hergebruiken van oudere kozijnen duurzamer kan zijn. Denk hierbij aan circulair bouwen en CO₂-emissies. De milieu impact zal bepaald worden volgens de milieuclassificaties die zijn vrijgegeven op de website van het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (Nibe).

Er zal voor de bouwkundige uitwerking geen volledige levenscyclusanalyse worden uitgevoerd in verband met de tijd die aan de stage kan worden besteed. Het bouwfysisch doorrekenen heeft samen met het kozijnonderzoek voorrang op enige duurzaamheidsaspecten. Dit omdat het doorrekenen en het kozijnonderzoek minimaal nodig zijn om het concept te verantwoorden. De milieuclassificaties van Nibe, die in deelonderzoek Nulsituatie zijn geselecteerd, dienen als beknopte levenscyclusanalyses.

2.2 Bouwtechnische detailleren

De DO-tekeningen worden getekend met de uitkomsten van de bouwfysische berekeningen. De situaties worden berekend, getekend en uitgevoerd aan de hand van twee renovatiemethoden, namelijk isoleren aan de buitenzijde en isoleren aan de binnenzijde. Ook wordt een nieuwbouwsituatie getekend met een vergelijkbare opbouw. De thermische en hygrothermische resultaten van de gevelrenovaties zijn met oog op bouwfysische en bouwtechnische eigenschappen vergelijkbaar aan de situatie die zich in een nieuwbouwsituatie zouden voordoen.

2.3 Begroten vitrinekozijnen

De financiële verantwoording en begroting wordt berekend als de nieuwbouwsituatie, waarbij de kosten het hoogst zullen liggen. Bij renovatie zijn de bestaande kozijnen aanwezig en hoeven deze niet gekocht te worden. Er moet wel rekening worden gehouden met opslag en mogelijke kozijnrenovaties. De begroting wordt berekend met hetzelfde aantal gevelkozijnen en met dezelfde kozijnafmetingen als het bestaande adres Achterdonk 60 te Rotterdam. Dit is een blok met tien rijtjeswoningen die in 1988 zijn gebouwd. Elke woning heeft vijf gevelkozijnen, dus in de begroting heeft het woningblok in totaal vijftig gevelkozijnen. Zo wordt inzichtelijk welk gevolg een grotere kozijnvraag heeft op de productkosten. Deuren worden niet meegenomen omdat het vitrinekozijnconcept hierbij niet praktisch is. Dit is in het deelonderzoek Nulsituatie verder verantwoord. Naast de productkosten worden transportkosten ook meegenomen.

2.4 Begrippen

Afvalstroom

Dit is het afval, beschouwd als een continu door de moderne maatschappij heen vloeiende, voor ingrijpen vatbare stroom. Bij bouw- en slooprojecten komt een stroom van bouwafval vrij die kan worden hergebruikt of gerecycled.

Biobased

Het begrip biobased houdt in dat het betreffende materiaal 100% natuurlijk is. Dus geheel organisch zonder enige toevoegingsmiddelen of afwerkingen die anorganisch en/of onnatuurlijk zijn. Een biobased materiaal kan afgebroken worden door de biosfeer (zie circulaire economie) zonder dat het milieu beschadigd wordt.

Circulaire economie, visie

MVO Nederland (december 2016) omschrijft een circulaire economie als volgt: “De circulaire economie is een economisch systeem dat bedoeld is om herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren. Anders dan in het huidige lineaire systeem, waarin grondstoffen worden omgezet in producten die aan het einde van hun levensduur worden vernietigd.” Dit houdt in dat afval wordt getransformeerd tot nieuwe producten. Deze transformatie kan zowel in de biosfeer als technosfeer plaats vinden.

Circulaire economie, biosfeer

Dit omschrijft de biologische wijze van afbreken van materialen van eindproducten tot grondstoffen voor nieuwe producten. Deze wijze gaat uit van maximaal recyclen waarbij al het geproduceerde afval via de natuur als grondstof wordt gebruikt.

Circulaire economie, technosfeer

Dit omschrijft de industriële wijze van afbreken van materialen van eindproducten tot grondstoffen voor nieuwe producten. Deze wijze gaat uit van maximaal recyclen en hergebruiken waarbij al het geproduceerde afval via de industrie wordt gerecycled of hergebruikt.

Duurzaamheid, sustainability en durability

Een economische, technische en ecologische visie op een proces of ontwerp. Voor dit deelonderzoek is de duurzaamheid gericht op het vitrinekozijn en bouwmethode. Duurzaamheid heeft geen vaste definitie, maar wel een overkoepelende visie. Het begrip duurzaamheid kan worden omschreven als de minimalisatie van de klimaat impact in de bouw. Duurzaamheid kan worden verdeeld onder sustainability en durability.

Sustainability behandelt onderwerpen als milieu impact, energie, recycling en hergebruik. Durability behandelt onderwerpen als technische en economische levensduur, flexibiliteit en onderhoudsvriendelijkheid.

Hergebruiken

Het opnieuw gebruiken van producten die uit de afvalstroom komen. Met uitzondering op bepaalde bewerkingen als zagen of verven, blijft de oorspronkelijke vorm van het product behouden. De oorspronkelijke functie hoeft niet te worden behouden.

Kozijn, vleugel

Draaiende of beweegbare delen in een kozijn. Denk hierbij aan draaikiep- en valramen.

Nulsituatie

Dit is een omschrijving van de bouwtechnische situatie in dit onderzoek waar berekeningen over worden losgelaten. Deze situatie is in dit onderzoek een buitenblad- en binnenbladrenovatiesituatie op het gekozen referentieadres.

Recyclen

Het opnieuw gebruiken van stoffen uit de afvalstroom om nieuwe producten te produceren. Denk hierbij aan het omsmelten van stalen profielen tot nieuwe stalen profielen.

Upcycling

Dit is een vorm van hergebruiken. Hierbij krijgt het bestaande product een nieuwe of toegevoegde waarde. De functie van het bestaande product hoeft niet behouden te worden voor upcycling.

Vitrinekozijn, bufferdiepte

De diepte of afstand vanaf de achterzijde van het hergebruikte kozijn tot het enkelglas.

Vitrinekozijn, bufferruimte

Het volume tussen de achterzijde van het hergebruikte kozijn en het enkelglas.

Warmtedoorgangscoefficiënt (Uw-waarde)

Door middel van een warmtedoorgangscoefficiënt wordt de thermische kwaliteit van beglazing, deuren en kozijnen aangegeven. De warmtedoorgangscoefficiënt van beglazing wordt aangegeven met de formule U_{gl} (glass), de formule van kozijnen als U_{fr} (frame) en de formule van het totale raam als U_w (window).

Warmteweerstand (R_m -waarde)

De warmteweerstand van bijvoorbeeld een dak- of gevelelement geeft aan hoeveel warmte er via het element verloren gaat door warmtetransport. Hoe hoger de R_m -waarde, hoe lager het warmteverlies en de energievraag voor het binnenklimaat.

3. Onderzoeksopzet

3.1 Praktische uitwerken vitrinekozijn

Om inzichtelijk te maken hoe het vitrinekozijn op de bouw moet worden toegepast en hoe de oude kozijnen kunnen worden hergebruikt, wordt er gewerkt naar een praktische uitwerking van dit concept. Voor het praktisch uitwerken van het vitrinekozijn wordt er rekening gehouden met drie aspecten, namelijk demontage, levensduur en bouwkundig inzetten.

Het bouwkundig inzetten van het vitrinekozijn wordt in de detaillering van de renovaties en nieuwbouw verwerkt. De buitenbladrenovatie en nieuwbouw wordt met de kozijnen van Dempostraat 63 gedetailleerd om te laten zien op welke wijze het vitrinekozijn moet worden ingezet. De niet overeenkomende afmetingen van de kozijnen van Dempostraat 63 en de gevelsparingen van Achterdonk 60 worden in de details niet meegenomen zodat de inzetmethode zo eenvoudig mogelijk kan worden toegelicht. De binnenbladrenovatie wordt gedetailleerd met het bestaande kozijn van Achterdonk 60.

De uitwendige scheidingsconstructies zijn samen met het vitrinekozijn gedetailleerd om reële afmetingen en bouwmethoden te gebruiken. Ook wordt hiermee inzichtelijk hoe milieuvriendelijker gebouwd zou kunnen worden door materialisatie. Echter de focus ligt het vitrinekozijn. Dus wordt de verantwoording van de uitwendige scheidingsconstructies in de bijlagen en details toegevoegd, maar niet verder behandeld in het deelonderzoek.

3.2 Financieel begroten renovatie referentiewoning

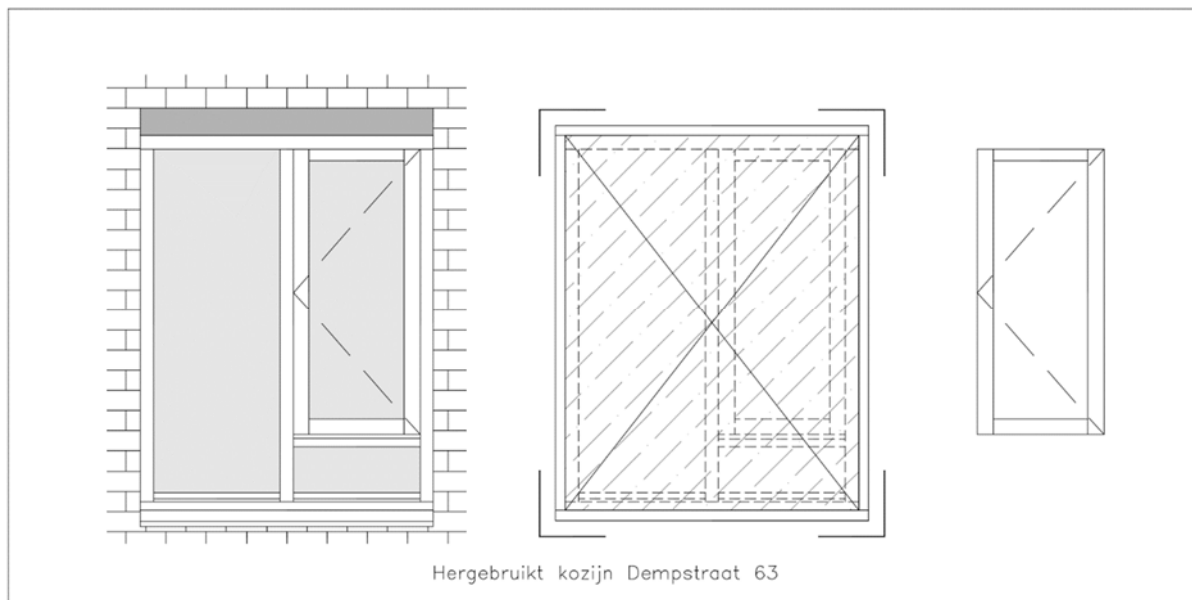
Op verzoek van de opdrachtgevers Superuse Studio's en SUS-Ateliers wordt er ook een kleinschalige financiële vergelijking toegevoegd in het deelonderzoek. Dit om inzichtelijk te maken aan aannemers en ontwerpers welke mogelijke kosten er kunnen meekomen met het vitrinekozijn. Ook wordt er aan de hand van deze vergelijking bepaald hoe groot het zoekgebied voor oude kozijnen kan zijn voordat de totale kosten inclusief de transportkosten duurder worden dan de nieuwe HR++-kozijnen en passiefkozijnen. De begroting is opgedeeld in drie onderdelen, namelijk aanschafkosten voor oude kozijnen, aanschafkosten voor het hang- en sluitwerk van de vitrinedeur en de transportkosten.

De begroting wordt berekend over de fictieve situatie waarbij het gehele woningblok van Achterdonk 60 wordt gerenoveerd. Ook wordt er rekening gehouden met vervangende nieuwbouw. Het woningblok bestaat uit tien woningen met elk vijf gevelkozijnen zonder deuren. Dus de begroting omvat vijftig gevelkozijnen.

Voor het bepalen van de aanschafkosten van oude kozijnen wordt de werkmethode van Superuse Studio's aangehouden. De bouwtechnicus of werkvoorbereider zoekt naar herbruikbare producten met bijvoorbeeld de Harvest-map, een online kaart waar sloopmateriaal en andere mogelijk herbruikbare producten online worden gezet. Via deze kaart wordt er gezocht naar producten. Er is ook contact gezocht met sloopbedrijven in de Randstad die online hebben aangegeven kozijnen op te slaan.

4. Onderzoek en analyse

4.1 Demonteren van oude kozijnen voor hergebruik



Figuur 1. Schets gedemonteerd oud kozijn Dempstraat 63

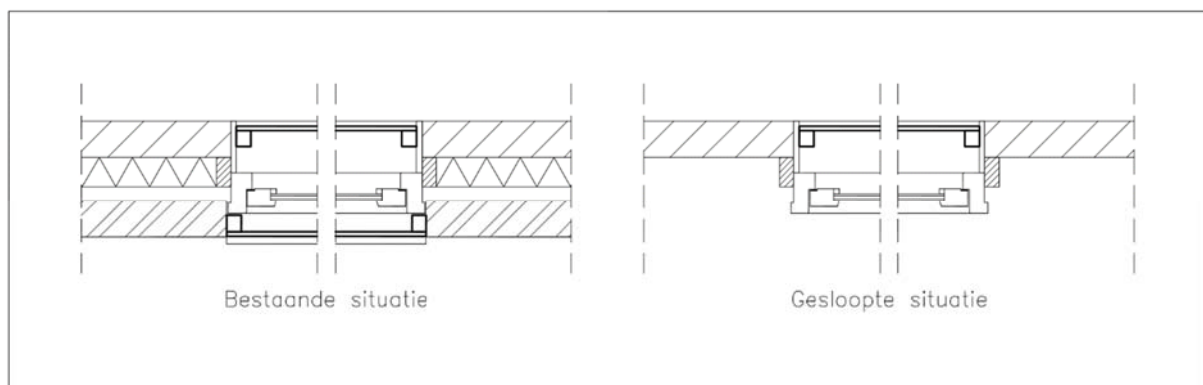
In deze fictieve casus wordt de Dempstraat 63 gesloopt voor vervangende nieuwbouw vanwege diens aanzienlijk hoge renovatiekosten en verhoging van hypotheek- of huurkosten. De kozijnen worden tijdens de sloop verwijderd. Het is belangrijk dat het kozijn in één geheel blijft en zonder schade wordt verwijderd. Dit verhoogt de technische waarde van het bouwelement.

Voordat de sloopwerkzaamheden zullen plaatsvinden moet het kozijn worden veiliggesteld van enige schade. Tevens door de leeftijd van de houten kozijnen kunnen de verbindingen tussen de stijlen en dorpels diens sterkte verliezen, waardoor de hoekpunten van de kozijnen losser zullen zitten. Dit kan het kozijn vervormen als deze wordt gedemonteerd van het binnenblad.

Deze vervormingen en schade kan door het gebruik van EcoBoard Standard-, multiplex- of OSB-beplating voorkomen worden. Voordat de beplatingen worden gezet, moeten eventuele vleugels (draaiende delen) van het kozijn verwijderd worden. De vleugels hebben een aanslag dat uitsteekt ten opzichte van de kozijndorpels en -stijlen. Dit zorgt voor een diepteverschil die het moeilijk maakt om beplating zonder bewerkingen te bevestigen aan het kozijnhout. Door de vleugels te verwijderen, hoeven er geen extra latten op het kozijn geplaatst te worden. De beplatingen worden met nieten of spijkers aan de dorpels en stijlen van het oude kozijn bevestigd. Later worden deze niet- of spijkergaten gedicht met een opvulmiddel of de kozijnafwerkingslaag. Het toepassen van beplating moet voor zowel de binnen- als buitenzijde om het kozijn ook van binnenuit te beschermen tegen sloop schade.

Door de beplating bij de hoekpunten te bevestigen worden de hoeken momentvast gezet. Enig scharnieren wordt voorkomen. Voor extra stevigheid van het oude kozijn worden de hoeken van het bestaande stelkozijn ook vastgezet door middel van hoekankers. Indien het stelkozijn niet gedemonteerd kan worden, kunnen de hoekankers ook aan het houten kozijn worden verbonden.

Na het dichtspijkeren van het kozijn, kunnen de sloopwerkzaamheden worden uitgevoerd. De gevel met isolatielaag dient verwijderd te worden. Hierdoor komt het stelkozijn in het zicht en de verbindingen met het binnenblad of het casco. Het stelkozijn van Dempostaat 63 wordt door middel van een nietjes of schroeven met het houten binnenblad verbonden. Dus in deze casus moeten de nietjes of schroeven worden verwijderd om het stelkozijn los te krijgen van het binnenblad. Indien andere projecten hoekstalen of hoekankers hebben dienen die eveneens te worden verwijderd. Als het kozijn eenmaal los is, dan kan deze worden opgeslagen. Tijdens het opslaan is het aan te raden om elk kozijn te merken met een code die aangeeft welke oriëntatie, onderhoudsgraad, bouwjaar en benodigde renovatiewerkzaamheden. Dit helpt met het inzichtelijk maken welke kozijnen en kwaliteit er beschikbaar is gesteld voor nieuwe projecten. Dit kan door een sloopbedrijf of aannemer in een materiaalstaat worden opgenomen. De code zou ook als aantekening in programma's als BIM gebruikt kunnen worden.



Figuur 2. Schets dichtzetten kunststof of aluminium kozijnen

Bij kunststof en aluminium kozijnen is het niet aan te raden om beplating te bevestigen aan de dorpels en stijlen omdat de kozijnen hierdoor niet langer waterdicht zijn en diens profielsterkte verliezen. Er zijn hierdoor twee mogelijkheden voor het demonteren van deze kozijnen en voorkomen van schade, namelijk zeer voorzichtig slopen of de gevelsparingen dichttimmeren. De eerste mogelijkheid beschermt het kozijn niet en worden de hoekpunten momentvast gemaakt door de hoekankers om het stelkozijn nadat de gevel is gesloopt. Bij de tweede mogelijkheid wordt het kozijn beschermt zolang het buitenblad intact blijft. Tegen de dagkanten van het buitenblad ter plaatse van de kozijnstijlen worden houten latten geschroefd en tegen deze latten wordt een houten plaat bevestigd. Dit gebeurt ook aan de binnenkant, zie figuur 2. De beplating zal vervallen als het omringende metselwerk wordt verwijderd. Waardoor het kozijn in het zicht komt. Hierna vervolgt de bovenbeschreven methode van het vastzetten van hoekpunten en het losmaken van het binnenblad.

In het geval van een binnenbladrenovatie blijft het bestaande kozijn zitten. Indien deze kozijnen enkelglas als beglazing hebben en het is geen monumentaal gebouw dan dient de beglazing vervangen te worden. Bij houten kozijnen zijn meerdere glassoorten mogelijk doordat er door middel van frezen in de dorpels, stijlen en vleugels, meer ruimte kan worden gemaakt voor dikkere glaslagen. Bij kunststof en aluminium kozijnen zijn de mogelijkheden voor nieuw glas beperkt doordat diens dorpels, stijlen en vleugels op voor een bepaalde glasdikte zijn ontworpen en geproduceerd.

4.2 Levensduurverlenging en onderhoud

Het bepalen van de nieuwe levensduur van oude kozijnen is geheel projectafhankelijk. Het gebouw, waar de kozijnen worden gedemonteerd voor hergebruik, en diens gebruiker heeft invloed op de kwaliteit van het kozijn en de levensduur door toegepaste materialen, afwerkklagen en onderhoud. Als de kozijnen goed zijn onderhouden volgens de onderhoudsadviezen van leveranciers die bij het toegepaste materialen horen, dan hoeft er alleen oppervlakkige renovaties uitgevoerd te worden op de kozijnen. Een voorbeeld van een onderhoudsadvies is het om de vijf jaar verven van houten kozijnen of het jaarlijks controleren van de kitranden van aluminium en kunststof kozijnen.

Bij kwalitatief slecht of geen onderhoud aan houten kozijnen kan houtrot of bruinrot een gevolg zijn. Hierdoor moeten stukken hout vervangen worden of als de rot geheel is doorgedrongen in het kozijn, dan moet het oude houten kozijn worden weggegooid. Kunststof en aluminium kozijnen kunnen ook vergaan als deze niet worden onderhouden.

De kwalitatieve staat van het kozijn moet gecontroleerd worden op mate van materiaalaantasting, kwaliteit van de bestaande kierdichtingen en scharnierpunten. Indien deze beschadigd zijn of vervormd, moeten ze vervangen worden. Dit is een specialistische ingreep. Door deze controle en mogelijk vervanging zal de vleugel beter aansluiten op het kozijn en blijft de binnenzijde van het kozijn vrij van verwerende weersinvloeden.

Tabel 4.2a Overzicht duurzaamheidsklassen en levensduur hout

Houtsoort	Duurzaamheidsklasse	Levensduur (jaren)
Europees grenen	4	5-10
Europees vuren	4	5-10
Europees eiken	2	15-25
Dark red meranti	2-4	5-25
Maleis merbau	1-2	15- >25
Accoya	1	>25

Ook is het toegepaste hout van invloed op de levensduur van de kozijnen. Zo heeft dark red meranti een duurzaamheidsklasse van 2-4¹. Dit houdt in dat dark red meranti een levensduur van maximaal 5-25 jaar heeft zonder enige bewerkingen². In de bovenstaande tabel zijn de houtsoorten weergegeven die in dit onderzoek naar voren zijn gekomen met de bijbehorende duurzaamheidsklassen en levensduren.

Kozijnen voor de oliecrisis van 1973 zijn hoogstwaarschijnlijk van Europees eiken- of grenenhout gemaakt. Na de oliecrisis zijn houten kozijnen voornamelijk uitgevoerd met merbau- of merantihout³. Dit hardhout is weerbestendiger dan de Europese houtvarianten van voor de oliecrisis. Door deze kozijnen met een bescherm laag van verf te voorzien, wordt de levensduur van houten kozijnen verlengt. Kozijnen van voor de oliecrisis bevinden zich in woningen die in dit decennium aan het einde van diens levensduur van vijftig jaar zitten of diens levensduur al hebben overschreden. Dit houdt in dat kozijnen voor 1973 een kortere levensduurverlengingsgarantie zullen krijgen dan kozijnen na de oliecrisis.

¹ Houtdatabase.nl (z.d.). "Bouwhout". Geraadpleegd november 2016.

² Joostdevree.nl (z.d.). "Duurzaamheidsklasse". Geraadpleegd november 2016

³ Nederlands Verbond van Timmerfabrikanten (2001). "Artikel 500 jaar kozijnen". Geraadpleegd november 2016.

Superuse Studios heeft enige ervaring met het hergebruiken van kozijnen in bouwprojecten. Er is geïnformeerd naar de werkwijze waarop deze projecten de oude kozijnen hebben mogen plaatsen en hoe een levensduurgarantie wordt gegeven. Er is echter aangegeven dat in deze projecten, de levensduurgarantie geheel afhangt van de onderhoudsstaat van de te hergebruiken kozijnen. Ook is getracht om bij kozijnrenovatiebedrijven informatie te vergaren over de werkzaamheden voor deze renovaties en hoe deze bedrijven een garantie meegeven, maar er is geen response gegeven.

Doordat de mogelijke levensduurgarantie zo afhankelijk is van de onderhoudsstaat van kozijnen en verschillende mogelijkheden van toegepaste houtsoorten, duurzaamheidsklassen, onbewerkte levensduren en onderhoud, is het aan te raden om voor het hergebruiken van kozijnen in nieuwbouw te zoeken naar kozijnen die na de oliecrisis zijn geplaatst. Dit waarbij er in het ontwerp is uitgegaan van een ontwerplevensduur van veertig tot vijftig jaar. De technische levensduur wordt dit decennium gehaald. Voor een renovatieproject kunnen kozijnen van zowel vóór als na de oliecrisis van 1973 worden toegepast. Dit doordat er bij een renovatieproject over het algemeen op een levensduurverlenging van twintig tot dertig jaar wordt gerekend. Als de bestaande kozijnen kwalitatief voldoen voor een toepassing als vitrinekozijn, dan hoeft er niet naar andere kozijnen gezocht te worden.

De gevonden houten kozijnen voor nieuwbouw en/of renovatie kunnen beschadigd zijn na jaren gebruik. Onder enkele van deze schadepunten valt:

- Houtrot;
- Bruinrot;
- Glasschade;
- Kapotte of vervormde kierdichtingen;
- Omtrekspeling van de vleugels;
- Vergane verf.

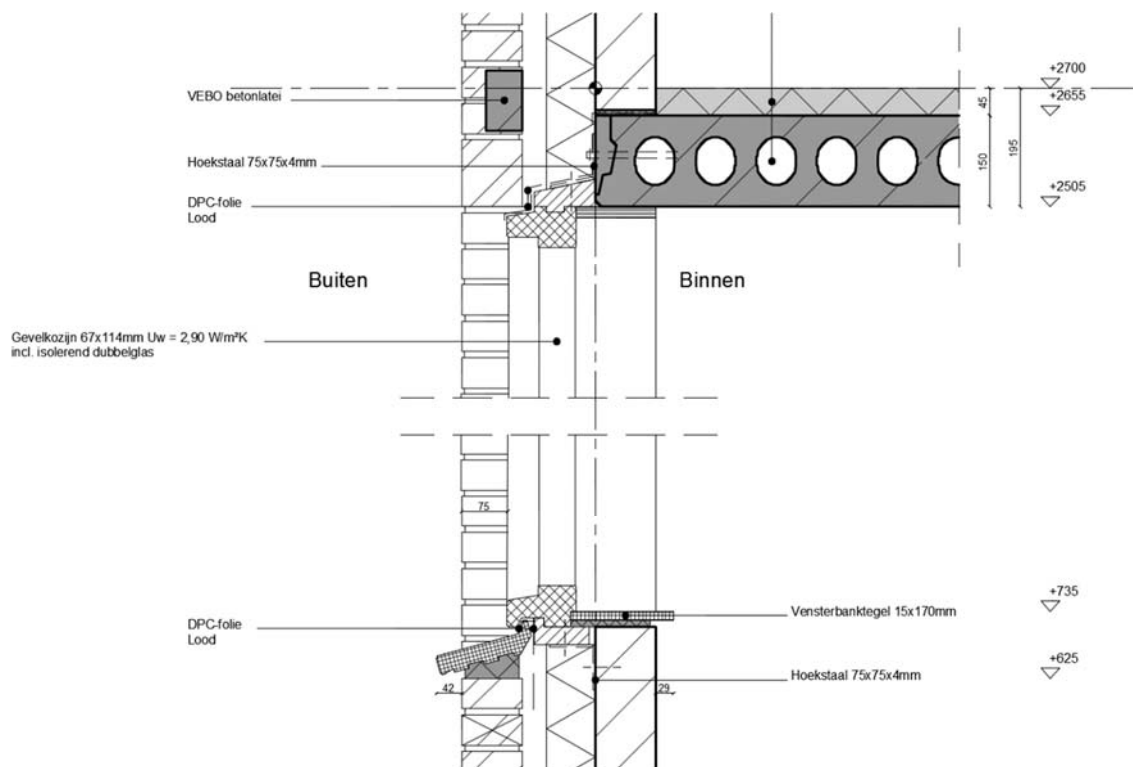
Als het kozijn een van deze schadepunten bevat dan moeten deze worden verholpen. Ook is het aan te raden ongeacht de staat van het kozijnhout om deze tot op het hout op te schuren en een nieuwe biobased verflaag te geven. Hierdoor wordt de levensduur van het kozijn verlengt en indien er geen impregneringsmiddelen in het hout zijn verwerkt, kan het kozijn door de biosfeer worden afgebroken. Als het kozijnhout is geïmpregneerd, dan kan het hout niet terug in de biosfeer omdat dit de grond chemisch zal verontreinigen. Het kozijn kan dan alleen voor een binnenruimte worden hergebruikt of verbrand worden.

