



Bouwfysische analyse thermische isolatie gebouwschil Scheepmakerssteeg 2a te Leiden

Opdrachtgever: Mw. L. Ramondt
Scheepmakerssteeg 2a
2311 SE LEIDEN
Contactpersoon: de heer M. Wagenaar
(MW Architectuur)

Greten Raadgevende Ingenieurs BV

bezoekadres
Vijfhuizenberg 167
4708 AJ Roosendaal

postadres
postbus 1091
4700 BB Roosendaal

telefoon
(0165) 56 52 58

internet
greten.nl



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	3
2.	Situatie.....	2
2.1.	Algemene omschrijving	2
2.2.	Constructieve omschrijving	3
2.3.	Installatietechnische omschrijving.....	3
3.	Bouwfysische beoordeling	4
3.1.	Gevel	4
3.1.1.	Voorzetwanden.....	4
3.1.2.	Oplegging draagbalk vloer - gevel	6
3.2.	Kozijn.....	9
3.3