Tabel 4.2b Overzicht duurzaamheidsklassen en levensduur overig kozijnmateriaal

Kozijnmateriaal	Levensduur (jaren)
Kunststof	25-50
Aluminium	25-60

Voor het hergebruiken van kunststof en aluminium kozijnen gelden dezelfde controles als bij de houten kozijnen. Het kozijnmateriaal moet onderzocht worden op schade of aantasting, de kierdichtingen en scharnieren moeten vervangen worden indien deze elementen kwalitatief niet meer voldoen. De zonoriëntatie van deze kozijnen geeft een risico voor een mate van aantasting van het kozijnmateriaal. Kozijnen die op het zuiden staan hebben een hogere zonbelasting dan kozijnen die op het noorden staan. Door de hogere zonbelasting zal het kozijn op het zuiden meer uitzetten en krimpen waardoor er een hogere kans op scheurvorming is. Als deze scheuren eenmaal in het kozijn zitten, dan moet het kozijn worden gerecycled in de technosfeer omdat kunststof en aluminium kozijnen hun sterkte halen uit diens profielen.

4.3 Bestaande situatie kozijnaansluitingen Achterdonk 60

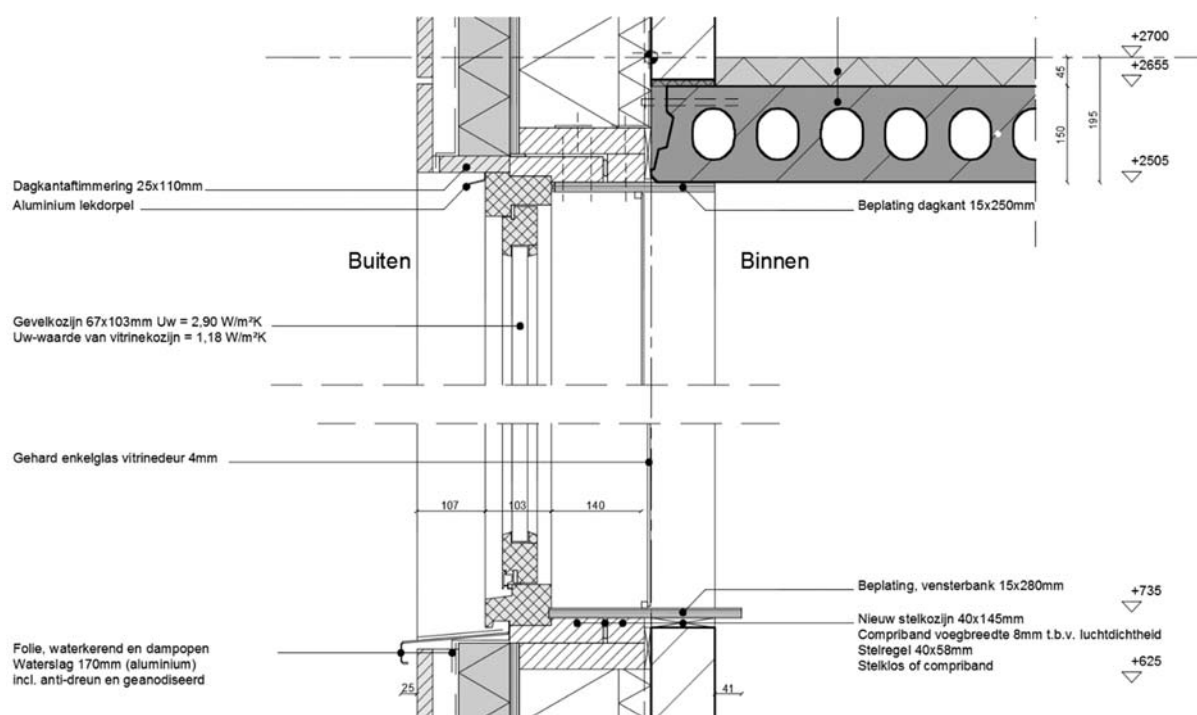


Figuur 3. Fragment detailblad 1, bestaande situatie Achterdonk 60, kozijnaansluitingen

Het houten kozijn is door middel van een houten stelkozijn en een hoekstaal van 75x75mm aan het kalkzandstenen binnenblad bevestigd. Het kozijn heeft een neggemaat van 75mm. Aan de onderdorpel is een specie over het houten stelkozijn en het kalkzandstenen binnenblad gesmeerd zodat een keramische vensterbanktegels van 15mm dik en 170mm diep geplaatst kan worden. Als lekdorpel is een keramisch product toegepast en hierover valt een loodslabbe die aan de onderzijde van de houten onderdorpel van het kozijn is bevestigd. Aan het stelkozijn is een DPC-folie bevestigd die met een bepaalde lengte voor het glaswol doorloopt.

Aan de bovenzijde van het kozijn wordt de houten stelkozijn door middel van een hoekanker met de 150mm dikke verdiepingsvloer verbonden. In het gevelmetselwerk is een rollaag boven het kozijn toegevoegd met een verborgen betonnen latei. Er is aan de bovenzijde van de bovendorpel een loodslabbe toegevoegd onder de DPC-folie. Deze verdiepingsvloer heeft een steenachtige afwerkvloer van 45mm. De dagkanten van het kozijn zijn getekend als 15mm dik multiplexbeplating. De verdiepingshoogte van de eerste bouwlaag is ongeveer 2505mm.

4.4 Toepassen vitrinekozijn in buitenbladrenovatie



Figuur 4. Fragment detailblad 2, buitenbladrenovatie Achterdonk 60, kozijnaansluiting

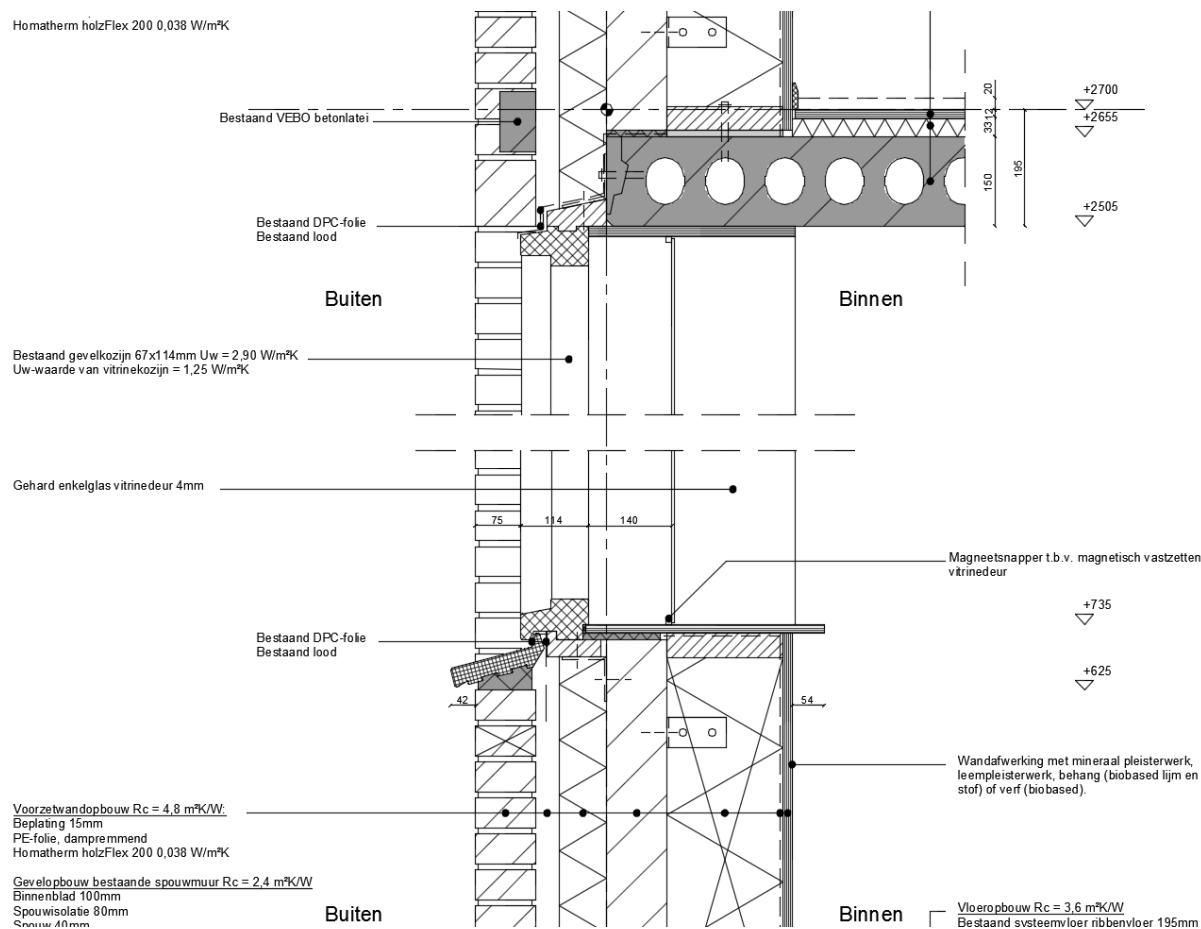
Het buitenblad wordt hoogwaardig geïsoleerd met een R_T -waarde van $7,9 \text{ m}^2\text{K/W}$. De houten stijlen hebben een kopmaat van $40 \times 195 \text{ mm}$ en is toegepast met 100 mm biofoam spouwisolatie. De spouwlaten worden door middel van schroeven aan de houten constructie verbonden. Als de gevelbekleding de schroeven te veel belast, waardoor scheuren ontstaan in de spouwisolatie, dan moet er gebruik worden gemaakt van houten regels in de spouwisolatie.

Het oude kozijn van Dempostraat 63 wordt met een nieuw stelkozijn van 40 mm bij 145 mm verbonden aan de houten stijlen en regels, zoals in figuur 4 is weergegeven. Deze vervanging is nodig indien het oude stelkozijn beschadigd is geraakt. Bij een nieuw stelkozijn is het belangrijk om de oude kozijndorpels en -stijlen zo te frezen of schuren dat deze het profiel van een montagekozijn krijgen in plaats van een inmetsekozijn. Dit maakt het monteren van een nieuwe stelkozijn eenvoudiger en lijmresten worden verwijderd voor een egaal oppervlak.

Voordat het oude kozijn met nieuw stelkozijn wordt geplaatst, moet er eerst een stelregel van $45 \text{ mm} \times 58 \text{ mm}$ met een compriband aan de houten constructie gemonteerd worden. Door het stelkozijn tegen de compriband en de stelregel te drukken voordat het stelkozijn aan de houten constructie wordt bevestigd, ontstaat er een kierdichting. Enige kieren die kunnen ontstaan tijdens het stellen van het kozijn worden hiermee voorkomen. In de boven- en zijaansluiting van de kozijndetails is een voegbreedte van 5 mm getekend en wordt opgevuld door een compriband.

De dagkantaftimmering aan de buitenzijde wordt aan de zijstijlen en bovendorpel van het oude kozijn geschroefd. De oude kozijnen hebben geen waterafvoerholletje, zoals moderne kozijnen die wel hebben, dus wordt er bovenaan het kozijn een aluminium lekdoorpel bevestigd om het water uit de spouw voor het kozijn langs te laten vloeien. Aan de binnenzijde wordt de dagkantaftimmering van 15 mm dik EcoBoard Standard gemaakt. Er is een bufferruimte van 140 mm diep ingezet.

4.5 Toepassen vitrinekozijn in binnenbladrenovatie



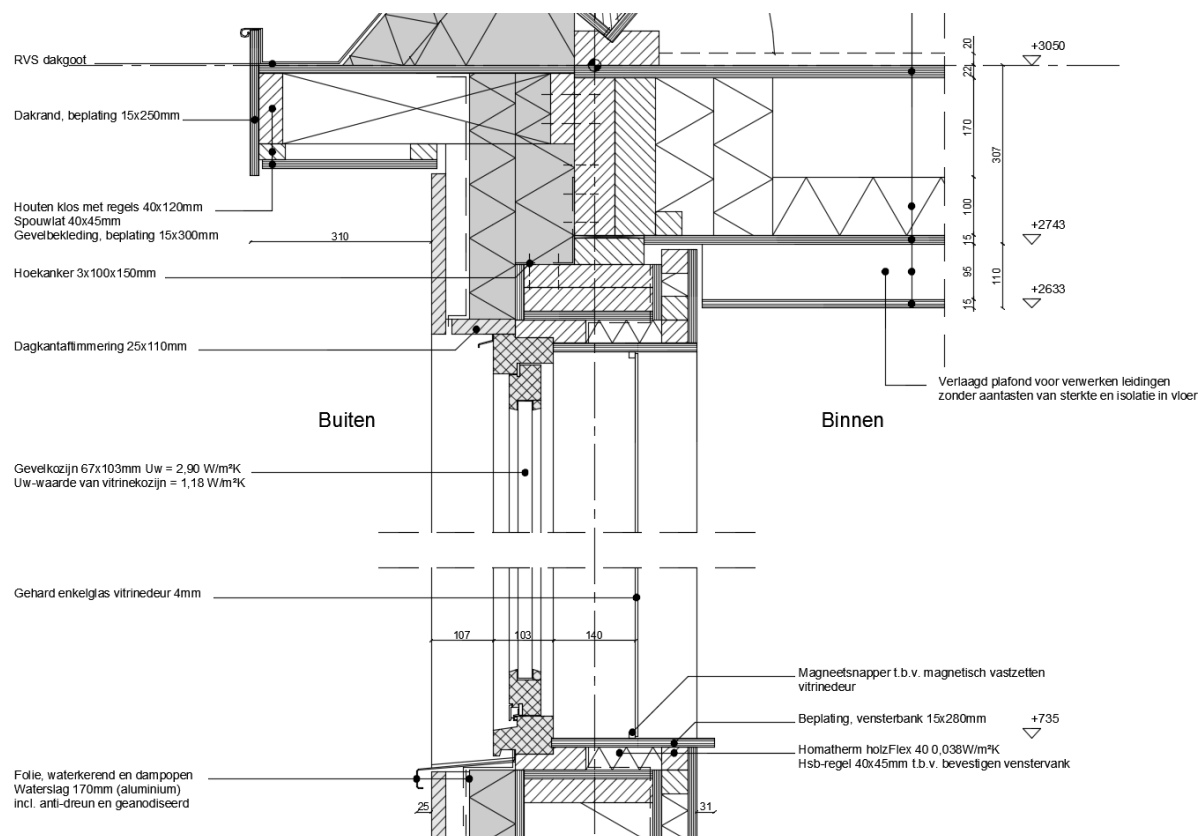
Figuur 5. Fragment detailblad 3, binnenbladrenovatie Achterdonk 60, kozijnaansluiting

Het binnenblad wordt hoogwaardig geïsoleerd met een voorzetwand tot een warmteweerstand van $7,3 \text{ m}^2\text{K/W}$. De voorzetwand is opgebouwd met houten stijlen met een kopmaat van $40 \times 195 \text{ mm}$. Het bestaande kozijn blijft in de bestaande spouwmuur. Deze wordt niet verwijderd om het gevelbeeld niet aan te tasten.

Doordat het gevelbeeld behouden blijft, zijn er geen stelregels met compribanden nodig om een kozijn in te zetten. Dit houdt in dat de bestaande lucht- en kierdichtheid van het kozijn behouden blijft. Hier moet rekening mee worden gehouden bij het berekenen van de nieuwe energievraag van de woning. Er is een bufferruimte van 140 mm ingezet. De nieuwe vensterbank wordt over de constructie van de voorzetwand doorgetrokken.

Anders dan de buitenbladrenovatie, zijn de bestaande knooppunten van grote invloed op de thermische lijn. Ter plaatse van de bovendorpel en verdiepingsvloer zal er relatief meer warmte verloren gaan dan bij de gerenoveerde gevel doordat er in dit knooppunt minder isolatie aanwezig is. De akoestische wering van dit knooppunt lager zijn dan de nieuwe spouwmuur. Om dit op te lossen kan een zwevende dekvloer worden ingezet in combinatie met een verlaagd plafond. Doordat het bestaande kozijn direct aan de verdiepingsvloer is gemonteerd zal een verlaagd plafond de bovendorpel doen verdwijnen. Door de bestaande verdiepingshoogte van 2505 mm en de verlaging van deze hoogte door het verlaagde plafond, wordt het nieuwe plafond niet toegepast. De oude dekvloer wordt vervangen door een zwevende dekvloer met dezelfde hoogte van 45 mm . Deze nieuwe vloer heeft dus geen invloed op de verdiepingshoogte.

4.6 Toepassen vitrinekozijn in vervangende nieuwbouw



Figuur 6. Fragment detailblad 4, vervangende nieuwbouw Achterdonk 60, kozijnaansluiting

De nieuwe gevel wordt met geprefabriceerde houtskeletbouw dragend uitgevoerd. De gevel heeft een R_T -waarde van $7,3 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. Alle uitwendige gevelconstructies zijn dragend uitgevoerd in verband met de balklaag van de verdiepingsvloer en een beukmaat van 5400mm. De gevel bestaat uit een dragend houtskeletelement en een voorzetwand of leidingspouw. De leidingspouw wordt gebruikt om leidingen uit de isolerende laag te houden. Bewoners kunnen dan ook eenvoudiger leidingen verleggen zonder zorgen te maken over de constructieve sterkte van de gevel.

Om het kozijn van Dempostraat 63 in dit project in te zetten, is het stelkozijn vervangen en het houten profiel van het inmetselekozijn geschuurd tot een montagekozijnprofiel. Dit is het geval van een beschadigd stelkozijn. Anders dan bij de buitenbladrenovatie wordt het oude kozijn in de timmerfabriek in het houtskeletelement geplaatst. Hierdoor kan het kozijn met stelkozijn fabrieksmatig in het houtskeletelement worden verwerkt waardoor stelregels en compribanden voor het inzetten niet nodig zijn. Enige ruimte tussen het stelkozijn en de voorzetwand wordt opgevuld met isolatiemateriaal. Er is een bufferruimte van 140mm diep toegepast.

Ook in de nieuwbouwsituatie zijn de dagkanten aan de buitenzijde aan het kozijn verbonden. Het oude kozijn heeft geen waterhol, dus wordt er aan de bovenzijde van de bovendorpel een aluminium lekdorpel geplaatst. Zo komt water vanuit de spouw niet in contact met het oude kozijn.

4.7 Financiële begroting renovatie en nieuwbouw

Omschrijving	Aantal	E.h.	Materiaal	Beglazing	Breedte (m)	Hoogte (m)	Kosten		
Hergebruikte kozijnen									
Marktplaats.nl									
Kozijn 1	1,00	st	merbau	dubbelglas	0,90	0,90	€	50,00	
Kozijn 2	1,00	st	hardhout	dubbelglas	0,85	1,20	€	50,00	
Kozijn 3	1,00	st	hardhout	dubbelglas	1,45	1,45	€	175,00	
Kozijn 4	1,00	st	hardhout	dubbelglas	1,00	1,20	€	90,00	
Kozijn 5	1,00	st	hardhout	dubbelglas	1,20	1,48	€	150,00	
Tweedehands.net									
Kozijn 6	1,00	sst	hardhout	dubbelglas	1,00	2,27	€	125,00	
Van-Laarhoven Sloopwerken BV									
Kozijschatting minimaal	1,00	st	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	€	50,00	
Kozijschatting maximaal	1,00	st	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	€	500,00	
Gemiddelde kozijnkosten							€	148,75	excl. BTW

Figuur 7. Gevonden aanschafkosten oude kozijnen

Het vaststellen van aanschafkosten gebeurt normaliter door onderhandelen. Er wordt geen prijs per vierkante meter aangehouden door sloopbedrijven. Dit komt doordat de kwaliteit van de producten en diens onderdelen bepalend zijn voor een aanschafprijs. Voor onderhandelingen wordt door Superuse Studio's veelal de richtprijs aangehouden waarvoor soortgelijke kozijnen op www.marktplaats.nl verkocht worden.

Er is contact gezocht met sloopbedrijven in de Randstad die online hebben aangegeven kozijnen op te slaan. Verschillende bedrijven zijn gecontacteerd, maar geen konden een richtprijs voor de aanschaf geven. De staat van de kozijnen verschilt te veel om één prijs aan te houden, dus wordt de aanschafprijs via onderhandelingen bepaald. Er is wel door één van de gecontacteerde sloopbedrijven een schatting gegeven van de minimale en maximale kozijnkosten. Hierbij is geschat dat het bedrijf destijds houten kozijnen van € 50-500,- op voorraad had.

In het bovenstaande figuur zijn de gevonden aanschafkosten voor oude kozijnen weergegeven. Deze kozijnen zijn allen van hardhout met dubbelglas. Echter de bouwjaar van het kozijn of gebouw waar deze is gedemonteerd is niet vermeld. Om een richtprijs te krijgen wordt het gemiddelde genomen van de som van de gevonden aanschafkosten. De kosten zijn exclusief BTW omdat deze kozijnen niet via een bedrijf worden verkocht, maar via een veilingsite. Bij sloopbedrijven zouden de aanschafkosten hoger kunnen liggen vanwege een ingebouwde post om diens medewerkers te betalen. Het gemiddelde van de gevonden aanschafkosten komt uit op € 148,75.

Omschrijving	Aantal	E.h.	Materiaal	Beglazing	Breedte (m)	Hoogte (m)	Kosten		
Beglazing en toebehoren									
Vitrinedeuren									
Glasdiscount.nl (blank, helder, gehard)	1,00	m²	4mm	Enkelglas			€	35,00	
JLMglas.nl (blank, helder, gehard)	1,00	m²	4mm	Enkelglas			€	33,85	
BGHglas.nl (blank, helder, gehard)	1,00	m²	4mm	Enkelglas			€	32,50	
Glasstore.nl (blank, helder, gehard)	1,00	m²	4mm	Enkelglas			€	34,00	
				Gemiddelde kosten gehard glas			€	33,84	excl. BTW
Scharnieren									
Gamma (kogellagerscharnier)	4,00	st	RVS		0,075	0,075	€	39,96	
GYZ (kogellagerscharnier)	4,00	st	RVS		0,075	0,075	€	20,16	
Destil (kogellagerscharnier)	4,00	st	RVS		0,076	0,076	€	23,80	
Breur (kogellagerscharnier)	4,00	st	RVS		0,075	0,075	€	33,36	
				Gemiddelde kosten scharnieren			€	29,32	excl. BTW
Magneetsnapper									
Gamma (trekkracht 5kg)	4,00	st	kunststof		0,059	0,016	€	14,76	
GYZ (trekkracht 6kg)	4,00	st	kunststof		0,045	-	€	6,52	
Destil (trekkracht 8kg)	4,00	st	kunststof		0,059	0,015	€	3,68	
Breur (trekkracht 6kg)	4,00	st	kunststof		0,060	0,013	€	19,12	
				Gemiddelde kosten magneten			€	11,02	excl. BTW

Figuur 8. Gevonden aanschafkosten vitrinedeur-elementen en toebehoren

Naast de hergebruikte kozijnen is er ook onderzocht naar de gemiddelde kosten van de overige onderdelen van het vitrinekozijn, namelijk de vitrinedeuren met diens bedieningselementen. De vitrinedeur wordt uitgevoerd in gehard glas zodat de het glas niet kapotgaat door bewonersgedrag. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een voetbal dat ietwat hard tegen het glas aan komt. Echter als het glas breekt dan is het belangrijk dat de glasscherven niet voor verwondingen zorgen. Voor de bedieningselementen van de vitrinedeuren zijn diens aanschafkosten bij een viertal grote Nederlandse leveranciers opgezocht. Uit deze kosten komt een gemiddelde die voor de totale begroting zal worden gebruikt.

Er is gezocht naar gehard glas van 4mm dik. Dit glas mag geen kleuren bevatten omdat dit de daglichtinval door het vitrinekozijn kan beïnvloeden. Het vitrinedeurglas moet helder zijn voor de maximale daglichttoetreding. In de kostenberekeningen is er gerekend met de werkelijke beschikbare ruimte tussen de dagkanten van de oude kozijnen van Achterdonk 60 om vitrinedeuren in te zetten. In totaal heeft het enkelglas een oppervlakte van 15,70m² per woning. De gemiddelde prijs komt op € 33,84 per m² exclusief BTW.

De vitrinedeur heeft kogellagerscharnieren om het enkelglas met de dagkanten aan de binnenzijde te verbinden. Verder wordt het bewegende glasdeel op zijn plek gehouden door middel van een magneetsnapper. Dit is een metalen of kunststof blokje dat een magneet bevat. Er wordt een magneet met een tegenovergestelde lading aan het enkelglas verbonden. Zo wordt er een magnetische deurstop gemaakt zodat de glasdelen niet voorbij een bepaald punt, de bufferruimte in draaien. Er wordt voor de afmetingen van het vitrinekozijn gerekend met twee scharnieren per deurdeel. Dit geldt ook voor de magneetsnapper. Deze worden aan de vensterbank en bovenzijde van de dagkantaftimmering vastgezet. De gemiddelde prijs voor vier kogellagerscharnieren is € 29,32 exclusief BTW en de gemiddelde prijs voor vier magneetsnappers is € 11,02 exclusief BTW.

HEBO heeft een prijslijst met kozijnafmetingen en diens productkosten zonder transport van 2015. Aan de hand van deze lijst wordt er voor een meranti draaikiepkozijn van 1300x1350mm met HR++-beglazing en profielmaat van 114x67mm de productprijs als € 812,- exclusief BTW gerekend. Voor de productkosten van het passiefkozijn is contact opgenomen met Passiefkozijnen.nl. Deze geeft aan dat de productkosten voor een dergelijk kozijn € 895,- exclusief BTW aangehouden. Er wordt echter niet meer geproduceerd met Accoya-hout, dus is larikshout als alternatief gekozen.

Voorbereiden op sloop:											
Dichtzetten met beplating	50,00	st	€	14,26	0,55	€	40,00	€	36,26		€ 2.526,00
Verwijderen kozijn uit gevel	50,00	st	€	25,00	0,70	€	40,00	€	28,15		€ 2.657,50

Figuur 9. Arbeids- en materiaalkosten voor kozijndemontage

Het vitrinekozijn heeft, anders dan de nieuwe kozijnen, sloopkosten. Deze sloopkosten worden gerekend voor nieuwbouwprojecten en buitenbladrenovaties. Dit omdat deze situaties een gedemonteerd kozijn nodig hebben. Bij een binnenbladrenovatie kan het bestaande kozijn in de spouwmuur blijven zitten en worden dus geen sloopkosten gerekend. Dit zijn werkzaamheden die niet afhankelijk zijn van gespecialiseerde werknemers.

Voor het dichtzetten van vijftig stuks gevelkozijnen, het demonteren van vleugels, verwijderen van het kozijn en opslaan op een bepaalde locatie wordt een prijs van € 5.183,50 gerekend.

Renovatiekosten:											
Vervangen kierdichtingen	50,00	st	€	14,09				0,40	€	39,60	€ 1.496,50
Vervangen scharnieren	50,00	st	€	62,11				1,38	€	40,00	€ 5.865,50
Vervangen glas naar HR++	50,00	st	€	71,48				1,50	€	40,52	€ 6.613,00
Correctie omtrekspeling hangzijde	50,00	st	€	30,00							€ 1.500,00
Opschuren en opnieuw verven	50,00	st	€	5,00				0,51	€	41,57	€ 1.310,00

Figuur 10. Bijkomende kosten voor kozijnrenovatie

Voor het toepassen van het vitrinekozijn moet het oude kozijn zijn gecontroleerd op de kwaliteit van de kierdichtingen, scharnieren en de aanwezigheid van enige omtrekspeling. Ook moet het oude dubbelglas worden vervangen indien deze beschadigd is. Als de kwaliteit van het kozijn niet voldoet, dan moet deze gerenoveerd worden door een kozijnrenovatiebedrijf. Het kozijn krijgt sowieso een nieuwe verflaag zodat een niet-geïmpregneerd kozijn na de renovatie of nieuwbouw terug de natuur in kan. Als het oude kozijn geheel gerenoveerd moet worden dan zal dit € 16.785,- kosten om de renoverende werkzaamheden te verrichten. Indien alleen de kwaliteit van de kierdichtingen en scharnieren niet volstaat dan kost het € 10.172,- om dit voor vijftig kozijnen te vervangen. Verven en correcties voor de hangzijden zijn hierin meegerekend.

Bijkomende kosten:											
Opschuren en verven	50,00	st	€	5,00				0,51	€	41,57	€ 1.310,00

Bijkomende kosten:											
Opschuren en verven	50,00	st	€	5,00				0,51	€	41,57	€ 1.310,00

Figuur 11. Bijkomende kosten voor HEBO HR++ kozijnen en passiefkozijnen

Als bijkomende kosten gelden voor de nieuwe kozijnen enkel de kosten voor het opschuren van de kozijnen en het verven van het kozijnhout. Voor deze werkzaamheden wordt € 1.310,- voor vijftig de HEBO kozijnen gerekend en passiefkozijnen gerekend.

Omschrijving	Productkosten	Renovatiekosten	Schilderkosten	Bijkomende kosten	Transportafstand	Transportkosten
Vitrinekozijn (geheel gerenoveerd)	€ 18.643,67	€ 15.475,00	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€ 1,05/km 840,00
Vitrinekozijn (verv. kier, scharnier en verf)	€ 18.643,67	€ 7.362,00	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€ 840,00
Vitrinekozijn (verf)	€ 18.643,67	€ -	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€ 840,00
HEBO HR++-kozijn (verf)	€ 58.240,00	€ -	€ 1.310,00	€ -	195,00	€ 204,75
Passiefkozijn.nl EMP HR+++-kozijn (verf)	€ 60.248,28	€ -	€ 1.310,00	€ -	195,00	€ 204,75
Omschrijving	Kosten nieuw	Kosten vitin. Koz	Besparing kosten			
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€ 59.754,75	€ 41.452,17	€ 18.302,58	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€ 59.754,75	€ 33.339,17	€ 26.415,58	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€ 59.754,75	€ 25.977,17	€ 33.777,58	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€ 61.763,03	€ 41.452,17	€ 20.310,86	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€ 61.763,03	€ 33.339,17	€ 28.423,86	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€ 61.763,03	€ 25.977,17	€ 35.785,86	excl. BTW		

Figuur 12. Totale kosten met besparing vitrinekozijn t.o.v. nieuwe kozijnen

Om de maximale transport-diameter en daarmee het maximale zoekgebied naar oude kozijnen aan te geven, zijn de totale kozijnkosten berekend. Aan de hand van transportkosten en het verschil tussen de toepassing van nieuwe en oude kozijnen, kan een dergelijke diameter bepaald worden.

Omdat de bestaande situatie al kozijnen heeft en hiervoor dus geen productkosten gelden, wordt de bovenstaande begroting voor de nieuwbouwsituatie gebruikt om een beeld te geven hoe de kozijnkosten zich tot elkaar verhouden. Bij renovatieprojecten kunnen de aanschafkosten van de te hergebruiken kozijnen worden kwijtgescholden.

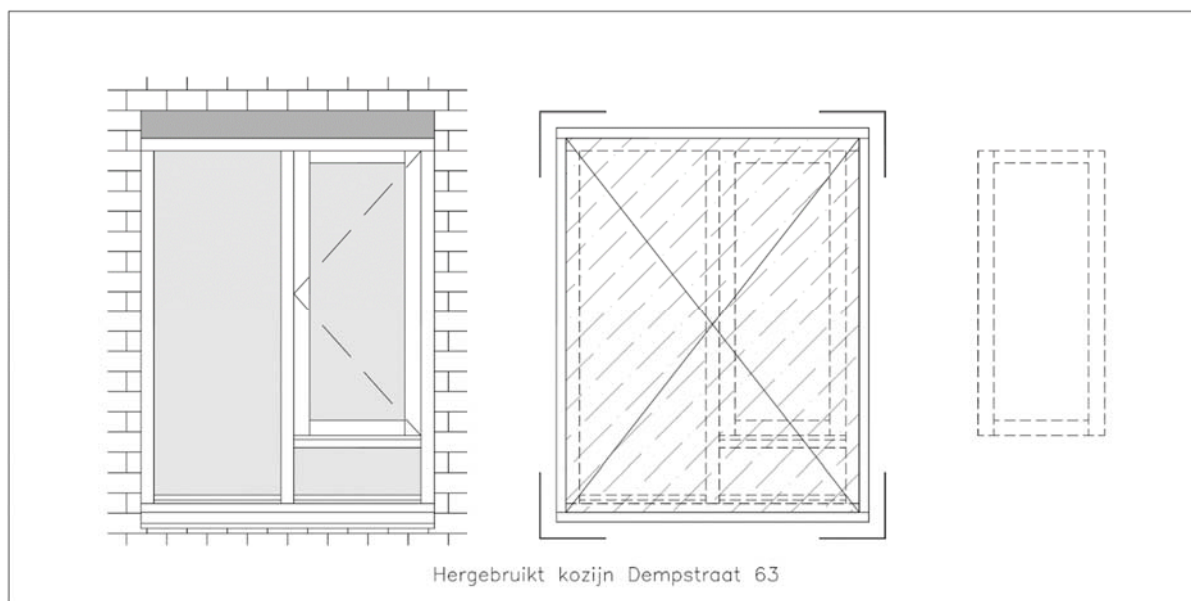
Aan de hand van de gevonden kozijnprijzen van www.marktplaats.nl, www.tweedehands.net, sloopbedrijven en in overleg met Superuse Studio's is een gemiddelde kozijnprijs berekend. Deze gemiddelde prijs is € 148,75 per kozijn. Het gemiddelde bevat kozijnen met verschillende afmetingen die groter zijn dan 1000x1000mm. De kozijnenkosten zijn begroot met drie vitrinekozijnsituaties afhankelijk van de omvang van de kozijnrenovatie. De kozijnen van HEBO en Passiefkozijn.nl hebben geen renovatiekosten, maar wel verfwerkzaamheden.

De transportafstand is de afstand vanaf de timmerfabriek van HEBO in Hengevelde en de timmerfabriek van Passiefkozijn.nl in Overbeek. Voor beiden is de afstand 195 kilometer. Met de website van www.detransporters.nl is onderzocht naar de hoeveelheid vrachtwagens die nodig zouden zijn om alle vijftig kozijnen in één keer te vervoeren. Op diens website is een laadruimte van 7200mm bij 2450mm (categorie 6) gevonden waar alle vijftig kozijnen in passen. Het tarief is € 1,05 per kilometer.

Voor de transportdiameter en daarmee het zoekgebied voor oude kozijn is allereerst gerekend met de afstand van Gent naar Groningen Stad als langst mogelijke afstand in Nederland. Deze afstand is ongeveer 400 kilometer. Dit is een heen- en terugreis voor het ophalen van de kozijnen en het vervoeren naar de bouwplaats. Hierdoor komt de transportafstand op 800 kilometer. Zelfs met de langst mogelijke weg in Nederland, blijven de vitrinekozijnen onder de totale kosten van de nieuwe kozijnen. Een nog groter zoekgebied buiten Nederland wordt door de opdrachtgevers als niet-praktisch gezien, dus zal het zoekgebied verder niet vergroot worden.

De besparing op de kosten met een vitrinekozijn voor Achterdonk 60 is € 18.000-33.000,- in vergelijking met de kozijnen van HEBO, afhankelijk van de renovatieomvang van de kozijnen. De besparing met een vitrinekozijn in vergelijking met passiefkozijnen is € 20.000-35.000,-.

5. Conclusie



Figuur 1. Schets gedemonteerd oud kozijn Dempstraat 63

Voor het bouwtechnisch toepassen van het vitrinekozijnconcept en diens nieuwe levensduur zijn er drie aspecten om rekening mee te houden, namelijk de bouwjaar van het kozijn, de kozijnkwaliteit en het kozijnmateriaal. Kozijnen die in de jaren zeventig zijn toegepast bereiken in 2020 het eind van diens technische levensduur. Dit in combinatie met de lagere duurzaamheidsklassen van het kozijnhout, namelijk eiken en grenen, wordt het niet aangeraden om deze kozijnen in nieuwbouwprojecten toe te passen met een ontwerplevensduur tot veertig of vijftig jaar. Voor nieuwbouwprojecten zou gezocht moeten worden naar kozijnen vanaf 1980 omdat die nog niet het einde van diens levensduur hebben bereikt en dus een grotere garantie voor een levensduurverlenging kunnen krijgen. Voor renovatieprojecten met een levensduurverlenging van twintig tot dertig jaar zijn alle soorten kozijnen aan te raden, mits deze onderhouden zijn (mogelijke renovatiepunten niet meegerekend).

Het is uiteindelijk afhankelijk van de aannemer met demontage en montage, de huidige bewoner voor onderhoud en de kozijnrenovatiebedrijven welke levensduurverlenging mogelijk is voor een oud kozijn.

Het vitrinekozijn wordt bij de buitenbladrenovatie van Achterdonk 60 opgebouwd met de bestaande kozijnen. De vleugels van de kozijnen worden gedemonteerd en de elementen worden dichtgezet met beplating. Na het slopen van het buitenblad en verwijderen van de isolatielaag, wordt het gevelkozijn met stelkozijn gedemonteerd. De kozijnen worden opgeslagen en indien nodig gerenoveerd. Door middel van een deels geprefabriceerde houten constructie, compribanden en houten stelregels kan het oude (gerenoveerde) kozijn bij een buitenbladrenovatie terug in de gevelsparing worden geplaatst en kierdicht worden gemonteerd. Er dient rekeningen te worden gehouden met voegen of kieren. De voegen worden opgevuld door een compriband. Hierna worden de dagkantaftimmering geplaatst en de vitrinedeuren bevestigd.

Bij de binnenbladrenovatie blijven de bestaande kozijn in de spouwmuur zitten. Door middel van een in het werk gebouwde voorzetwand wordt de bestaande spouwmuur hoogwaardig geïsoleerd. Als de voorzetwand eenmaal is geplaatst, dan kan de dagkantaftimmering en de vitrinedeuren bevestigd worden.

In de nieuwbouw wordt het vitrinekozijn opgebouwd op dezelfde wijze ingezet als bij de buitenbladrenovatie. Anders dan bij de buitenbladrenovatie hoeft er geen rekening te worden gehouden met stelruimtes rondom het kozijn doordat de oude kozijnen in de timmerfabriek wordt ingezet samen met de houtskeletwanden. De houtskeletwanden worden op de bouwplaats gemonteerd door middel van een oplegvilt en hoekankers. Als de wand eenmaal staat, dan kunnen de vitrinedeuren worden geplaatst.

Omschrijving	Productkosten	Renovatiekosten	Schilderkosten	Bijkomende kosten	Transportafstand	Transportkosten
Vitrinekozijn (geheel gerenoveerd)	€ 18.643,67	€ 15.475,00	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€ 1,05/km
Vitrinekozijn (verv. kier, scharnier en verf)	€ 18.643,67	€ 7.362,00	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€ 840,00
Vitrinekozijn (verf)	€ 18.643,67	€ -	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€ 840,00
HEBO HR++-kozijn (verf)	€ 58.240,00	€ -	€ 1.310,00	€ -	195,00	€ 204,75
Passiefkozijn.nl EMP HR+++-kozijn (verf)	€ 60.248,28	€ -	€ 1.310,00	€ -	195,00	€ 204,75
Omschrijving	Kosten nieuw	Kosten vitin. Koz	Besparing kosten			
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€ 59.754,75	€ 41.452,17	€ 18.302,58	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€ 59.754,75	€ 33.339,17	€ 26.415,58	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€ 59.754,75	€ 25.977,17	€ 33.777,58	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€ 61.763,03	€ 41.452,17	€ 20.310,86	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€ 61.763,03	€ 33.339,17	€ 28.423,86	excl. BTW		
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€ 61.763,03	€ 25.977,17	€ 35.785,86	excl. BTW		

Figuur 12. Totale kosten met besparing vitrinekozijn t.o.v. nieuwe kozijnen

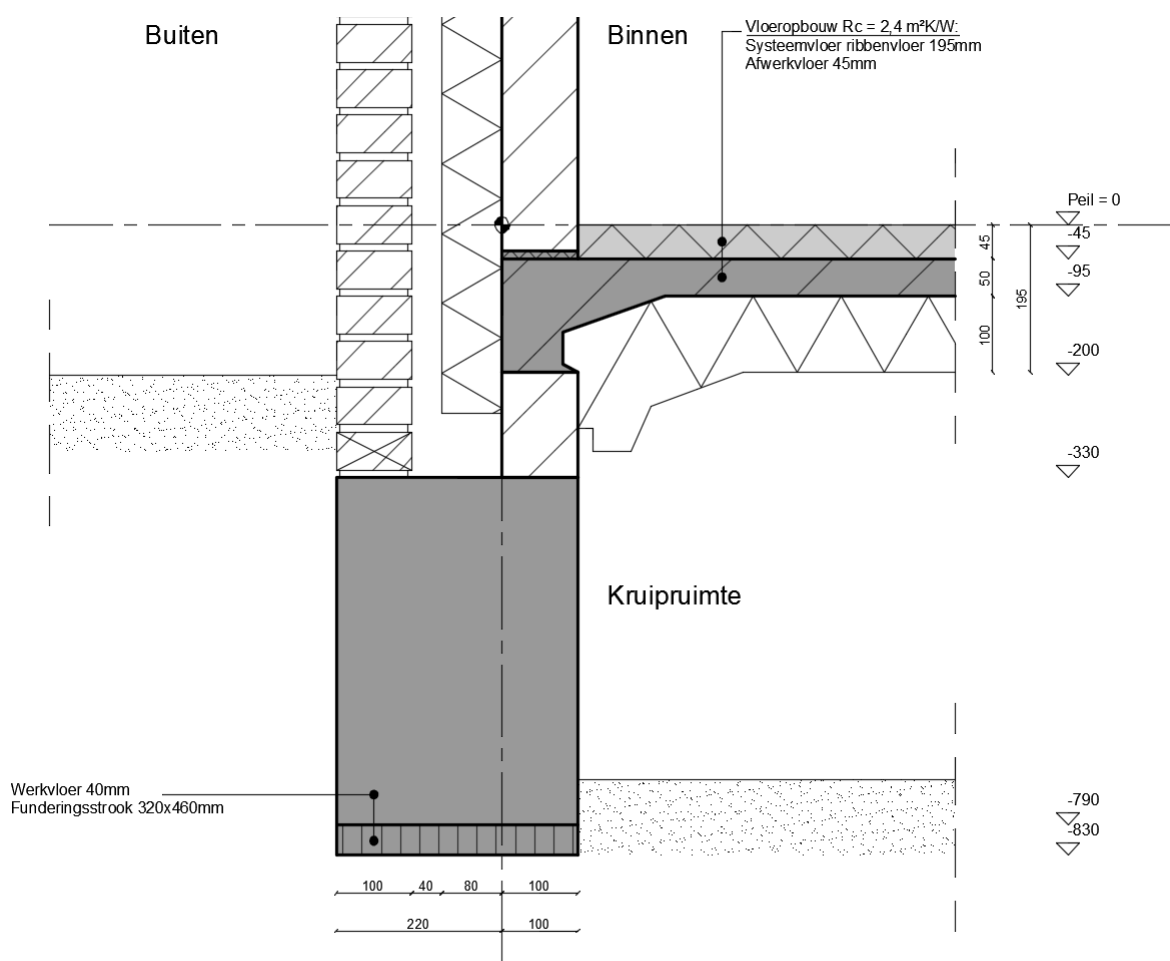
De productkosten van de vitrinekozijnen zijn een derde van de productkosten van de nieuwe kozijnen en dat herhaald zich in de besparingen. Nu zijn de productkosten van de vitrinekozijnen een gemiddelde, dus dit betekent dat bij kozijnen duurder dan € 150,-, de productkosten hoger zullen zijn. Met een geheel gerenoveerd vitrinekozijn wordt ongeveer € 18.000-€ 35.000,- bespaard ten opzichte van de nieuwe kozijnen van HEBO en Passiefkozijn.nl.

Bijlage I Bibliografie

- Biobased bouwen. (z.d.). *Biobased plaatmateriaal - Ecoboard*. Opgehaald van [www.biobasedbouwen.nl: http://www.biobasedbouwen.nl/producten/biobased-plaatmateriaal-ecoboard/](http://www.biobasedbouwen.nl/producten/biobased-plaatmateriaal-ecoboard/)
- BRIS. (2015, november 24). *Bouwbesluit 2012 (bijgewerkt tot 2015)*. Opgehaald van [www.bouwbesluitonline.nl: http://www.bouwbesluitonline.nl/Inhoud/docs/wet/bb2012](http://www.bouwbesluitonline.nl/Inhoud/docs/wet/bb2012)
- CPS Transport. (2016). *Tarieven*. Opgehaald van [www.cpstransport.nl: http://www.cpstransport.nl/ritprijs-berekenen-tarieven/](http://www.cpstransport.nl/ritprijs-berekenen-tarieven/)
- de Transporters. (z.d.). *Onze tarieven*. Opgehaald van [detransporters.nl: http://detransporters.nl/tarieven/](http://detransporters.nl/tarieven/)
- EK Bouwadvies. (2008-2009). *Kozijnen*. Opgehaald van [www.ekbouwadvies.nl: http://www.ekbouwadvies.nl/bouwen/kozijnen/materialenkozijnen.asp](http://www.ekbouwadvies.nl/bouwen/kozijnen/materialenkozijnen.asp)
- Houtdatabase. (z.d.). *Houtsoorten bouw*. Opgehaald van [www.houtdatabase.nl: http://www.houtdatabase.nl/?q=hout/bouw](http://www.houtdatabase.nl/?q=hout/bouw)
- Jellema. (2004). Vuistregels houten balklagen. In I. T. Spierings, I. R. Amerongen, & I. H. Millekamp, *Jellema 3 Draagstructuur* (pp. 160-171). Utrecht/Zutphen: ThiemeMeulenhoff.
- Joostdevree. (z.d.). *Duurzaamheidsklasse*. Opgehaald van [www.joostdevree.nl: http://www.joostdevree.nl/shtmls/duurzaamheidsklasse.shtml](http://www.joostdevree.nl/shtmls/duurzaamheidsklasse.shtml)
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2015, mei). *Nul op de meter, ervaringen van vernieuwers in de woningbouw*. Opgehaald van [www.rvo.nl: https://www.rvo.nl/sites/default/files/Nul%20op%20de%20Meter_A4_Brochure.pdf](https://www.rvo.nl/sites/default/files/Nul%20op%20de%20Meter_A4_Brochure.pdf)
- MVO Nederland. (z.d.). *Circulaire economie*. Opgehaald van [www.mvonederland.nl: http://mvonederland.nl/dossier/wat-de-circulaire-economie-0](http://mvonederland.nl/dossier/wat-de-circulaire-economie-0)
- Nederlandse Branchevereniging voor de Timmerindustrie (NBvT). (2016, juni 29). *"De levensduur van houten kozijnen, wat heeft dat met het milieu te maken?"*. Opgehaald van [https://nbvt.nl: https://nbvt.nl/blog/29-06-2016/de-levensduur-van-houten-kozijnen-wat-heeft-dat-met-het-milieu-te-maken](https://nbvt.nl/blog/29-06-2016/de-levensduur-van-houten-kozijnen-wat-heeft-dat-met-het-milieu-te-maken)
- Nederlandse Bond van Timmerfabrieken. (2001). *500 jaar houten kozijnen*. Amsterdam: Het Houtblad Almere.

Bijlage II Verantwoording overige details geveldelen

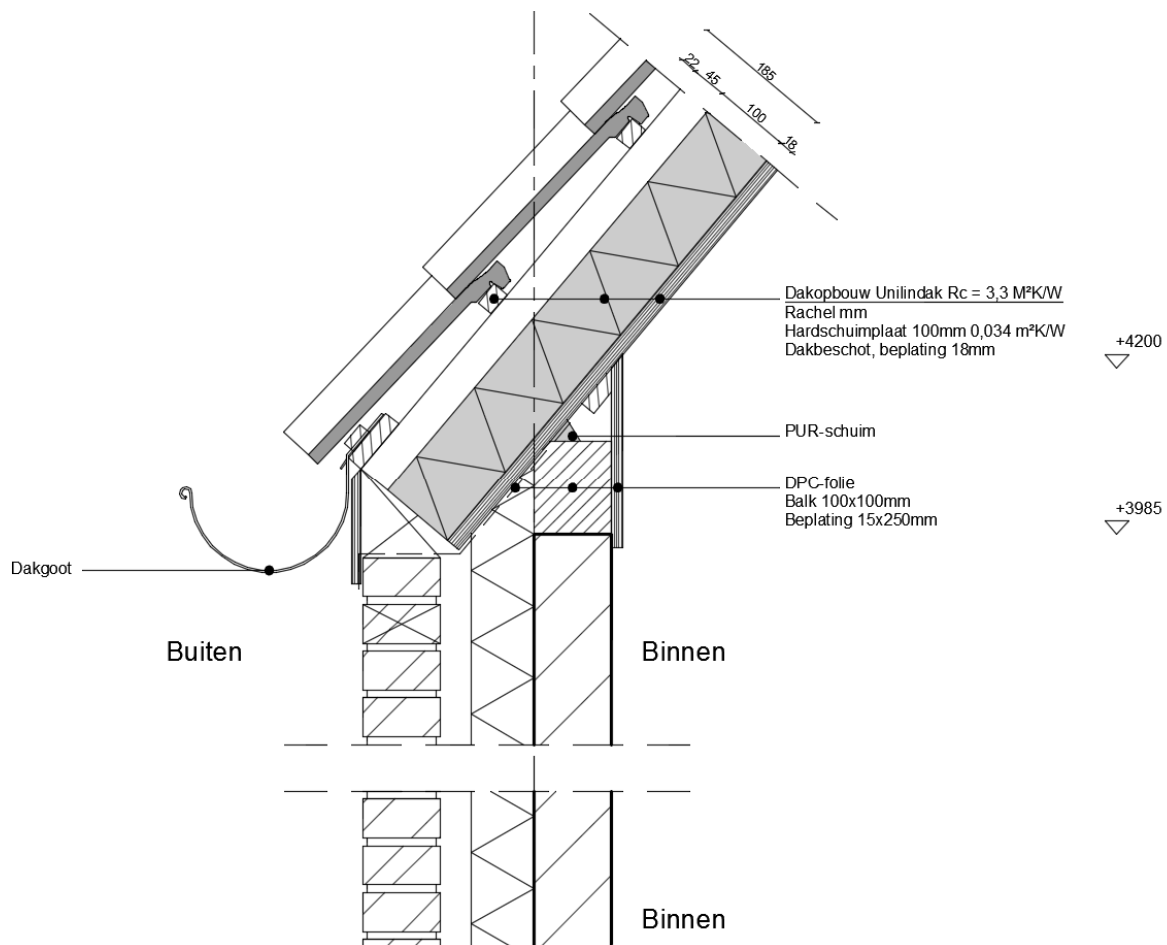
1. Verantwoording bestaande situatie



Figuur 1. Fragment detailblad 1, bestaande situatie Achterdonk 60, fundering en begane grondvloer

Voor de bouwtechnische uitwerking van de renovatie- en nieuwbouwsituaties wordt er eerst in detail ingegaan op de detaillering van de bestaande situatie zodat er een duidelijke voor- en na-situatie kan worden geschetst. De referentiewoning waarop de renovaties worden uitgevoerd, is geselecteerd aan de hand van de voorgaande deelonderzoeken als het adres Achterdonk 60. Het is de bedoeling dat het gehele woningblok kan worden gerenoveerd met de maatregelen die getroffen zullen worden. Het woningblok heeft tien woningen. De opvolgende kennisvragen behandelen één type renovatie of nieuwbouw waarbij de gevel met diens ingrepen in delen worden verantwoord. De volledige detailtekeningen zijn toegevoegd in bijlage II.

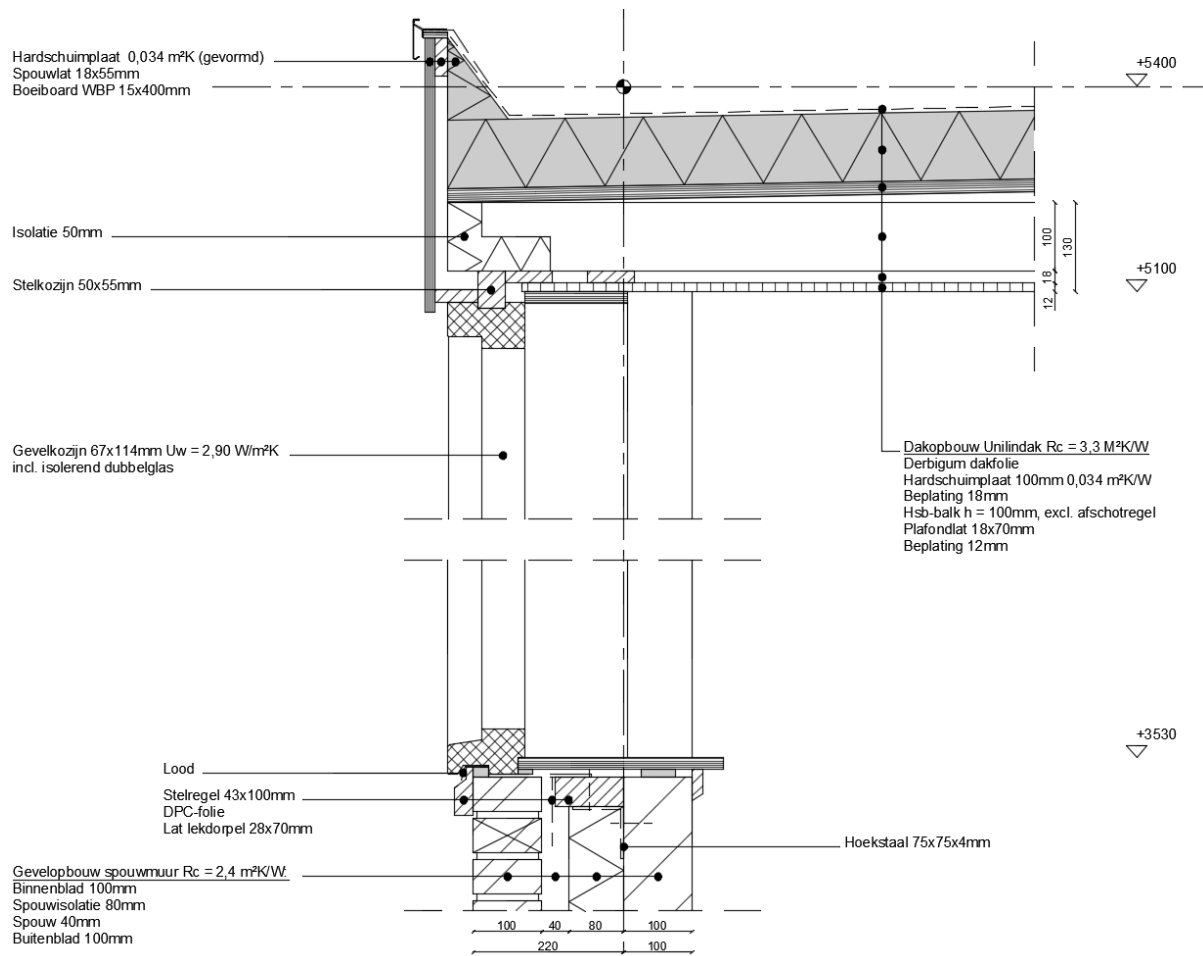
In de bestaande situatie is een strookfundering op palen gestort met een kruipruimte onder een geïsoleerde, betonnen ribbenvloer. De kruipruimte heeft een hoogte van maximaal 540mm. Boven de begane grondvloer is een steenachtige afwerkvloer van 45mm gelegd. De binnenbladen bestaan uit 100mm dikke kalkzandsteenwanden. De spouw is geïsoleerd met 80mm glaswolisolatie. De gevel wordt afgewerkt met een 100mm dik gemetseld buitenblad.



Figuur 2. Fragment detailblad 1, bestaande situatie Achterdonk 60, hellend dakaansluiting

Het hellend Unilin-dak wordt ter plaatse van dit detail niet direct verbonden met de vloer (aan de achtergevel is dit wel het geval), maar aan het kalkzandstenen binnenblad met een muurplaat. Dit binnenblad is ongeveer 1200mm hoog voordat een houten randbalk van 100mm bij 100mm bovenop het blad wordt geplaatst. Het dak is uitgevoerd als gordingenkap, waarbij de dragende gordingen van woningscheidende wand naar woningscheidende wand overspannen. Op deze gordingen is het dakbeschoot met diens sporen bevestigd. De sporen en het dakbeschoot zijn door middel van schroeven verbonden aan de randbalk en met de draagconstructie van de woning. De kopmaat van deze dakbalken is onbekend. Voor de opvolgende renovatiedetails wordt aangenomen dat de kopmaat 28mm bij 145mm is. Dit is een balkbreedte dat voor nieuwe Unilin-dakelementen wordt gebruikt in 2016.

Tussen de sporen is waterbestendig PUR-schuimisolatie toegepast en de kieren tussen het dakbeschoot en randbalk worden dicht gespoten met PUR-schuim. Doordat het niet bekend is of de dakisolatie als isolatieplaat is geleverd of in het werk gespoten is, kan er niet worden achterhaald of de bovenzijde van de isolatie egaal is of oneffenheden bevat. Het dak wordt afgewerkt met dakpannen van onbekende materialisatie op rachels van 22mm bij 32mm over de sporen. Hemelwater wordt via een zinken of PVC-goot afgevoerd.



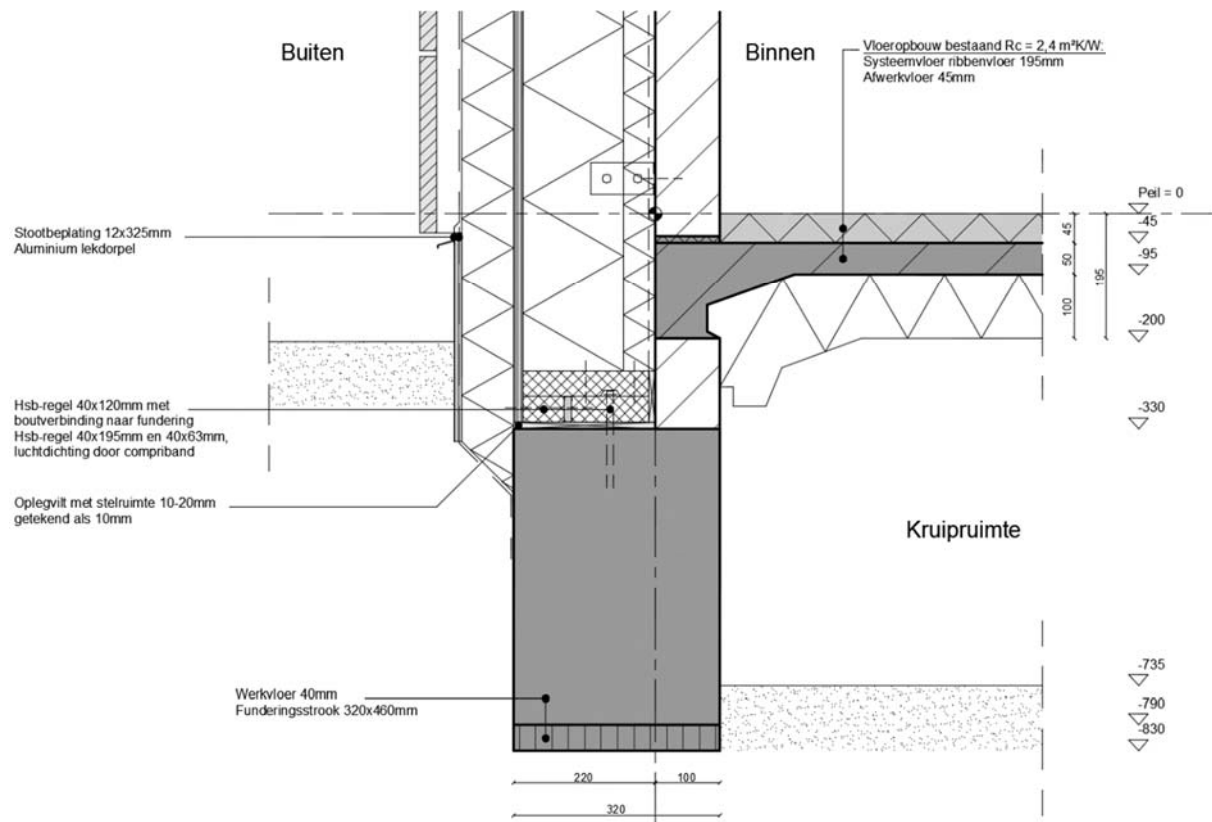
Figuur 3. Fragment detailblad 1, bestaande situatie Achterdonk 60, platdakopbouw met kozijnaansluiting

Achterdonk 60 heeft zowel een hellend dak als een plat dak. Dit dak is uitgevoerd als een dakkapel waarbij de houten balklaag op een hoekstaal aan de betonnen verdiepingsvloer en op het gevelkozijn rust. Door middel van een rechthoekig stelkozijn is het gevelkozijn verbonden met de balklaag. Elke balk in deze laag heeft een lat waarin een afschot is verwerkt, waarboven een dakbeschot van 18mm is bevestigd. Aan de dakrand tussen de balken is glaswolisolatie verwerkt en boven het dakbeschot is hardschuimisolatie van 100mm dik toegepast. Het dak is waterdicht gemaakt door middel van bitumen of een andere rubberachtige dakbedekking.

In de volgende kennisvragen wordt beschreven hoe de geveldelen worden gerenoveerd en/of opgebouwd. In het deelonderzoek Analyse Nulsituatie is er besloten om voor de buitenbladrenovatie zowel de gemetselde gevel als de spouwisolatie te verwijderen. Hierdoor blijft een kalkzandstenen binnenblad over waar een nieuwe gevel tegenaan wordt gezet. Bij de binnenbladrenovatie blijft de gehele spouwmuur intact en wordt er een isolerend binnenblad vervaardigd. Voor de nieuwbouwsituatie zijn er geen dergelijke besluiten gemaakt. In deze situatie zal er op een gelijksoortige wijze gebouwd worden met houten gevels, een hellend dak en een platdak.

Voor de binnenbladrenovatie wordt het bestaande kozijn van Achterdonk 60 toegepast omdat deze niet vervangen hoeft te worden door een ander oud kozijn met deze warmtedoorgangscoefficienten als het kozijn dat al in de spouwmuur is verwerkt. Bij de buitenbladrenovatie en nieuwbouwsituatie wordt wel het kozijn van Dempostraat 63 toegepast.

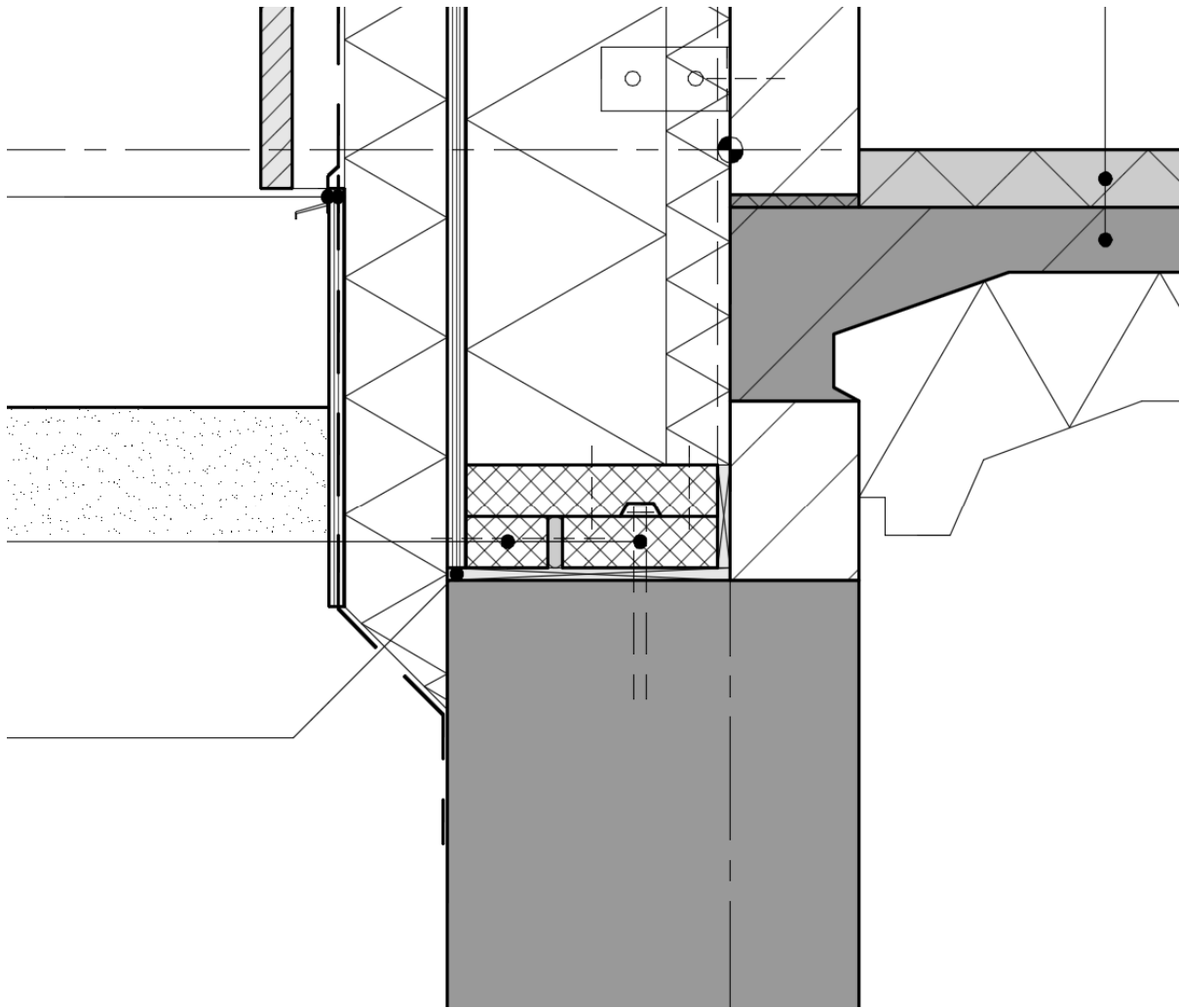
2. Verantwoording buitengevelrenovatie



Figuur 4. Fragment detailblad 2, buitenbladrenovatie Achterdonk 60, fundering en begane grondvloer

Voor het bouwen van de nieuwe gevel zijn twee alternatieven overwogen, namelijk prefabricatie of in het werk bouwen. Prefabricatie heeft over het algemeen het voordeel dat de houten elementen in een droog en gecontroleerde omgeving in elkaar worden gezet, waardoor de bouwtechnische kwaliteit hoger is dan het alternatief. Ook wordt de houtvezelisolatie in een droge omgeving verwerkt in het houten element. De prefabricatie zorgt er echter voor dat er stellatten tegen het binnenblad nodig zijn en meerdere beplatingen. Dit zorgt voor een dikkere nieuwe spouwmuur, tot 495mm. Ook is het funderen van dit element uitvoeringstechnisch lastiger dan het alternatief doordat het niet bekend is of de huidige ribbenvloer een aangestort betonband of hoekstaal met een volledig bekleed houtskeletelement van twee bouwlagen hoog kan dragen.

In het werk plaatsen van nieuwe spouwmuur is uitvoeringstechnisch eenvoudiger. Er zijn geen stellatten nodig enkel een oplegvilt en twee houten regels om de houten constructie op te funderen. De houten stijlen en regels worden door middel van hoekankers en bouten verbonden aan het kalkzandstenen binnenblad voor de stabiliteit van de houten constructie. Echter door een afwezigheid van prefabricatie duurt het langer voordat de gevel wind- en waterdicht is. Vooral in de vochtigere periodes van het jaar kan dit een probleem worden omdat de houtvezelisolatie zo droog mogelijk moet worden gehouden om schimmelvorming te voorkomen. Daarom worden het stijl- en regelwerk geprefabriceerd zonder de isolatie en beplatingen. Hierdoor kan de gevel van de woning binnen één werkdag gesteld, geïsoleerd en gestabiliseerd worden.



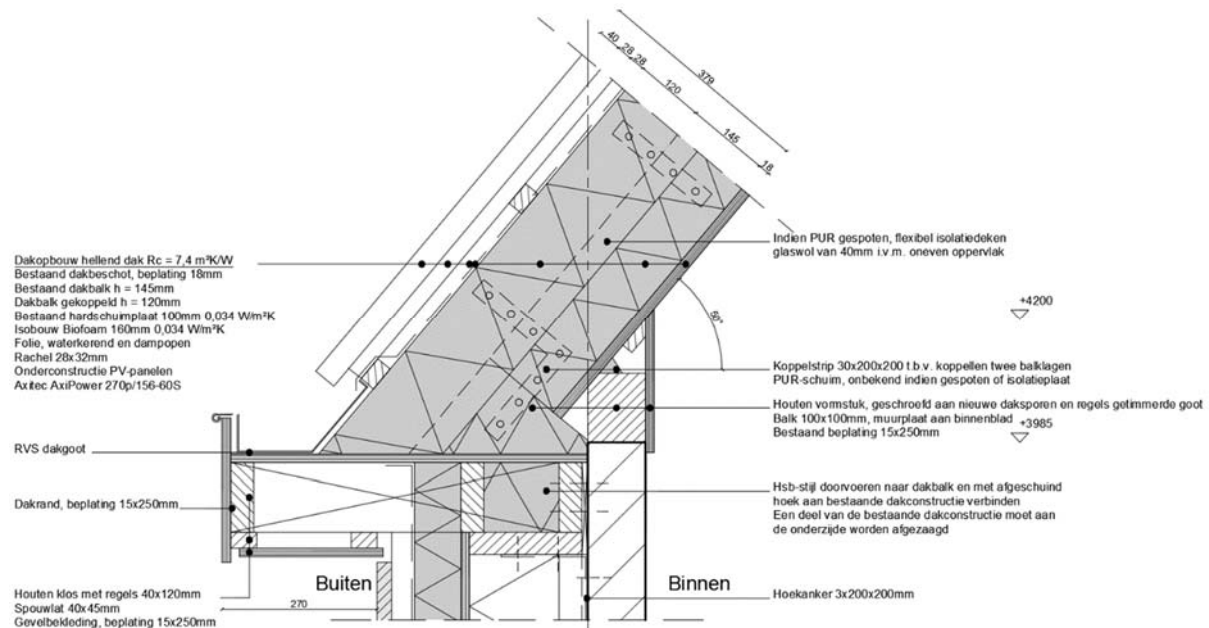
Figuur 8. Fragment detailblad 5, buitenbladrenovatie, inzoomen op funderingsprincipe

De houten constructie van de nieuwe gevel, dus de houten stijlen en regels worden geprefabriceerd geleverd. Doordat de nieuwe gevel dikker en mogelijk zwaarder zal worden dan de bestaande gevel, moet de houten constructie worden gefundeerd om de nieuwe belastingen over te dragen aan de fundering. Om deze nieuwe gevel te funderen wordt er gebruikt gemaakt van twee stelregels. Er wordt een stelruimte van 10 tot 20mm aangebracht tussen de houten stelregels en betonnen fundering. Dit vanwege de mogelijkheid dat de funderingsbalk niet egaal is afgewerkt en bijvoorbeeld kiezels uitsteken of verwijderd metselwerkspacie voor een diffuus oppervlak zorgt. Deze mogelijkheid wordt in de gehele buitenbladrenovatie overwogen dus is er waar nodig een stelruimte van 5mm tot 8mm tot 10mm aangenomen. Deze ruimte kan worden gevuld door een oplegvilt, compriband of stelklos.

Deze onderregels van het houtskeletelement zijn, anders dan de rest van de houten stijlen en regels, niet uitgevoerd met vuren hout, maar met plathout. Plathout is hout dat fabrieksmatig wordt verhit waardoor de cellenstructuur van het hout stabiel, gifvrij en waterbestendig wordt. Hierdoor is de fundering van de houten gevel ongevoelig voor vocht dat via de funderingsbalk kan doordringen. Verder is de fundering en begane grondvloer niet aangepast doordat verder isoleren meer werk zal leveren dan dat er energetisch zal worden terugverdiend.

De onderzijde van de biofoamisolatie wordt schuin afgesneden om de overgang van onderlagen te vereenvoudigen voor de waterkerende en dampopen folie. Als hoeken op deze overgangen behouden worden, is er een vergroot risico op scheuren van de folie door wrijving en grondwerking.

Verder wordt er een stootplaat van 12mm dik EcoBoard Standard aan de houten constructie verbonden met schroeven. Dit om de folie en isolatie te beschermen. Aan de bovenzijde van de stootplaat is een aluminium lekdorpel geplaatst om als waterhol voor de overgang te dienen.

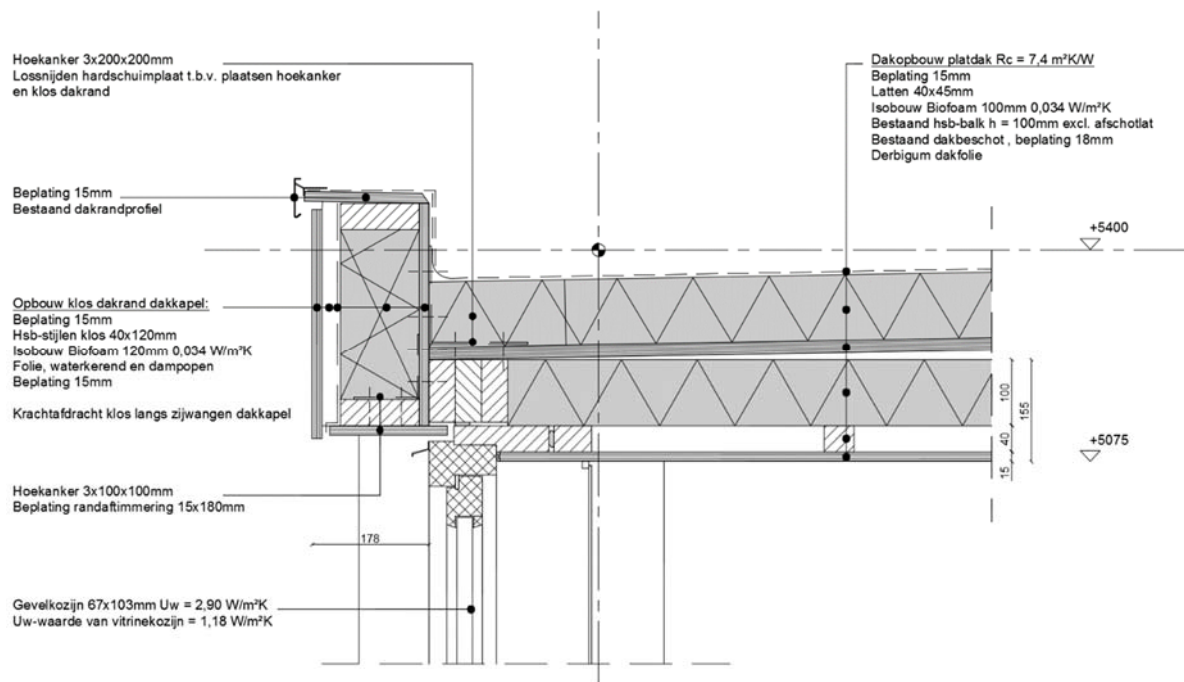


Figuur 6. Fragment detailblad 2, buitenbladrenovatie Achterdonk 60, goot en nieuwe dakconstructie

De bestaande dakconstructie heeft een warmteweerstand lager dan dat er in het Bouwbesluit wordt geëist. Hierdoor moet het dak een hogere warmteweerstand krijgen. Aan de binnenzijde zal niet geïsoleerd worden omdat deze detaillering zich uitsluitend bezig houdt met een renovatie aan de buitenzijde om de bewoners zo min mogelijk overlast te geven.

Er zal een nieuwe sporenlaag op de bestaande sporen worden bevestigd door middel van koppelstrips. Hierdoor krijgen de sporen een hoogte van 245mm in plaatst van 145mm en kan er, door deze resterende ruimte te vullen met biofoam, worden voldaan aan de warmteweerstandeisen van het Bouwbesluit. Indien de bestaande PUR-isolatie is gespoten, moet er een afvlaklaag geplaatst worden om luchtruimtes tussen het biofoam en PUR te voorkomen. Dit kan door een dunne, flexibele glaswolisolatie over het PUR te leggen waarin het biofoam kan worden gedrukt. Het biofoam wordt dan op diens plek gehouden door de rachels over de sporen. Door het biofoam is er geen noodzaak voor een dampremmende folie.

Het hellende dak wordt geheel afgewerkt met zonnepanelen. Dit wordt gedaan in verband met de toekomstige verhoging van de minimale EPC-waarde. In 2016 op wordt een EPC van 0,4 geëist, maar in 2020 wordt energieneutraliteit in nieuwbouw geëist. In deze renovatiecasus wordt hiermee rekening gehouden.



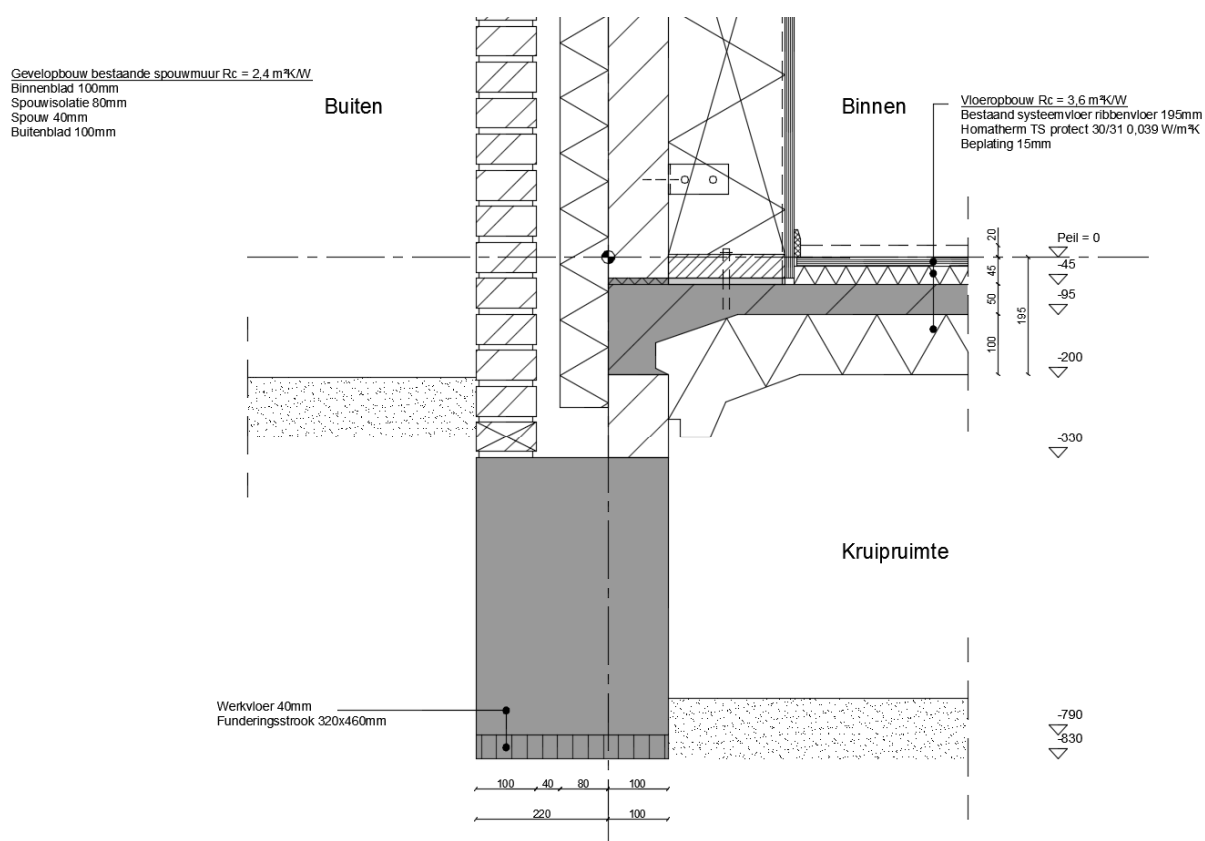
Figuur 7. Fragment detailblad 2, buitenbladrenovatie Achterdonk 60, platdakopbouw en kozijnaansluiting

De bestaande dakconstructie wordt niet vervangen of verwijderd. De bestaande isolatie boven het dakbeschot wordt tevens niet verwijderd. De dakfolie wordt echter wel vervangen in verband met het plaatsen van de nieuwe dakrand. Deze nieuwe dakfolie dient biobased te zijn. Verdere specifieke eigenschappen van deze dakfolies zijn niet relevant voor het detail. De bestaande daktrim wordt hergebruikt.

Tussen de balklagen worden een drietal houten regels gezet. Deze regels moeten de belastingen van de dakbalken, die nu op het kozijn rusten, overdragen aan de zijwanden van de dakkapel. Ook worden deze balken gebruikt om de geïsoleerde dakrand te monteren. Dit door hoekankers te gebruiken. Eén van deze hoekankers is verbonden aan het dakbeschot. Hiervoor moet een stuk van de bestaande dakisolatie worden losgesneden en later teruggeplaatst.

Tussen de bestaande balklagen wordt vormvaste biofoamisolatie gebruikt om de warmteweerstand van dit deze te verhogen van $3,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ naar $7,7 \text{ m}^2\text{K/W}$. De latten in het oude plafond worden vervangen door nieuwe latten waardoor het plafond en de dagkantaftimmering bij de bovendorpel van het kozijn kan worden afgewerkt.

3. Verantwoording binnenbladrenovatie



Figuur 8. Fragment detailblad 3, binnenbladrenovatie Achterdonk 60, fundering en begane grondvloer

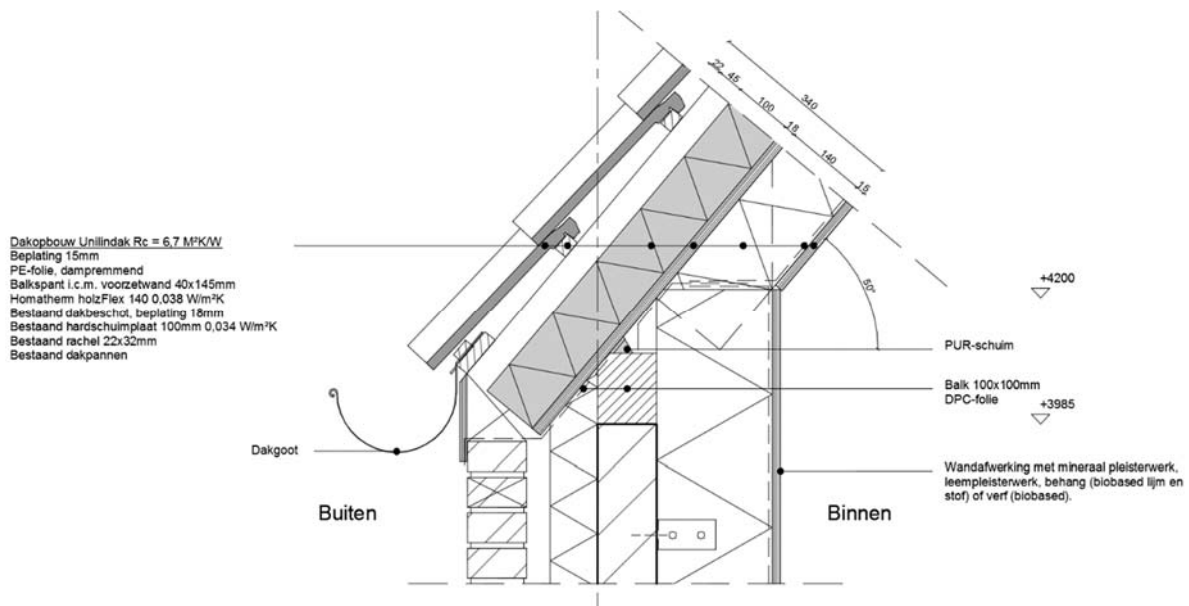
Bij de binnenbladrenovatie zal de bestaande spouwmuur en fundering niet worden aangepast. Dit voor de situatie waarbij gewerkt wordt met monumenten of esthetisch hoogwaardige gevels.

Voordat de voorzetwanden voor het verhogen van de warmteweerstand van gevel worden geplaatst, wordt de bestaande afwerkvloer (vermoedelijk zandcement) verwijderd. Dit zodat de warmteweerstand van de vloeren kan worden verhoogd. Door de ongeïsoleerde fundering en steen-op-steen opbouw naar de begane grondvloer, wordt een koudebrug gecreëerd. Door de afwerkvloer te vervangen met drukvaste houtvezelplaten van 30mm dik en een EcoBoard Standard beplating van 15mm dik, zal er minder warmte via de begane grondvloer verloren gaan. Als de ondergrond na het verwijderen van de zandcementvloer zeer ongelijkmatig is, kan er ook een houten regelwerk worden geplaatst met flexibele isolatie ertussen als alternatief op de harde houtvezelplaten.

De vloerbeplating wordt een halve tot één centimeter van de voorzetwand af gehouden in verband met geluidsoverdracht. Zo wordt een zwevende dekvloerprincipe toegepast. Er blijft nog 20mm hoogte over boven op de vloer voor elke vloerafwerking die de ontwerper, aannemer of bewoner wenst zonder dat hier problemen met buitendeurdorpels ontstaan.

De voorzetwanden worden vergelijkbaar met de buitenbladrenovatie met een oplegvilt, boutverbinding en stelregel aan het casco verbonden. Alleen is de verbinding bij deze renovatie met de begane grondvloer in plaats van de funderingsbalk. De voorzetwanden zijn in het werk geplaatst met stelruimte bij de stelregel in verband met een mogelijk ongelijk vloeroppervlak. Dit omdat verdiepingshoge geprefabriceerde houten elementen niet door de woningtoegangsdeuren passen. Deze hebben een doorgang van maximaal twee meter hoog en elke verdieping is een halve meter hoger. De houten stijlen worden verbonden aan het kalkzandstenen binnenblad door middel van

hoekankers. De binnenzijde is reeds egaal afgewerkt, dus wordt het niet nodig geacht om een hechtmiddel of stelruimte te gebruiken voor het plaatsen van de voorzetwand. De voorzetwand wordt afgewerkt met een EcoBoard Standard-beplating en een dampremmende folie.

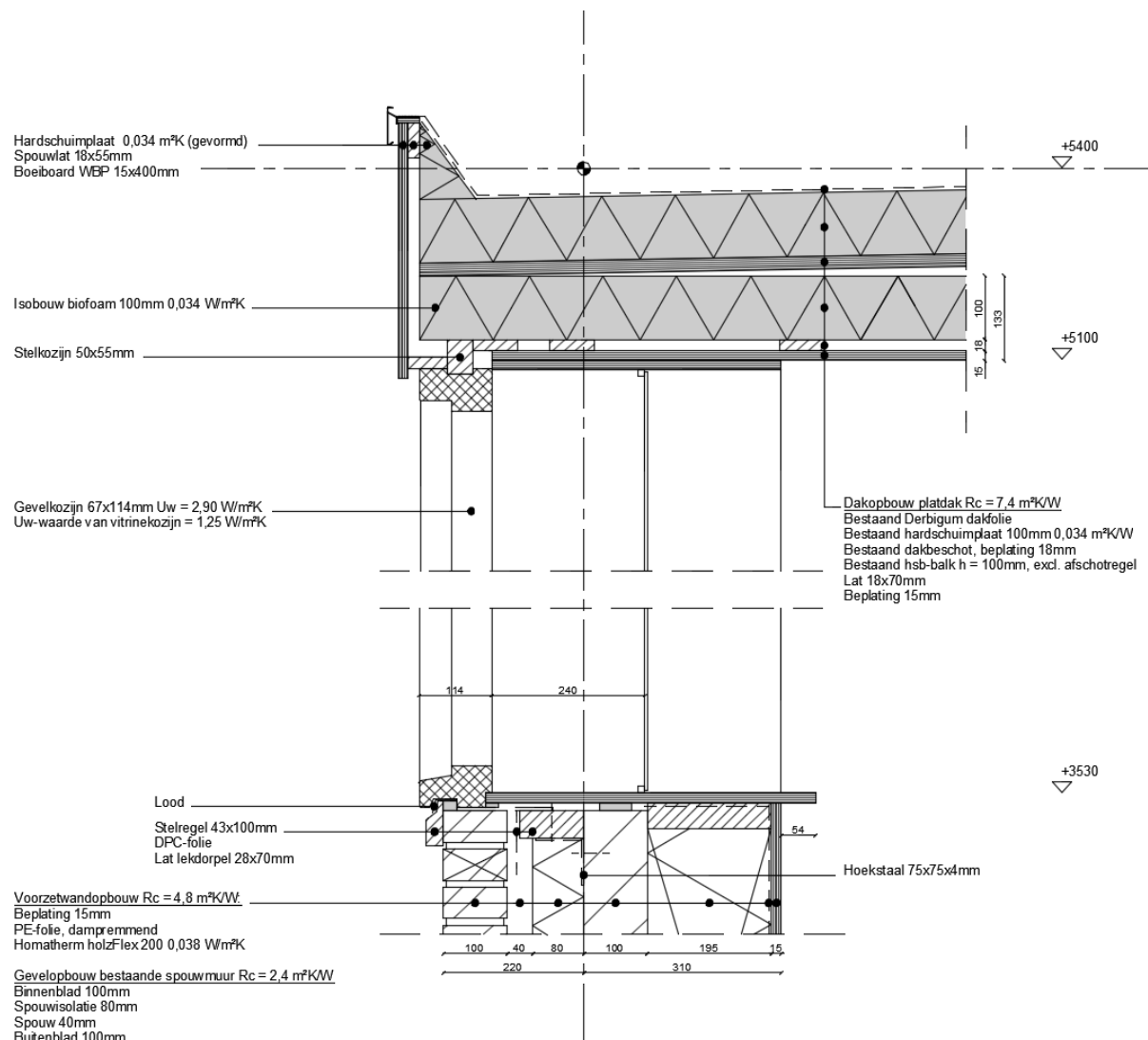


Figuur 9. Fragment detailblad 3, binnenbladrenovatie Achterdonk 60, dakconstructie

Bij deze renovatie wordt de bestaande constructie van het hellend dak niet aangepast in verband met een potentieel monumentale gevel. Er worden dus ook geen zonnepanelen geplaatst zoals deze zijn geplaatst bij de buitenbladrenovatie. Dit verstoort het gevelbeeld.

Voor het hoogwaardig isoleren van het dak zullen de houten stijlen van de voorzetwand doorlopen tot aan het bestaande dakbeschot. Door middel van koppelverbindingen met de houten stijlen wordt een nieuwe laag sporen onder het bestaande dakbeschot geplaatst. De nieuwe sporen dragen hun krachten af aan de voorzetwanden en de verdiepingsvloer. Tussen de balken wordt geïsoleerd met houtvezelisolatie van 140mm dik. Er is overwogen om biofoam toe te passen om een dampremmende folie te voorkomen. Echter dit product moet eerst door de technosfeer om als compost te dienen, anders dan houtvezelisolatie. Hierdoor is besloten om de houtvezelisolatie van de voorzetwanden door te zetten langs het dakbeschot.

Het is belangrijk dat de dampremmende folies van de voorzetwand en de nieuwe dakbalken elkaar overlappen bij de overgang van isolatie. Dit doordat de hoekverbinding van de nieuwe dakconstructie gevoelig is voor damptransport.

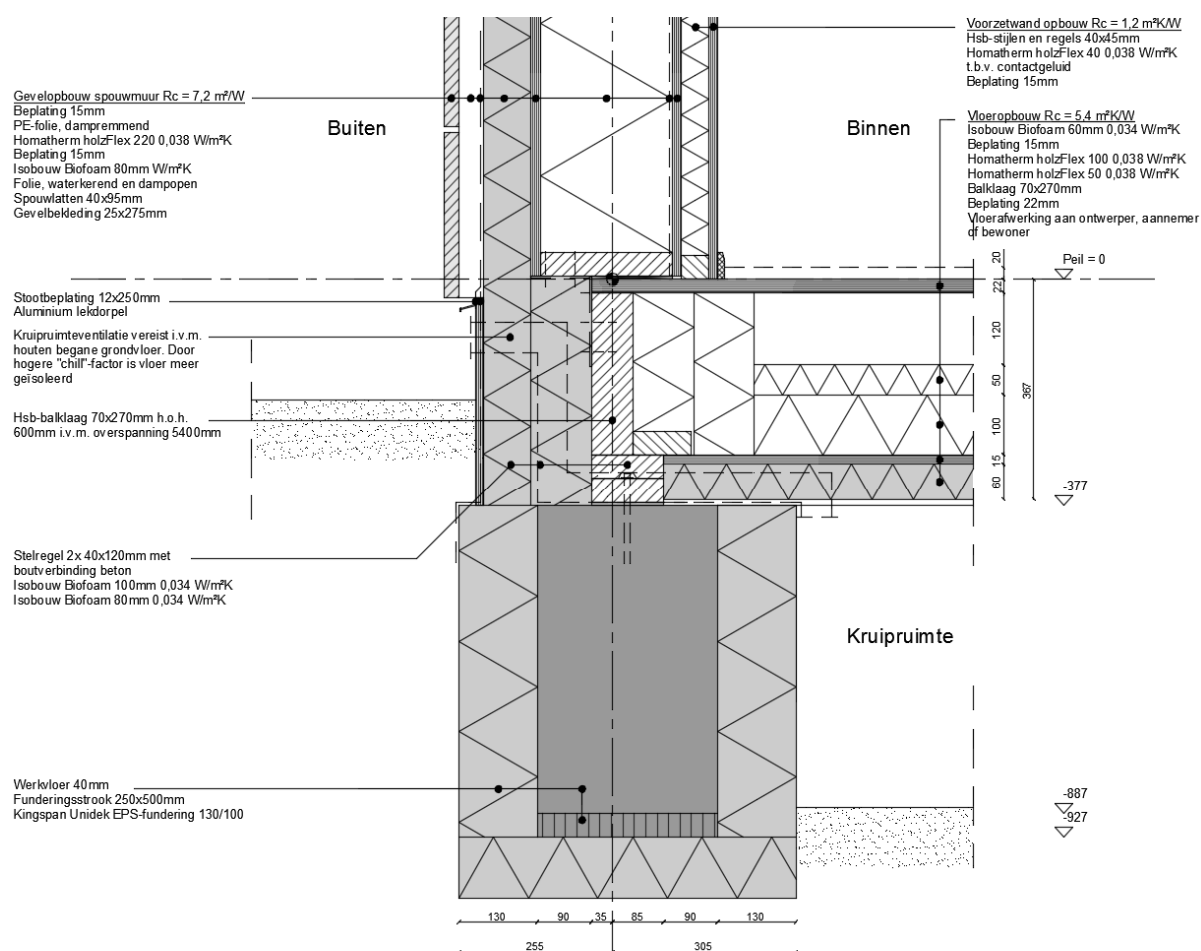


Figuur 10. Fragment detailblad 3, binnenbladrenovatie Achterdonk 60, platdakconstructie en kozijnaansluiting

Buiten het plaatsen van een voorzetwand zal dit detail niet aanzienlijk verschillen met de bestaande situatie. De bestaande dakopbouw is behouden met diens isolatie en dakrandafwerking. Ook de mogelijk bitumineuze en dampremmende dakfolie wordt niet vervangen, zolang er geen scheuren in de folie zitten. In geval van scheurvorming wordt de bestaande dakfolie vervangen met EPDM een plantaardig alternatief.

Tussen de balklagen zal geïsoleerd worden met vormvaste biofoamisolatie. Om bij deze balklagen te komen wordt geprobeerd om de bestaande gipskartonplaten te behouden. Indien dit niet lukt wordt er een geheel nieuwe EcoBoard Standard-plaat van 15 mm dik gebruikt. Ook worden de bestaande latten gebruikt om het biofoam op zijn plek tussen de dakbalken te houden. Luchtdichtheid is nog wel een zorg ter plaatse van de bovendorpel.

4. Verantwoording vervangende nieuwbouw



Figuur 11. Fragment detailblad 4, nieuwbouw Achterdonk 60, fundering en begane grondvloer

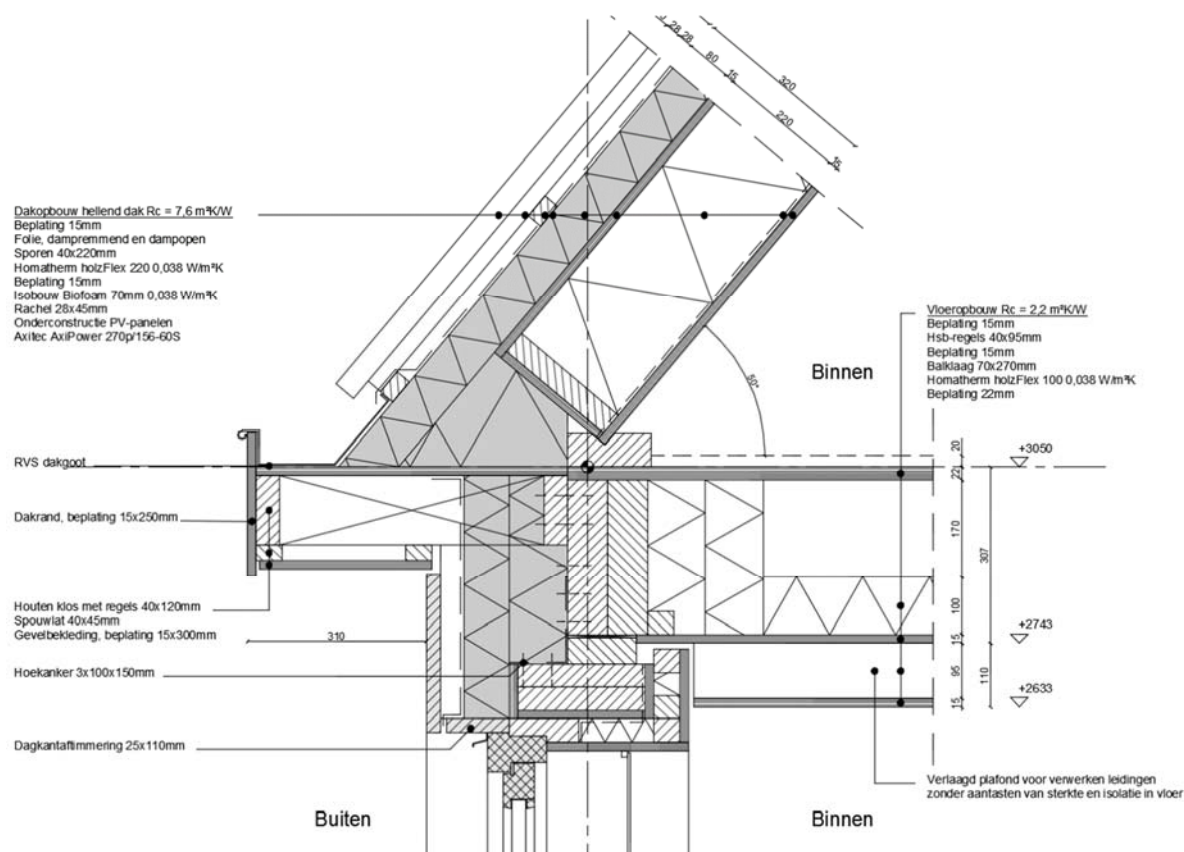
In deze nieuwbouwsituatie wordt er van uitgegaan dat niets van Achterdonk 60 is overgebleven na de sloop en er wordt geen rekening gehouden met mogelijk te hergebruiken producten van de bestaande situatie op de kozijnen na. De funderingsbalk wordt in gegoten beton uitgevoerd zoals een fundering over het algemeen wordt toegepast in Nederland. Superuse Studio's en SUS-Ateliers hebben funderingsconcepten waarbij de bovenstaande fundering niet toegepast hoeft te worden. Echter voor het visualiseren van de bouwmethode wordt de fundering traditioneel gehouden met een verloren EPS-bekisting.

De gehele nieuwe woning wordt door middel van houtskeletbouw gebouwd in verband met een lagere milieu impact van houtachtige materialen in vergelijking met andere steenachtige materialen. De gevels bestaan uit geprefabriceerde houtskeletelementen die dragend zijn uitgevoerd. De woningscheidende wanden zijn ook dragend. De vloeren bestaan uit balklagen met kopmaten van 70mm bij 270mm. Deze afmeting is berekend aan de hand van een beukmaat van de woning van 5400mm of 5700mm⁵. De gevels, vloeren en wanden zorgen samen voor een stabiel casco. Er worden geen houten kanaalplaten toegepast doordat deze minder eenvoudig kunnen worden hergebruikt dan houten balklagen. Tevens zijn er structurele zorgen door bijvoorbeeld het verwerken van leidingen en ventilatiekanalen in deze kanaalplaten.

⁵ Jellema (november 2004). "Jellema 3 Draagstructuur". Geraadpleegd december 2016.

Doordat er een kruipruimte met een houten vloer is toegepast is het noodzakelijk dat deze ruimte wordt geventileerd. Om deze toe te passen dient er plaatselijk tussen de stelregels, op de fundering, ruimte opgehouden te worden zodat de ventilatiekokers kunnen worden geplaatst. Deze extra ventilatie verlaagt de isolatiewaarde van de vloer dus is deze hoogwaardiger geïsoleerd om hiervoor te compenseren. Tussen de balken van de begane grondvloer worden twee lagen houtvezelisolatie gebruikt. Eén laag van 100mm dik en één laag van 50mm dik. De tweede isolatielaag is ook in de voorzetwand of leidingspouw toegepast.

De dragende houten gevelelementen zijn geprefabriceerd. In dit element zijn houten stijlen van 40mm bij 220mm van geschaafd vuren hout gebruikt met EcoBoard Standard-beplating van 15mm aan weerszijden. EcoBoard heeft een lagere interne binding door de afwezigheid van chemische lijmen, dus is de beplating dikker genomen dan bij multiplex zou zijn gebruikt. Er wordt houtvezelisolatie gebruikt voor het vullen van het element. Tegen de prefab-wand is een voorzetwand of leidingspouw geplaatst zodat de isolerende elementen vrij blijven van waterleidingen en elektriciteitskabels. Tevens is het eenvoudiger voor de bouwers en bewoners om bijvoorbeeld stopcontacten te verleggen doordat er geen zorgen zijn over de constructiesterkte van de isolerende gevel. De leidingspouw wordt geïsoleerd met 50mm houtvezelisolatie om hol contactgeluid te voorkomen.

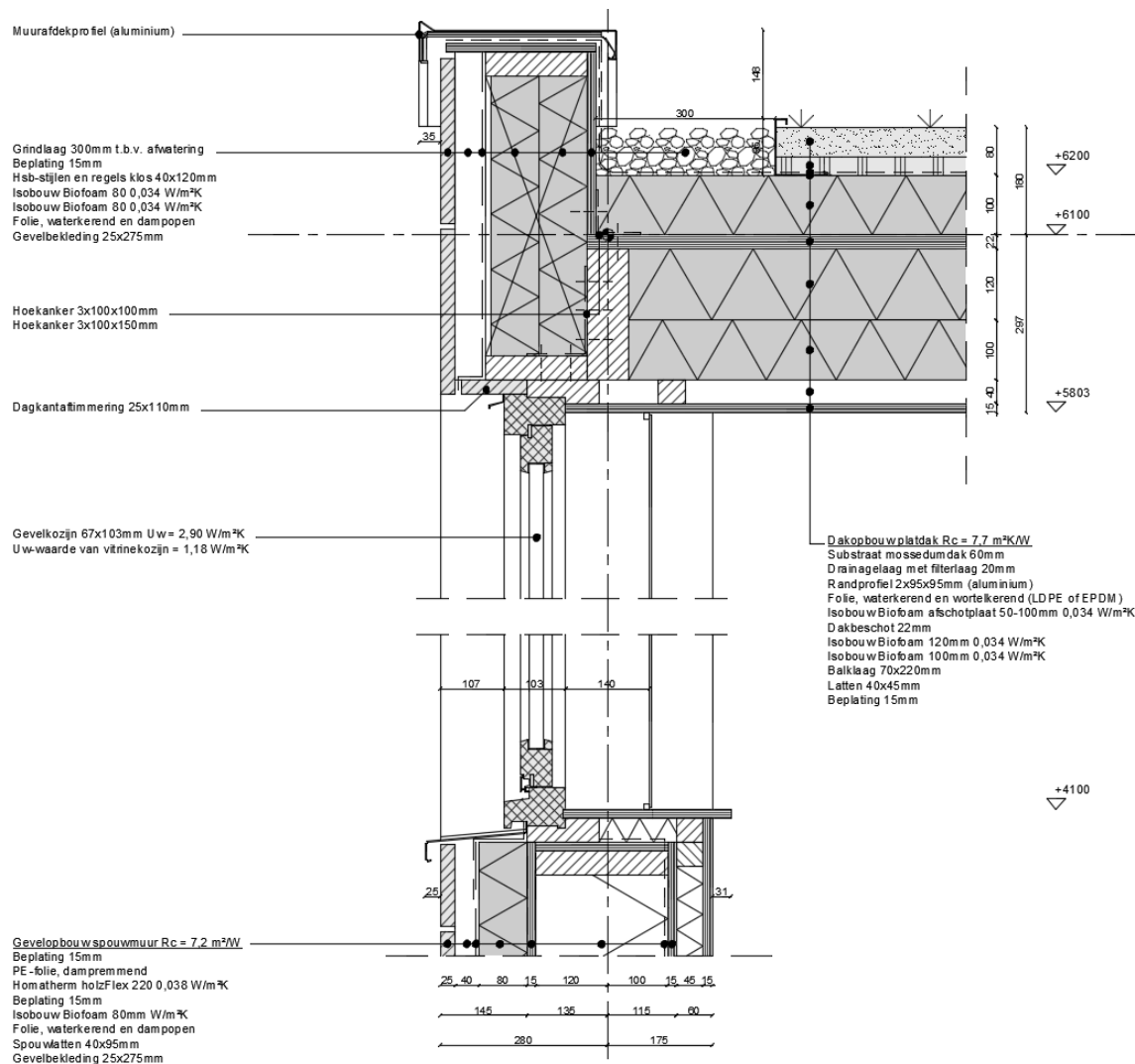


Figuur 12. Fragment detailblad 4, nieuwbouw Achterdonk 60, hellend dak en getimmerde dakgoot

Het dak wordt geprefabriceerd met houten stijlen van 40mm bij 220mm. De beplating aan weerszijden is 15mm dik EcoBoard Standard in verband met een lagere interne binding. Het dak is ontworpen als scharnierkap of een tweedelig geprefabriceerde kap. Beiden alternatieven rusten op een onderregel van 145mm bij 58mm met een inkeping. Verder is een dragend knieschot toegepast met een hoogte van 900mm tot 1000mm. Dit knieschot is niet getekend doordat deze niet op het detailblad past, dus wordt deze enkel beschreven.

Er is voor een randbalk met een inkeping gekozen omdat een randbalkuitvoering met knieschotankers een arm geeft voor momentkrachten die in de balklaag moet worden opgevangen. Door een randbalk met inkeping toe te passen wordt de arm van het mogelijk moment verkleind en kan de kracht worden opgevangen door de dubbele vloerbalk.

Het dak is op dezelfde wijze afgewerkt met biofoam en zonnepanelen als bij de buitenbladrenovatie. Ook de getimmerde dakgoot wordt hier herhaald. In dit detail is er tussen de biofoamisolatie sporen toegevoegd van 40mm bij 70mm. Hierop worden de rachels bevestigd. Het PV-dak wordt met diens onderconstructie op de rachels van 22mm bij 32mm gemonteerd. De dakgoot is getimmerd uitgevoerd.



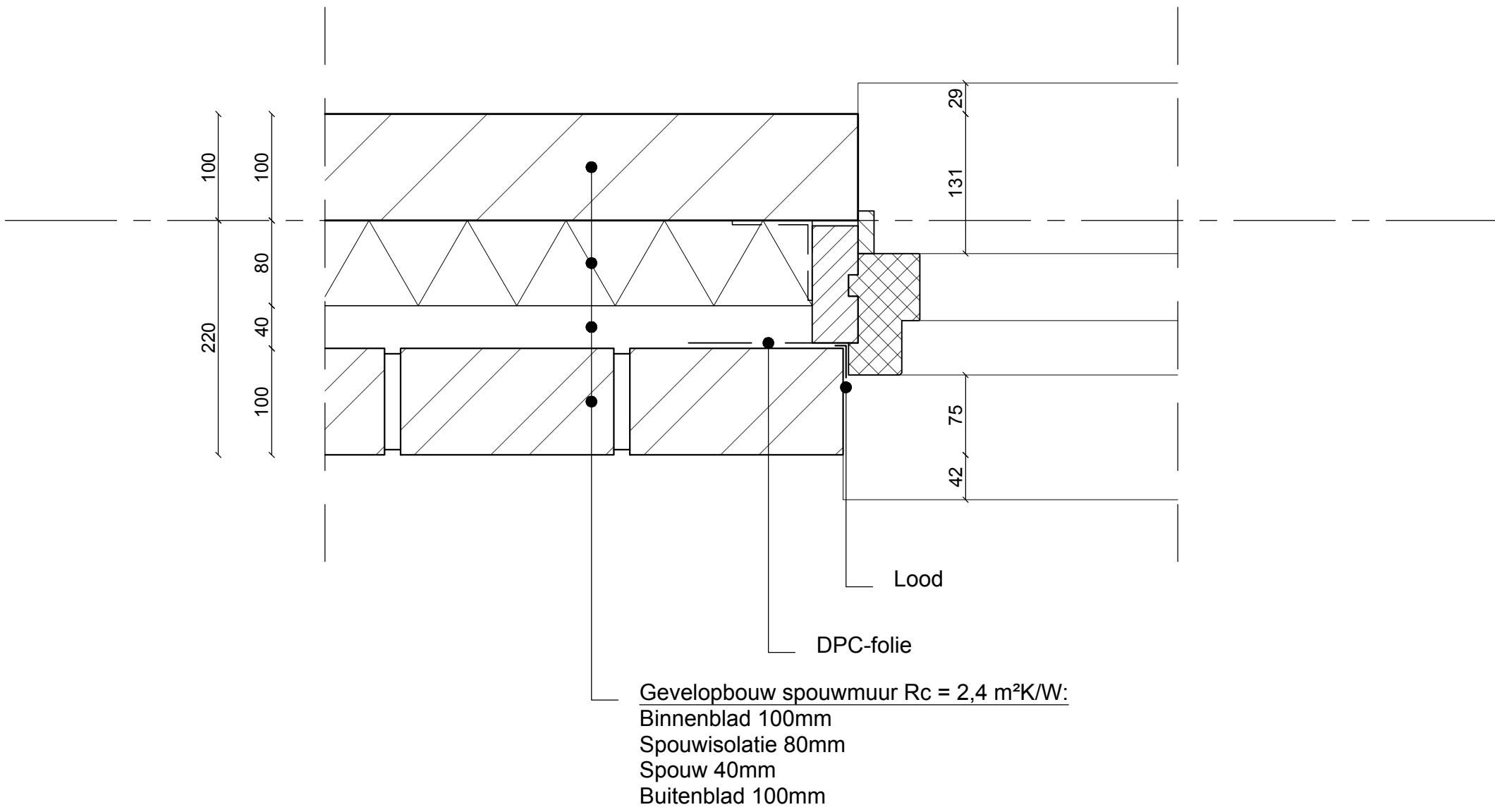
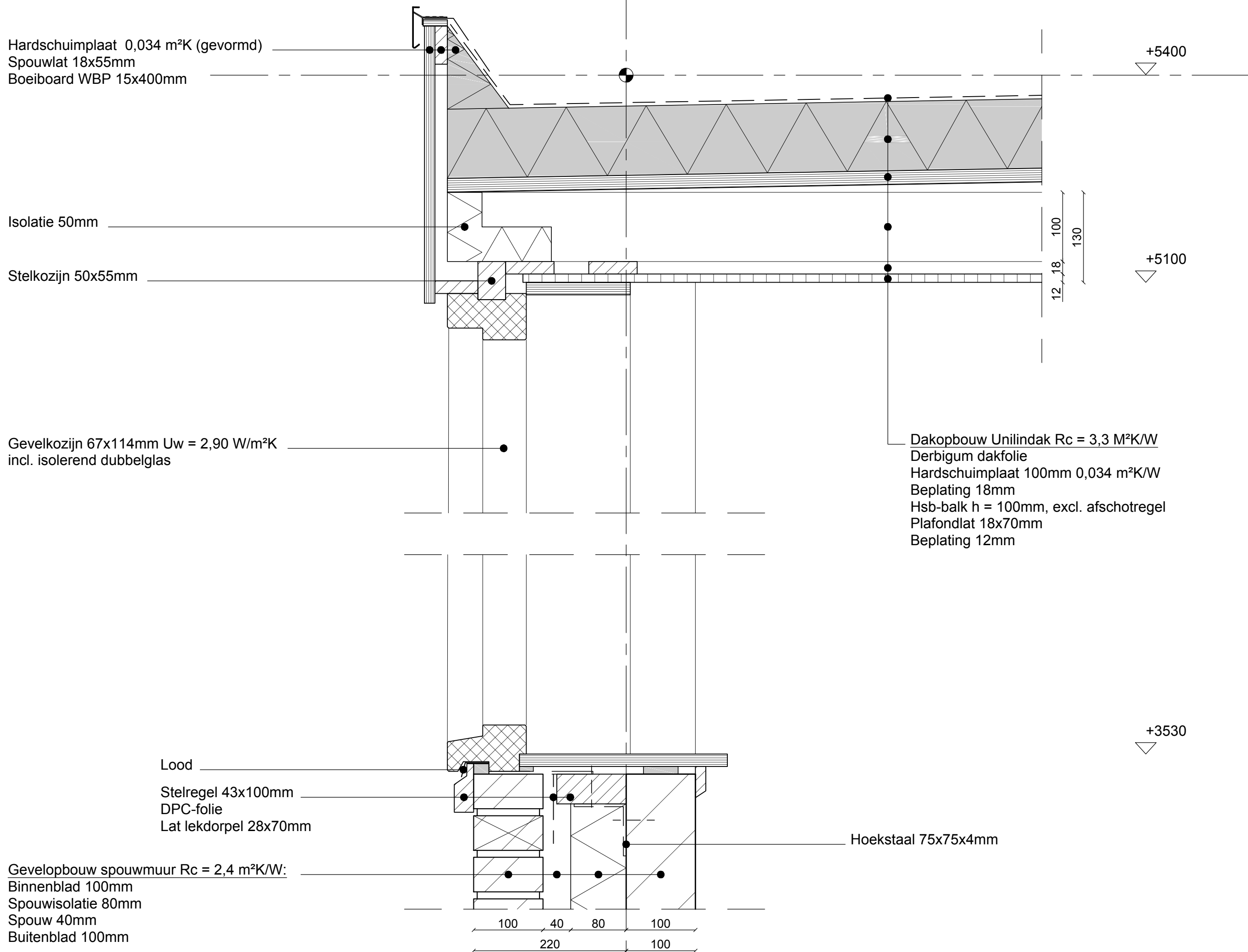
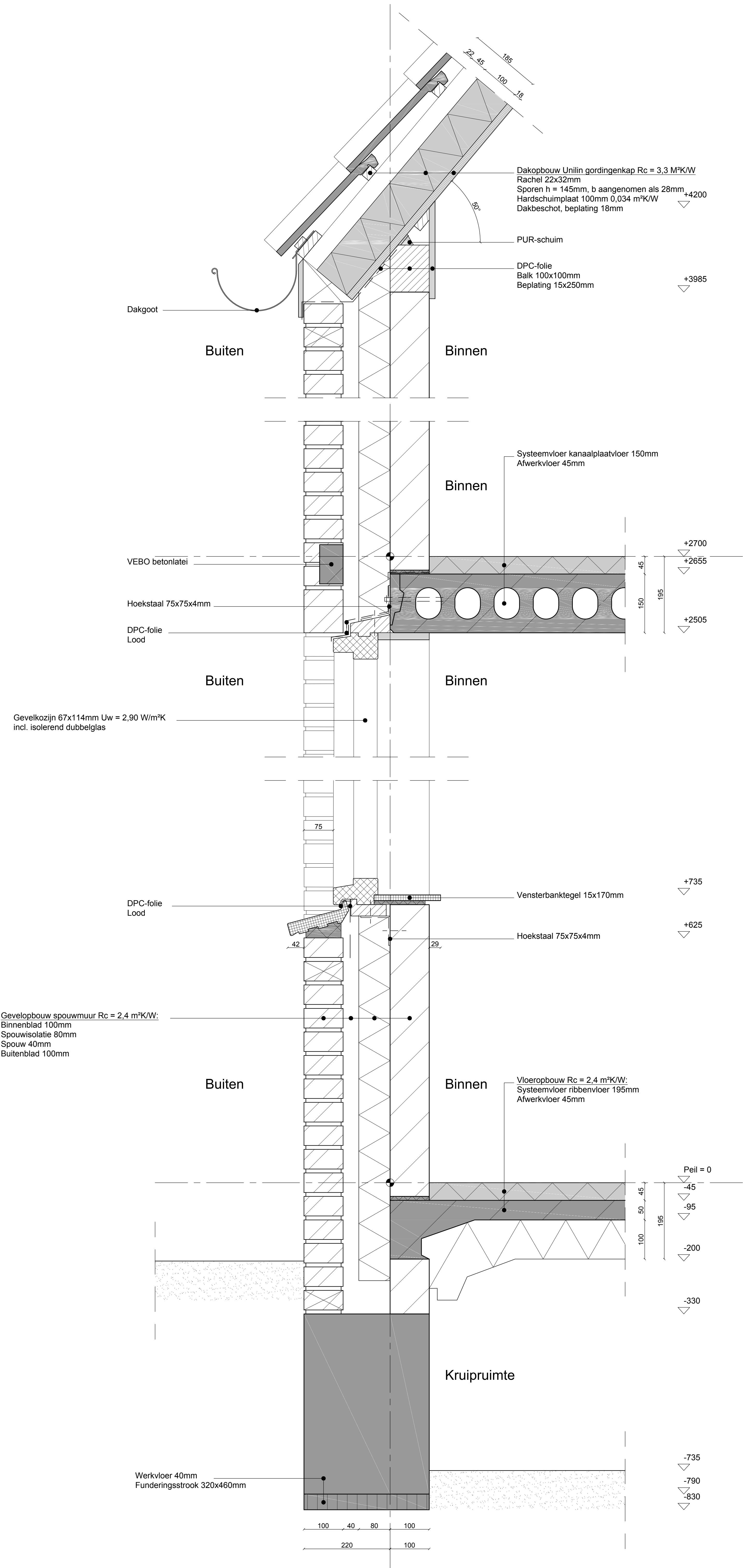
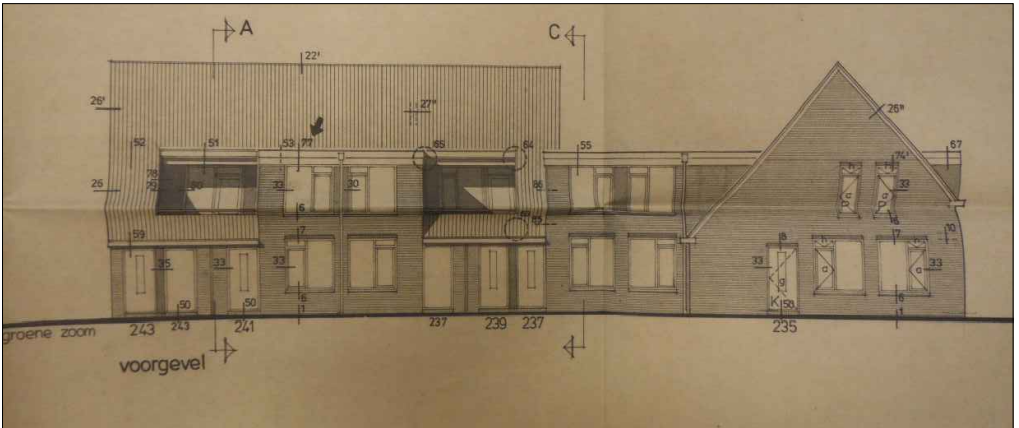
Figuur 13. Fragment detailblad 4, nieuwbouw Achterdonk 60, platdakopbouw en kozijnaansluiting

De opbouw van het platdak is vergelijkbaar met de bestaande situatie met als uitzondering dat er een randbalk is geplaatst waardoor de krachten aan de dakrand gedeeltelijk worden afgedragen via de zijwanden van het dakkapel. Dit ook om de hergebruikte kozijnen te ontlasten. De balklagen hebben een kopmaat van minimaal 40mm bij 220mm en het afschot van het platte dak wordt gerealiseerd door de biofoamisolatie bovenop het dakbeschot. Tussen de balklagen is tweemaal biofoamisolatie van totaal 220mm dik geplaatst.

Het dak wordt afgewerkt met een groendak. Deze specificaties van dit groendak worden niet meegenomen in deze tekeningen. Als dakfolie wordt een waterkerende en wortelwerende folie als EPDM of LDPE gebruikt.

De dakrand wordt opgebouwd uit een geïsoleerde houten klos die met hoekankers in de klos en aan het dakbeschot is verbonden en de houten randbalk. In het algemeen wordt een dergelijke klos op het dakbeschot geplaatst, maar door de dikte van de spouwmuur en constructiemethode zorgt dat voor een aanzienlijk dikke dakrand. Door de hierboven getekende oplossing wordt deze dakrand smaller. De dakrand wordt afgewerkt met doorlopende gevelbekleding en een aluminium muurafdekprofiel. Er wordt geen daktrim gebruikt om de EPDM- of LDPE-folie zo veel mogelijk te beschermen tegen UV-straling en zo scheurvorming te vermijden.

Bijlage III Bouwkundige detaillering Achterdonk 60



Materiaalaanduidingen



Tekeninginformatie

A. _____

B. _____

C. _____

D. _____

E. _____

F. _____

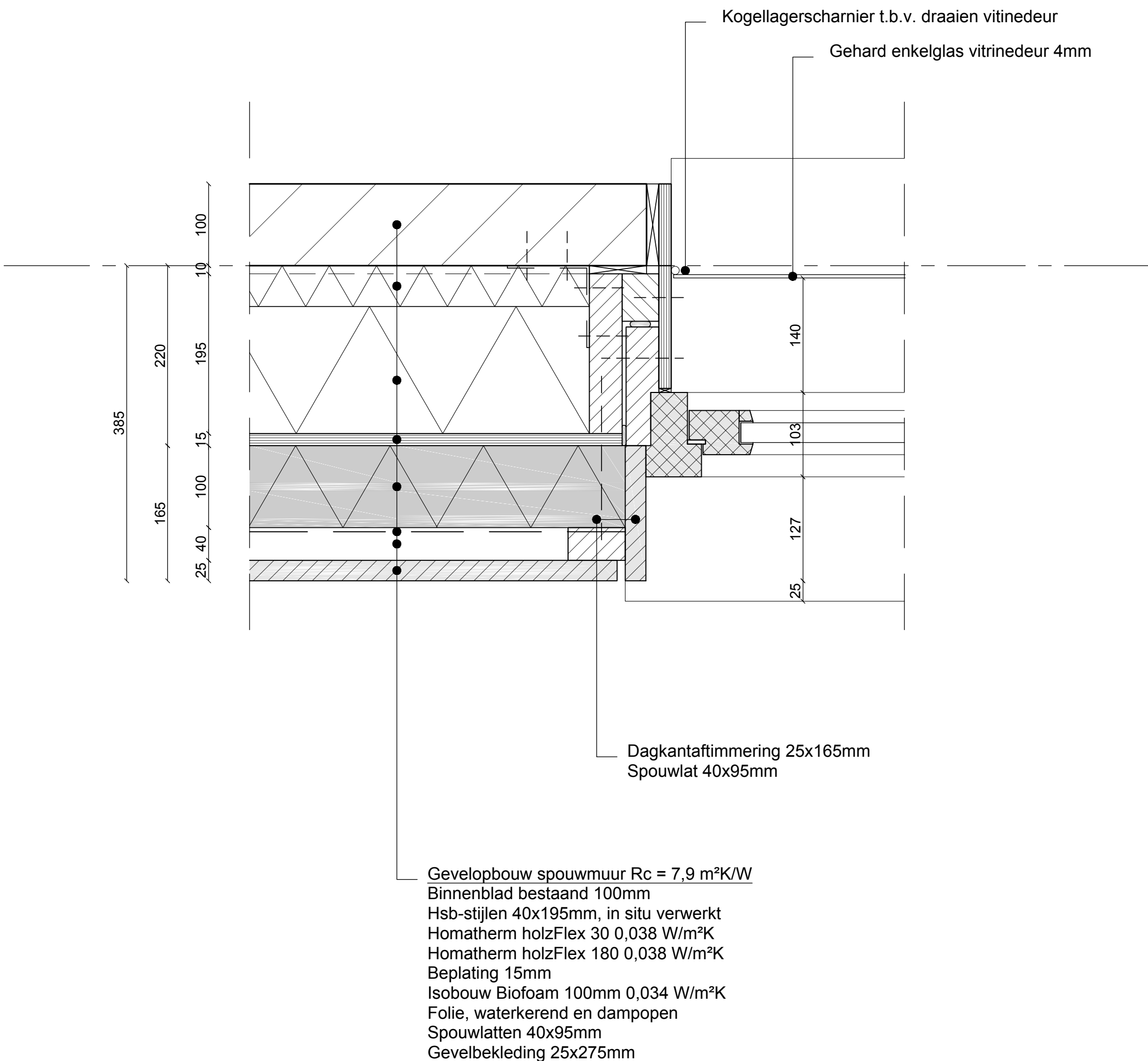
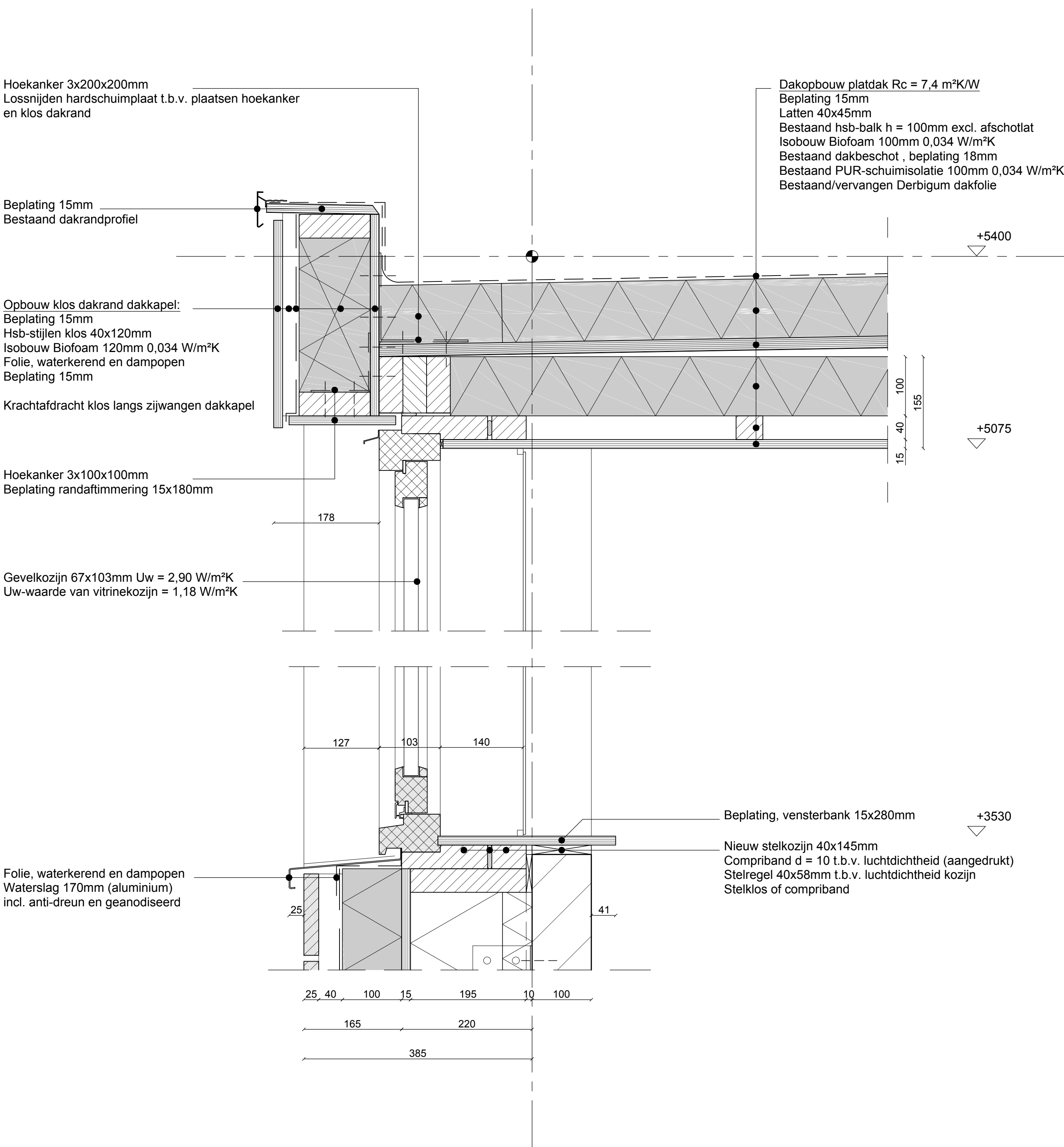
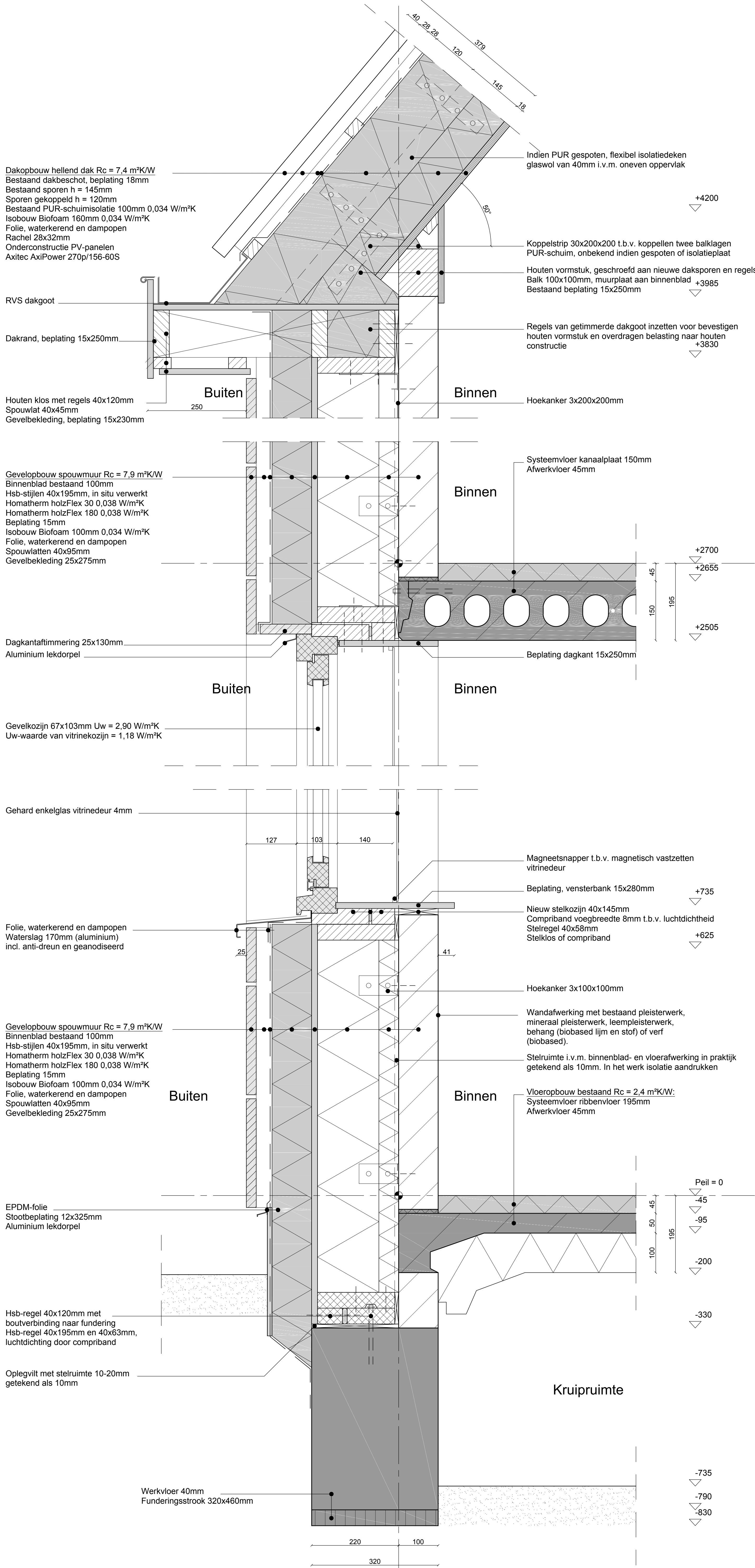
Wijz. datum: 12-12-2016

Definitief ontwerp

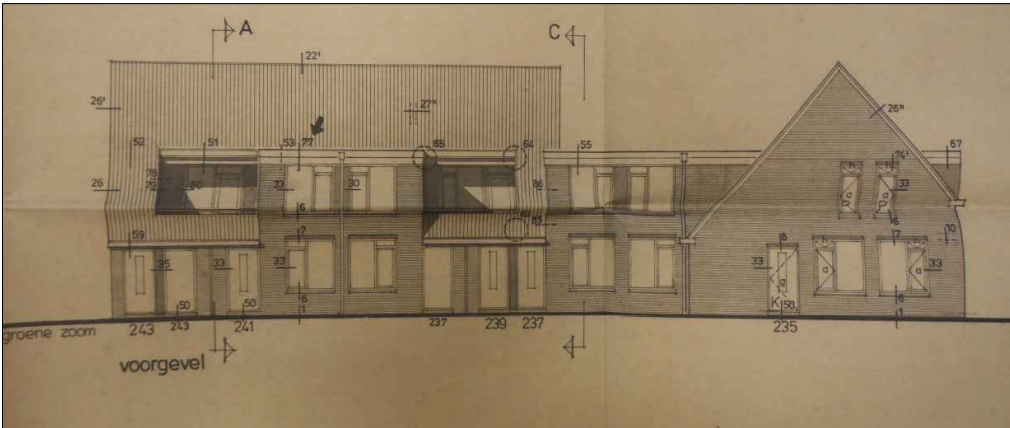
Tekeningstraal 120 3035 Nij Rotterdam Tel: 010-466444 E-mail: _____	Veiliging Rotterdam	Directie 23, Helploot 3035 Nij Rotterdam Tel: 06-31761172 E-mail: a.j.koningsberg@nr.nl	Veiliging Rotterdam
--	------------------------	--	------------------------

Project: Afstudeeronderzoek Vitrinekozijn voor hergebruik Overs: R. Nijderburg 0860775	Omschrijving: Detail 1 Voorgevel en kozijnaansluitingen Achterdonk 60	Datum: 29-11-2016	Schaal: 1:5	Formaat: A0	Tekening: 1
--	--	----------------------	----------------	----------------	----------------

Tekenwerk is niet constructief doorgerekend



RENOVOOI



Verantwoording nieuwe gevel spouwmuur:

De nieuwe gevel zal deels in het werk worden uitgevoerd. Dit doordat een geheel geprefabriceerd houtskeletelement qua krachtverdracht naar de fundering enig constructieve problemen oplevert. Een geheel in het werk uitgevoerde houten gevel heeft een langere bouw-tijd, waardoor de overlast voor bewoners hoger zal worden. Voor de de nieuwe gevel worden het stijl en regelwerk geprefabriceerd geleverd zodat de constructie in een gecontroleerde, droge omgeving (fabriek) in elkaar kan worden gezet.

De nieuwe gevel heeft door deze gedeeltelijke prefabricatie een eenvoudiger overgangsdetail naar de fundering. Door een vilt en een houten regel met een boutverbinding naar de fundering, kan de nieuwe gevel met een compriband eenvoudig en kierdicht worden geplaatst.

De gevel wordt afgewerkt met een houten delen van western red cedar. Dit zodat de "planken" na diens gebruiksduur eenvoudig tot andere producten kunnen worden verwerkt. De planken zijn aan de spouwlaten verbonden en deze zijn met lange schroeven door de vormvaste isolatie met de houten stijlen verbonden. Er dient door een bouwtechnisch of constructief expert doorgerekend te worden hoeveel schroeven per strekkende meter vereist zijn.

Verantwoording hellen dak:

De dakpannen van het hellend dak worden naar recyclingbedrijven verzonden en vervangen door zonnepanelen. Dit met oog op een EPC van 0,2 of 0,0. De warmteweerstand van het dak voldoet niet aan het Bouwbesluit 2015. Hierdoor wordt er op de bestaande dakbalk een extra dakbalk bevestigd. Spatkrachten en momenten worden opgevangen door een houten vormstuk en doorgevoerd via de gevel naar de fundering. Tussen de nieuwe balken komt isolatie.

Verantwoording platdak:

Voor het platte dak wordt de huidige dakopbouw behouden. Echter wordt er tussen de balklaag geïsoleerd met waterbestendig materiaal. Er worden nieuwe latten gebruikt voor de platfondplaten om zo het stekkozijn niet in het zicht te laten.

Ter plaatse van de bestaande dakrand worden enkele houten balken geplaatst om zo een geïsoleerde klos te kunnen dragen. Deze klos wordt voornamelijk gebruikt als dakrand. Er wordt dakisolatie los gesneden zodat er een hoekanker voor de klos kan worden geplaatst.

Materiaalaanduidingen

	Beton, in situ		Hardschuimisolatie
	Beton, prefab		Houtvezelisolatie
	Zandcement		Stekklos, oplegvlit of compriband
	Metselwerk, kalkzandsteen		
	Multiplex/triplex (bestaand)		
	EcoBoard Standard		
	Hout, plathout		
	Hout, hergebruik meranti		
	Hout, vuren		

Tekeninginformatie

A. Alle steurruimtes en steklosses te dichten met voegbreedte 5/8/10mm
B. Boutverbinding met fundering door constructeur berekenen
C. Indien nieuw stekkozijn, dan stijlen frezen tot montagekozijn
D.
E.
F.
Wijz. datum: 12-12-2016

Definitief ontwerp

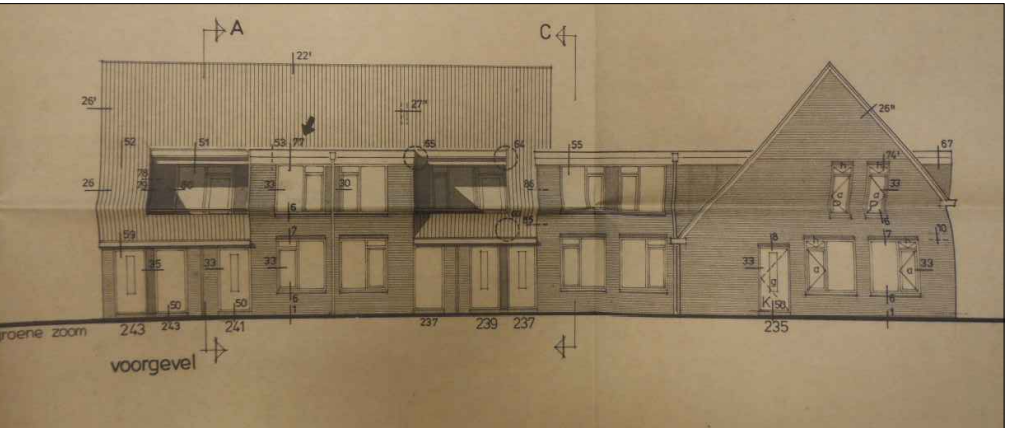
Tekeningstraal 120 3035 Nij Rotterdam Tel: 010-466444 E-mail: a.j.koningsberg@nr.nl	Verkeering Rotterdam	Directieweg 23, Helgoland 3089 AS Rotterdam Tel: 06-31766172 E-mail: a.j.koningsberg@nr.nl	Verkeering Rotterdam
--	-------------------------	---	-------------------------

Project:
Afstudeeronderzoek Vitrinekozijn voor hergebruik
Overschrijving:
Detail 2 Voorgevel en kozijnaansluitingen buitenbladenovatie Achterdonk 60

Datum: 29-11-2016	Schaal: 1:5	Formaat: A0	Tekening: 2
----------------------	----------------	----------------	----------------

Tekenwerk is niet constructief doorgerekend

RENNOOI



Verantwoording voorzetwand:

De voorzetwand zal in het werk worden uitgevoerd doordat er geen verdiepingshoge geprefabriceerde wanden door de bestaande spouwmuursparingen passen. De houten regels zijn door middel van bouten met een oplegvlit (i.v.m. een oneffen oppervlak) aan de bestaande betonnen ribbenvloer bevestigd. De houten stijlen worden door middel van hoekankers aan het binnenblad bevestigd.

Als dampremmende laag is PE-folie gebruikt i.v.m. het slank houden van de spouwmuur en de materiaalvoorkuur van de opdrachtgevers. Biobased producten, Cradle to Cradle en terugvoer in de biosfeer wordt hier als beweegredenen voor materialisering gebruikt. Als alternatief op de folie kan ook 120mm leempleisterwerk/blokken of 195mm biofoam (bio-EPS) worden toegepast.

Verantwoording begane grondvloer:

Aan de bestaande ribbenvloer worden geen aanpassingen gedaan en dit geldt eveneens voor de kruipruimte. Voor het aanpassen van deze twee bouwelementen zijn graafwerkzaamheden nodig. Dit zijn werkzaamheden die niet essentieel voor een binnenbladrenovatie.

De afwerkvloer van zandcement wordt echter verwijderd om een houten dekplaat te leggen. Dit met drukvaste houtvezelplaten van Homatherm. Zo wordt de totale warmteverstand van de begane grondvloer dicht bij de Bouwbesluiten gebracht.

Verantwoording hellend dak:

Het hellend dak wordt boven het dakbeschot niet aangepast om het gevelbeeld te behouden. Dit kan voorkomen bij bijvoorbeeld een monumentale renovatie. Echter onder/achter het dakbeschot wordt er allereerst een voorzetwand geplaatst. Deze voorzetwand wordt met diens stijlen met een nieuwe sporen onder het dakbeschot verbonden. Tussen de nieuwe balken wordt geïsoleerd zodat de benodigde warmteverstanden worden behaald.

Let op dat er aan de binnenzijde een dampremmende laag wordt aangebracht i.v.m. condensatie in de constructie.

Verantwoording plat dak:

De dakopbouw boven het dakbeschot wordt behouden, evenals de dakrand. Aan de binnenzijde wordt echter de plafondplaten gedemonteerd voor hergebruik. Er wordt waterbestendige isolatie tussen de balklagen toegevoegd. Aan de onderzijde van deze balken worden nieuwe latten bevestigd om de isolatie te dragen. De oude plafondplaten worden opnieuw bevestigd aan deze latten.

Materiaalaanduidingen

	Beton, in situ		Hardschiumisolatie
	Beton, prefab		Glaswolisolatie
	Metselwerk, baksteen		Gipskarton
	Metselwerk, kalkzandsteen		Stelkies, oplegvlit of compriband
	Multiplex/triplex		
	Ecoboard Standard		
	Hout, meranti		
	Hout, vuren		

Tekeninginformatie

A. Bestaand kozijn toegepast m.t.b. behoud gevelbeeld.

B. _____

C. _____

D. _____

E. _____

F. _____

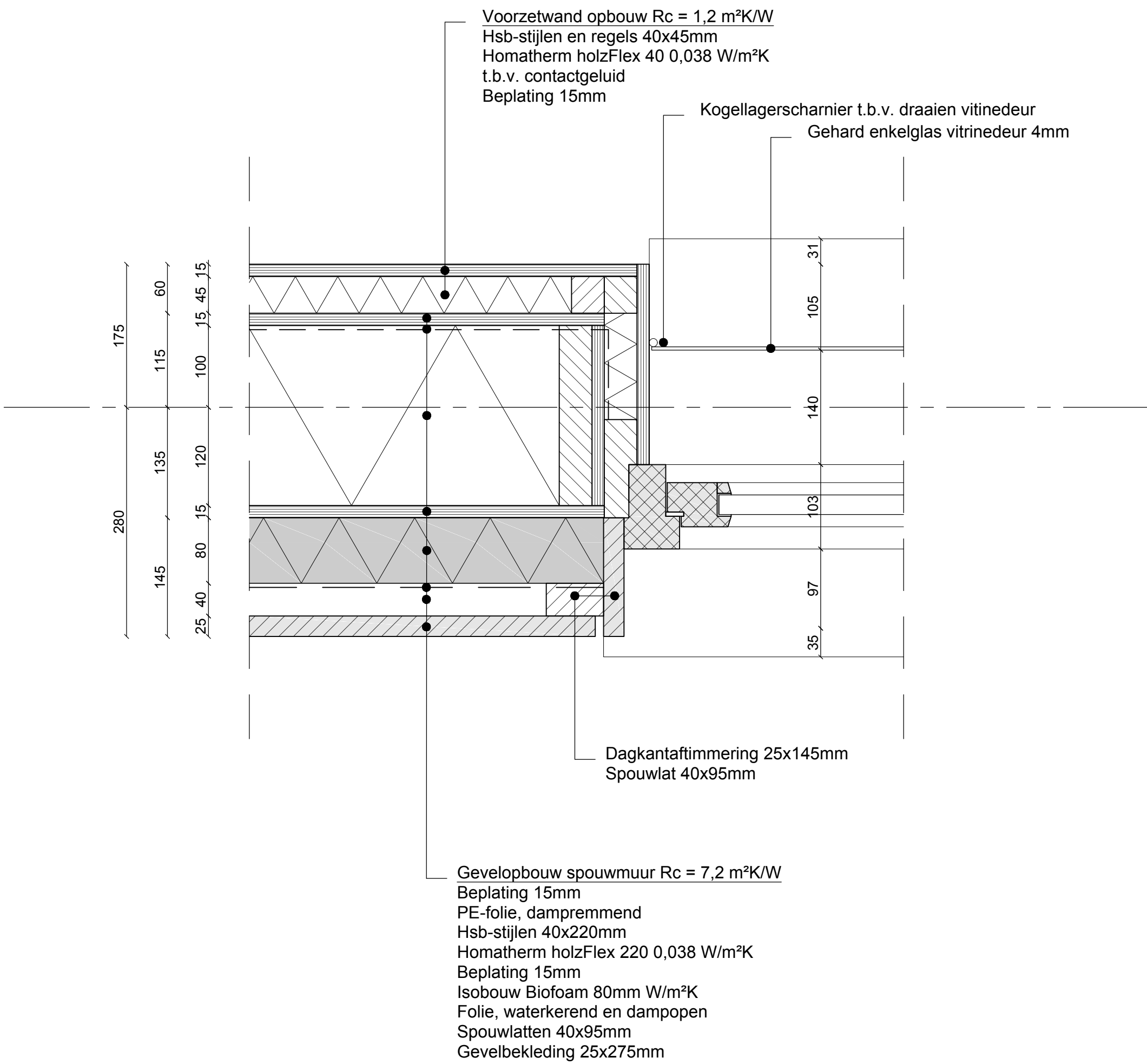
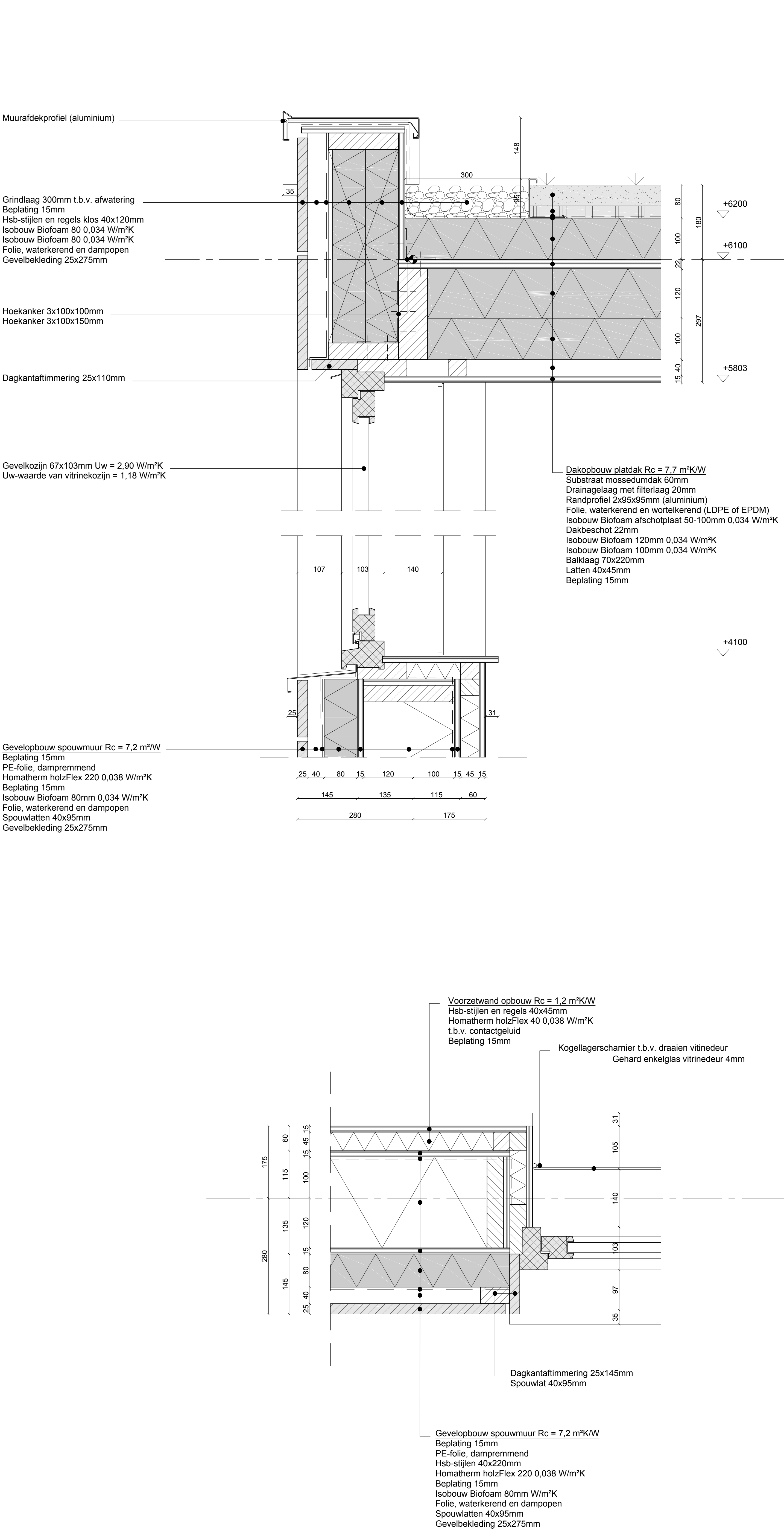
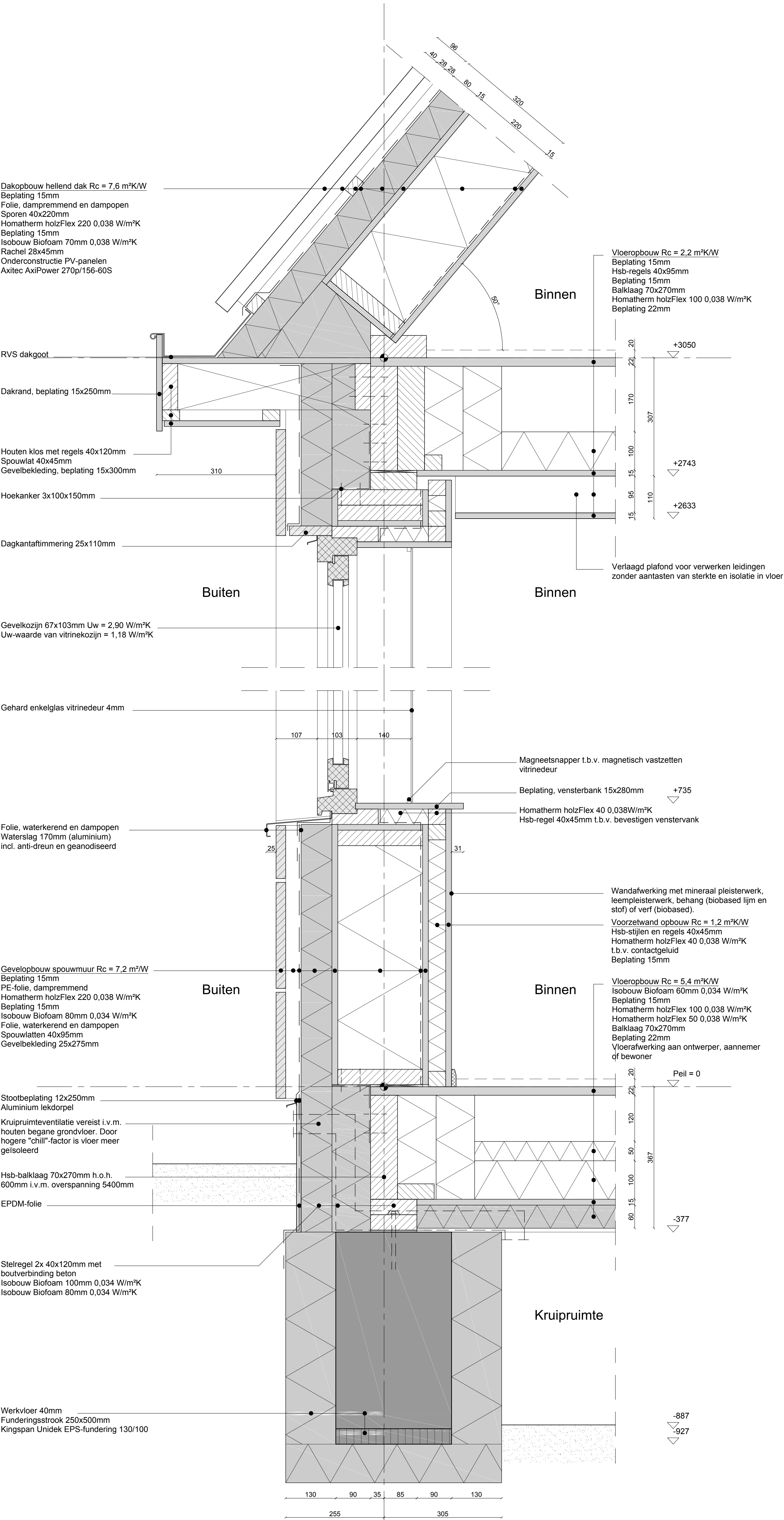
Wijz. datum: 12-12-2016

Definitief ontwerp

Tekeningstraal 120 3035 Nij Rotterdam Tel: 010-466444 E-mail: _____	Veiliging Rotterdam	Directieweg 23, Hoelplaat 3086 JH Rotterdam Tel: 06-31786172 E-mail: a.j.koningsberg@nr.nl	Veiliging Rotterdam
--	------------------------	---	------------------------

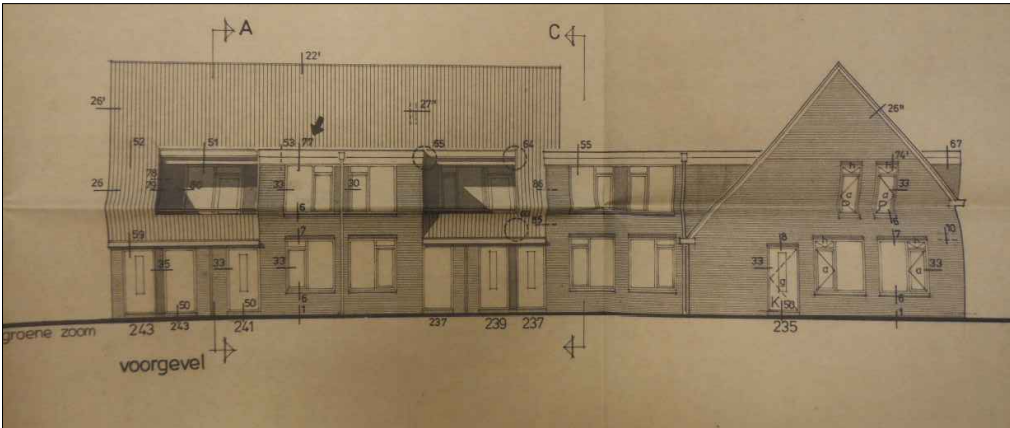
Project: Afstudeeronderzoek Vitrinekozijn voor hergebruik Door: R. Nijderburg 0860775			
Omschrijving: Detail 3 Voorgevel en kozijnaansluitingen binnenbladrenovatie Achterdonk 60			
Datum: 29-11-2016	Schaal: 1:5	Formaat: A0	Tekening: 3

Tekenwerk is niet constructief doorgerekend



Tekenwerk is niet constructief doorgerekend

RENNOOI



Verantwoording vloeropbouw:

De vloeren zijn in het werk vervaardigd. Dit omdat houten kanaalplaten in vergelijking met balklagen minder kunnen worden hergebruikt door de gelijnde vorm. Tevens is het verwerken van leidingen in de vloer een risico voor de sterkte van de kanaalplaat. De houten balkvloeren kunnen deze leidingen wel verwerken.

Omdat er een houtenvloer boven een kruipruimte is geplaatst, is het van groot belang dat deze ruimte wordt geventileerd door een hogere vochtgevoeligheid van de vloer. De extra ventilatie zorgt voor een lagere warmteverstand van de begane grondvloer dus is er meer isolatie in de vloer aangebracht.

Verdiepingsvloeren hebben een verlaagd plafond om kleinere ventilatiekanalen, waterleidingen en elektriciteitskabels te verwerken zonder dat de vloerisolatie wordt aangetast. Zo is het voor de bewoners ook makkelijker om leidingen te verleggen.

Verantwoording spouwmuur:

De getekende voorgevel is dragend. De gehele gevel is geprefabriceerd voor een kortere bouwduur. Met oog op warmteverstand en houtskeletopbouw is de gevel vergelijkbaar met de buitenbladrenovatie-uitwerking. De spouwmuur heeft, anders dan de renovatie, een leidinspouw tegen houtskeletelement. Dit wordt uitgevoerd om leidingwerk niet in de isolerende laag te verwerken. Zo wordt het ook eenvoudiger om leidingen te verleggen. Er wordt dus een voorzetwand met isolatie ingezet. Deze isolatie heeft niet de functie om als warmteverstand te dienen, maar als akoestische laag voor contactgeluid tegen de afwerkbeplating.

Verantwoording hellend dak:

Het hellend dak is geprefabriceerd met een soortgelijke warmteverstand als de gevel. De prefab-elementen worden door middel van een dragend knieschot en een houten onderregel aan het casco verbonden. Het dakelement wordt bedekt met een PV-dak om te voldoen aan een EPC van 0,2 of 0,0.

Verantwoording plat dak:

De balklagen worden over de kozijnen uitgevoerd, waarbij de krachten gedeeltelijk worden afgedragen aan de zijansluitingen van dit dak of dakkapel. Tussen de balklagen wordt waterbestendige isolatie geplaatst. Boven het dakbeschoot worden afschotplaten toegepast, waarbij het afschot naar de zijanten van het platte dak loopt.

Het platte dak wordt afgewerkt met een groen dak, namelijk met mossedum. Deze groene laag beschermt de dakfolie van UV-straling. De dakrand wordt als een geïsoleerde klos uitgevoerd met een aluminium muurafdekprofiel om de dakfolie zo min mogelijk in het zicht te hebben.

Materiaalaanduidingen

- Beton, in situ
- EcoBoard Standard
- Hout, meranti
- Hout, vuren
- Biofoam isolatie
- Houtvezelisolatie
- Stekelos, oplegvlit of compriband

SUPERUSE
STUDIOS

SUS
ATEMIERS

HOGESCHOOL
ROTTERDAM

Tekeninginformatie

A.	
B.	
C.	
D.	
E.	
F.	
Wijz. datum:	12-12-2016

Definitief ontwerp

Tekeningstraal 120 0025 Nijl Rotterdam Tel: 010-4664444 E-mail:	Verwijng Rotterdam	Direkteweg 23, Helgoland 3089 JH Rotterdam Tel: 06-31786172 E-mail: a.j.koningsberg@nr.nl	Verwijng Rotterdam
--	-----------------------	--	-----------------------

Project: Afstudeeronderzoek Vitrinekozijn voor hergebruik Door: R. Nijlburg 0860775	Ontwerp: Detail 4 Voorgevel en kozijnaansluitingen nieuwbouw
---	---

Datum: 29-11-2016	Schaal: 1:5	Formaat: A0	Tekening: 4
----------------------	----------------	----------------	----------------

Bijlage IV Financiële begroting Achterdonk 60

Gevonden kozijnen									
Omschrijving	Aantal	E.h.	Materiaal	Beglazing	Breedte (m)	Hoogte (m)	Kosten		
Hergebruikte kozijnen									
Marktplaats.nl									
Kozijn 1	1,00	st	merbau	dubbelglas	0,90	0,90	€	50,00	
Kozijn 2	1,00	st	hardhout	dubbelglas	0,85	1,20	€	50,00	
Kozijn 3	1,00	st	hardhout	dubbelglas	1,45	1,45	€	175,00	
Kozijn 4	1,00	st	hardhout	dubbelglas	1,00	1,20	€	90,00	
Kozijn 5	1,00	st	hardhout	dubbelglas	1,20	1,48	€	150,00	
Tweedehands.net									
Kozijn 6	1,00	sst	hardhout	dubbelglas	1,00	2,27	€	125,00	
Van-Laarhoven Sloopwerken BV									
Kozijschatting minimaal	1,00	st	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	€	50,00	
Kozijschatting maximaal	1,00	st	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	€	500,00	
Gemiddelde kozijnkosten							€	148,75	excl. BTW

Omschrijving	Aantal	E.h.	Materiaal	Beglazing	Breedte (m)	Hoogte (m)	Kosten		
Beglazing en toebehoren									
<i>Vitrinedeuren</i>									
Glasdiscount.nl (blank, helder, gehard)	1,00	m²	4mm	Enkelglas			€	35,00	
JLMglas.nl (blank, helder, gehard)	1,00	m²	4mm	Enkelglas			€	33,85	
BGHglas.nl (blank, helder, gehard)	1,00	m²	4mm	Enkelglas			€	32,50	
Glasstore.nl (blank, helder, gehard)	1,00	m²	4mm	Enkelglas			€	34,00	
Gemiddelde kosten gehard glas							€	33,84	excl. BTW
<i>Scharnieren</i>									
Gamma (kogellagerscharnier)	4,00	st	RVS		0,075	0,075	€	39,96	
GYZ (kogellagerscharnier)	4,00	st	RVS		0,075	0,075	€	20,16	
Destil (kogellagerscharnier)	4,00	st	RVS		0,076	0,076	€	23,80	
Breur (kogellagerscharnier)	4,00	st	RVS		0,075	0,075	€	33,36	
Gemiddelde kosten scharnieren							€	29,32	excl. BTW
<i>Magneetsnapper</i>									
Gamma (trekkracht 5kg)	4,00	st	kunststof		0,059	0,016	€	14,76	
GYZ (trekkracht 6kg)	4,00	st	kunststof		0,045	-	€	6,52	
Destil (trekkracht 8kg)	4,00	st	kunststof		0,059	0,015	€	3,68	
Breur (trekkracht 6kg)	4,00	st	kunststof		0,060	0,013	€	19,12	
Gemiddelde kosten magneten							€	11,02	excl. BTW

Elementenbegroting nieuwbouw 10 woningen Achterdonk 26					Door: R. Middelburg Datum: 05-12-2016		Versie: definitief						
Omschrijving	Aantal	E.h.	Materiaal	Manuur/e.h.	€ /manuur	Mu totaal	Oa/e.h.	€ /e.h.	Oa totaal	Totaal			
Vitrinekozijn													
Productkosten:													
Hergebruikt kozijn (gemiddeld)	50,00	st	€	148,75					€	7.437,50			
excl. transport en verven													
Inzetten gehard enkelglas (helder)	157,04	m²	€	34,97	0,30	€	40,00	€	12,00	€	7.376,17		
Scharnieren	200,00	st	€	12,99						€	2.598,00		
Magneetsnapper	200,00	st	€	6,16						€	1.232,00		
Renovatiekosten:													
Vervangen kierdichtingen	50,00	st	€	14,09			0,40	€	39,60	€	15,84	€	1.496,50
Vervangen scharnieren	50,00	st	€	62,11			1,38	€	40,00	€	55,20	€	5.865,50
Vervangen glas naar HR++	50,00	st	€	71,48			1,50	€	40,52	€	60,78	€	6.613,00
Correctie omtrekspeling hangzijde	50,00	st	€	30,00								€	1.500,00
Opschuren en opnieuw verven	50,00	st	€	5,00			0,51	€	41,57	€	21,20	€	1.310,00
Bijkomende kosten:													
Dichtzetten met beplating	50,00	st	€	14,26	0,55	€	40,00	€	36,26			€	2.526,00
Verwijderen kozijn uit gevel	50,00	st	€	25,00	0,70	€	40,00	€	28,15			€	2.657,50
Transporteren (radius):													
Transport (geheel gerenoveerd)	800,00	km						€	1,05	€	840,00	€	840,00
Transport (verv. kier, scharnier en verf)	800,00	km						€	1,05	€	840,00	€	840,00
Transport (verf)	800,00	km						€	1,05	€	840,00	€	840,00
Totaal toepassen vitrinekozijn (geheel gerenoveerd)										gemiddeld	€	41.452,17	excl. BTW
Totaal toepassen vitrinekozijn (verv. kier, scharnier en verf)										gemiddeld	€	33.339,17	excl. BTW
Totaal toepassen vitrinekozijn (verf)										gemiddeld	€	25.977,17	excl. BTW
HEBO 67x114 HR++ -kozijn													
Productkosten:													
Kozijn merk A	10,00	st	€	1.083,00						€	10.830,00		
Kozijn merk E	10,00	st	€	1.248,00						€	12.480,00		
Kozijn merk F	10,00	st	€	203,00						€	2.030,00		
Kozijn merk 1	10,00	st	€	1.581,00						€	15.810,00		
Kozijn merk 2	10,00	st	€	1.709,00						€	17.090,00		
Schilderkosten:													
Opschuren en verven	50,00	st	€	5,00			0,51	€	41,57	€	21,20	€	1.310,00
Transporteren:													
Transporteren vanaf timmerfabriek Hengevelde	195,00	km						€	1,05	€	204,75	€	204,75
Totaal HEBO HR++										€	59.754,75	excl. BTW	
Passiefkozijn.nl EMP Iarikshout													
Productkosten:													
Kozijn merk A	10,00	st	€	1.120,34						€	11.203,45		
Kozijn merk E	10,00	st	€	1.291,03						€	12.910,34		
Kozijn merk F	10,00	st	€	210,00						€	2.100,00		
Kozijn merk 1	10,00	st	€	1.635,52						€	16.355,17		
Kozijn merk 2	10,00	st	€	1.767,93						€	17.679,31		
Schilderkosten:													
Opschuren en verven	50,00	st	€	5,00			0,51	€	41,57	€	21,20	€	1.310,00
Transporteren:													
Transporteren vanaf timmerfabriek Overbeek	195,00	km						€	1,05	€	204,75	€	204,75
Totaal EMP Iariks										€	61.763,03	excl. BTW	

Vergelijking kosten 50 kozijnen		Door: R. Middelburg Datum: 12-12-2016		Versie: definitief				
Omschrijving		Productkosten	Renovatiekosten	Schilderkosten	Bijkomende kosten	Transportafstand	Transportkosten	
							€ 1,05/km	
Vitrinekozijn (geheel gerenoveerd)	€	18.643,67	€ 15.475,00	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€	840,00
Vitrinekozijn (verv. kier, scharnier en verf)	€	18.643,67	€ 7.362,00	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€	840,00
Vitrinekozijn (verf)	€	18.643,67	€ -	€ 1.310,00	€ 5.183,50	800,00	€	840,00
HEBO HR+++-kozijn (verf)	€	58.240,00	€ -	€ 1.310,00	€ -	195,00	€	204,75
Passiefkozijn.nl EMP HR+++-kozijn (verf)	€	60.248,28	€ -	€ 1.310,00	€ -	195,00	€	204,75
Omschrijving		Kosten nieuw	Kosten vitin. Koz	Besparing kosten				
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€	59.754,75	€ 41.452,17	€ 18.302,58	excl. BTW			
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€	59.754,75	€ 33.339,17	€ 26.415,58	excl. BTW			
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn HEBO	€	59.754,75	€ 25.977,17	€ 33.777,58	excl. BTW			
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€	61.763,03	€ 41.452,17	€ 20.310,86	excl. BTW			
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€	61.763,03	€ 33.339,17	€ 28.423,86	excl. BTW			
Besparing t.o.v. nieuwe kozijn Passiefkozijn	€	61.763,03	€ 25.977,17	€ 35.785,86	excl. BTW			

Conclusievergelijking kozijnen		Door: R. Middelburg Datum: 12-12-2016		Versie: definitief				
Omschrijving	Bouwfysisch eigenschappen				Financiën			
	Uw < 1,65 J/N	Condensatie J/N	G-factor	LTA-factor	Kosten vijftig koz.		Besparing kosten	
Geventileerd vitrinekozijn								
Bufferruimtediepte 340mm	J	N	0,48 - 0,56	0,63 - 0,72	€	41.452,17	€	18.302,58
Bufferruimtediepte 240mm	J	N	0,48 - 0,56	0,63 - 0,72				
Bufferruimtediepte 140mm	J	N	0,48 - 0,56	0,63 - 0,72				
Bufferruimtediepte 40mm	J	N	0,48 - 0,56	0,63 - 0,72				
Niet-geventileerd vitrinekozijn								
Bufferruimtediepte 340mm	J	N	0,48 - 0,56	0,63 - 0,72	€	41.452,17	€	18.302,58
Bufferruimtediepte 240mm	J	N	0,48 - 0,56	0,63 - 0,72				
Bufferruimtediepte 140mm	J	N	0,48 - 0,56	0,63 - 0,72				
Bufferruimtediepte 40mm	J	N	0,48 - 0,56	0,63 - 0,72				
HEBO, HR++-kozijn van meranti FSC	J	N	0,60 - 0,70	0,70 - 0,80	€	59.754,75		
Passiefkozijn.nl, EMP passiefkozijn van lariks	J	N	0,50 - 0,70	0,60 - 0,70	€	61.763,03		

Bijlage V Referentie Archidat bouwkosten

←

→

http://bouwkosten.bouwformatie.nl/schilderwerk/

HINT

Mail - Remy Middelburg - Outl...

Archidat BouwKosten - schi...

FileEditViewFavoritesToolsHelp

Home

Architectuur

Bouwtechniek

Bouwdetails

Bouwkosten

Evenementen

Partners

Woningbouw

Utiliteitsbouw

Renovatie

Verbouw

Schilderwerk

Civiele techniek

Kostennieuws

nieuwbouwschilderwerk

beton

metaal

deuren

schuiframen

tuimel- en taatsramen

glasroeden

geheel verwijderen, 1x grondverf, 2 plai

geheel verwijderen, 2x grondverf, 2 plai

Kies uw bouwdeel

315612 2031 schilderwerk draairamen binnenzijde, raamhoutbreedte <100mm

315612 2032 schilderwerk draairamen binnenzijde, raamhoutbreedte 100-200mm

Selecteren

Selectie

Excel

ArchiCalc

IBIS

BouwCalc

Afdrukken

Hoeveelheid1 m1Uurloon €42,00

Omschrijving	Aantal/1h	Aantal	1h	Type	Norm/1h	Manuren	Loon	Materiaal/1h	Materieel/1h	Oa/1h	Bedrag
grondverf obv polyurethan, wit [verbruik 12m2/l]	0,017	0,02	l	N	0,000	0,000	0,00	23,08	0,00	0,00	0,39
zijdeglanzende lak obv polyurethan, kleur [verbruik 12m2/l]	0,033	0,03	l	N	0,000	0,000	0,00	32,94	0,00	0,00	1,09
affohnen tot 100%	1,000	1,00	m1	N	0,175	0,175	7,35	0,00	0,00	0,00	7,35
wassen met reinigingsmiddel	1,000	1,00	m1	N	0,012	0,012	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50
schuren grondig [machinaal]	1,000	1,00	m1	N	0,032	0,032	1,34	0,00	0,00	0,00	1,34
uithakken stopverf en opnieuw aanbrengen 100%	0,000	0,00	m1	N	0,080	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
verwijderen kit en opnieuw aanbrengen 100%	0,000	0,00	m1	N	0,022	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
gronden 100%	1,000	1,00	m1	N	0,065	0,065	2,73	0,00	0,00	0,00	2,73
uitstoppen	1,000	1,00	m1	N	0,013	0,013	0,55	0,00	0,00	0,00	0,55
plamuren schraal	2,000	2,00	m1	N	0,028	0,056	2,35	0,00	0,00	0,00	2,35
schuren plamuurlaag licht [handmatig]	1,000	1,00	m1	N	0,017	0,017	0,71	0,00	0,00	0,00	0,71
aanbrengen watergedragen dekverf	2,000	2,00	m1	N	0,063	0,126	5,29	0,00	0,00	0,00	5,29
plamuur voor binnen obv watergedragen bindmiddelen	0,450	0,45	kg	N	0,020	0,009	0,38	7,40	0,00	0,00	3,71
Totaalbedrag bouwdeel										€	26,02

Gedetailleerde informatie

GEHEEL VERWIJDEREN, 1X GRONDVERF, 2 PLAMUREN, 2X DEKVERF

- Alle verflagen verwijderen door affohnen of afbijten; - Losse stopverf/kit verwijderen; - Aanbrengen van één laag grondverf; - Plaatselijk afkitten en voorplamuren; - Geheel tweemaal plamuren, slijpen; - Aanbrengen van één laag grondverf en één laag dek

Archidat BouwKoste...

3. Oplossingsfase

Deelonderzoek Bouw...

Document1 - Word

14:18

←→http://bouwkosten.bouwformatie.nl/verbouw/

h | HINT

Mail - Remy Middelburg - Outl...

Archidat BouwKosten - ver...

FileEditViewFavoritesToolsHelp

HomeArchitectuurBouwtechniekBouwdetailsBouwkostenEvenementenPartners

WoningbouwUtiliteitsbouwRenovatieVerbouwSchilderwerkCiviele techniekKosten nieuws

schuifpuien▶

zonweringen▶

ventilatie roosters▶

vensterbanken▶

raamdorpels en waterslagen▶

lateien en rollagen▶

kantplanken▶

kunststof deurkozijnen▶

aluminium raamkozijnen▶

aluminium deurkozijnen▶

Kies uw bouwdeel

312111 2201 correctie omtrekspeeling houten raam▼

312111 2202 correctie omtrekspeeling houten raam, hangzijde▲

≡

Selecteren

Selectie

Excel

ArchiCalc

IBIS

BouwCalc

Afdrukken

Hoeveelheid stUurloon €

Omschrijving	Aantal/1h	Aantal	1h	Type	Norm/1h	Manuren	Loon	Materiaal/1h	Materieel/1h	Oa/1h	Bedrag
correctie omtrekspeeling hangzijde raam	1,000	1,00	st	N	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	38,00	38,00
Totaalbedrag bouwdeel											€ 38,00

Onze partners

DE KRACHT
VAN DE
COMBINATIE

IsoviQ

HIEAMBETON

Holland Mast

holonite®

Contactgegevens

Julianalaan 1
2341 EN Oegstgeest

Postbus 116
2340 AC Oegstgeest

Tel. (071) 519 19 60
Fax (071) 519 19 61
info@bouwformatie.nl

Over

- Nieuws en actualiteiten
- Architectuur
- Bouwtechniek
- Bouwdetails
- Bouwkosten
- Evenementen

- Adverteren
- Lidmaatschappen

Over ons

- Over Archidat Bouwformatie
- Onze missie en visie

- Disclaimer & Privacy
- Algemene voorwaarden

- Bouwadvies
- Architecten nieuws
- EPC 0.4


BOUWFORMATIE

Archidat BouwKoste...3. OplossingsfaseDeelonderzoek Bouw...Doc1.docx - Word

14:27

Browser window showing the Archidat BouwKosten website. The address bar displays <http://bouwkosten.bouwformatie.nl/onderhoud/>. The page features a navigation menu with categories: Home, Architectuur, Bouwtechniek, Bouwdetails, **Bouwkosten**, Evenementen, and Partners. Sub-categories under Bouwkosten include Woningbouw, Utiliteitsbouw, Renovatie, Verbouw, Schilderwerk, Civiele techniek, and Kostennieuws.

Kies uw bibliotheek

onderhoud en renovatie ▼ 3 openingen ▼ 31 buitenwandopeningen ▼ 3122 ramen ▼ 312290 hang- en sluitwerk ▼ 312290 40 complete sets ▼

Menu items:

- naaldhouten ramen ▶ complete sets ▼
- buitenkozijnen ▶ hardhouten ramen ▶ scharnieren ▶
- ramen ▼ hang- en sluitwerk ▼
- buitendeuren ▶
- schuifdeuren ▶
- garagedeuren ▶
- roldeuren ▶
- puien ▶
- schuifpuien ▶
- zonweringen ▶
- ventilatieroosters ▶
- vensterbanken ▶
- raamdorpels/waterslagen ▶
- lateien en rollagen ▶
- kantplanken ▶

Kies uw bouwdeel

312290 4001 hang- en sluitwerk draairaam ▲

Buttons: Selecteren, Selectie, Excel, ArchiCalc, IBIS, BouwCalc, Afdrukken

Hoeveelheid set Uurloon €

Omschrijving	Aantal/1h	Aantal	1h	Type	Norm/1h	Manuren	Loon	Materiaal/1h	Materieel/1h	Oa/1h	Bedrag
nastelbare scharnier 3.5"x3.5" [SKG**] dubbel gegalaniseer	3,000	3,00	st	N	0,250	0,750	30,00	3,91	0,00	0,00	41,73
raam-meerpuntsluiting	1,000	1,00	st	N	0,400	0,400	16,00	26,48	0,00	0,00	42,48
remschaar draairaam	1,000	1,00	st	N	0,000	0,000	0,00	6,38	0,00	0,00	6,38
sluitkom	1,000	1,00	st	N	0,000	0,000	0,00	5,70	0,00	0,00	5,70
raamgrendel, drukknop met cilinder	1,000	1,00	st	N	0,230	0,230	9,20	11,82	0,00	0,00	21,02
Totaalbedrag bouwdeel										€	117,31

Taskbar shows: Archidat BouwKoste..., 3. Oplossingsfase, Deelonderzoek Bouw..., Doc1.docx - Word. System clock: 14:28.

←→http://bouwkosten.bouwformatie.nl/onderhoud/

h | HINT

Mail - Remy Middelburg - Outl...

Archidat BouwKosten - ond...

FileEditViewFavoritesToolsHelp

HomeArchitectuurBouwtechniekBouwdetailsBouwkostenEvenementenPartners

WoningbouwUtiliteitsbouwRenovatieVerbouwSchilderwerkCiviele techniekKostennieuws

Kies uw bibliotheek

onderhoud en renovatie ▼3 openingen ▼31 buitenwandopeningen ▼3110 algemeen ▼31102 kier afdichting ▼311021 compriband ▼

algemeen ▼

buitenkozijnen ▶

ramen ▶

buitendeuren ▶

schuifdeuren ▶

garagedeuren ▶

roldeuren ▶

puien ▶

schuifpuien ▶

zonweringen ▶

ventilatieroosters ▶

vensterbanken ▶

raamdorpels/waterslagen ▶

lateien en rollagen ▶

kantplanken ▶

boor- en zaagwerk ▶

beglazing ▶

kier afdichting ▼

puivullingen ▶

compriband ▼

butyltape ▶

Kies uw bouwdeel

311021 1001 compriband 20/6, voegbreedte 6 mm ▼

311021 1002 compriband 20/10, voegbreedte 10 mm ▲

≡

Selecteren

Selectie

Excel

ArchiCalc

IBIS

BouwCalc

Afdrukken

Hoeveelheid m1Uurloon €

Omschrijving	Aantal/1h	Aantal	1h	Type	Norm/1h	Manuren	Loon	Materiaal/1h	Materieel/1h	Oa/1h	Bedrag
compriband 20/10, voegbreedte 10 mm	1,000	3,60	m1	N	0,110	0,396	15,84	4,14	0,00	0,00	30,74
Totaalbedrag bouwdeel											€ 30,74
311021 1003 compriband 20/12, voegbreedte 12 mm											▼
311021 1004 compriband 20/15, voegbreedte 15 mm											▼
311021 1005 compriband 30/20, voegbreedte 20 mm											▼

Archidat BouwKoste...

3. Oplossingsfase

Deelonderzoek Bouw...

Doc1.docx - Word

Calculator

14:39

Energie-overzicht

[terug naar zoekresultaat](#)

TOELICHTING

[Reageer op deze kostentabel](#) | [download tabel](#)

Materiaal	Afmeting kozijn in mm		Kosten per stuk bij aantal van		
	Lengte	Breedte	Tot 5 stuks	5 - 10 stuks	Vanaf 10 stuks
Hout	600	400	6.30	5.64	5.10
	1.400	1.200	28.15	25.80	19.85
	2.600	2.400	84.15	75.05	63.25
Kunststof	600	400	5.42	4.92	4.49
	1.400	1.200	21.90	18.70	16.05
	2.600	2.400	70.30	59.35	50.25
Stalen	600	400	5.12	4.65	4.28
	1.400	1.200	19.95	17.10	14.55
	2.600	2.400	68.25	53.90	45.70

←

→

http://www.bouwkosten.nl/Arbeids_en_productienormen/Arbeidsnormen/

Archidat BouwKosten - onderh...

Zetten enkele beglazing - A...

FileEditViewFavoritesToolsHelp

Raming maken

Calculatie maken

Wijzig maken

Werkbare dagen

Energie-overzicht

Tarieven • Arbeids- en productienormen • Arbeidsnormen(STABU 2) • 34 Beglazing • 34.31 Enkelbladig glas • 34.31.20 Enkelbladig glas, beglazing met kit en glaslatten

[terug naar zoekresultaat](#)

ZETTEN ENKELE BEGLAZING

TABEL

OMSCHRIJVING

CONDITIES

AFBEELDINGEN

TOELICHTING

[Reageer op deze kostentabel](#) | [download tabel](#)

Tabel

Arbeidsnormen

Activiteit	Grootte in m²	Manuren per m²
Enkel glas in nat systeem zetten	< 0,10	0,85
	0,11 - 0,50	0,75
	0,51 - 0,75	0,60
	0,76 - 1,30	0,45
	1,31 - 2,50	0,40
	2,51 - 4,50	0,37
	4,51 - 6,00	0,35
	> 6,00	0,30
Enkel glas in droog systeem zetten	0,10 - 0,50	0,45
	0,51 - 0,75	0,36
	0,76 - 1,30	0,30
	1,31 - 2,50	0,26
	2,51 - 4,50	0,24
	4,51 - 6,00	0,23
	> 6,00	0,20

Kosten Informatie

Zetten enkele beglazi...

Doc1.docx - Word

15:52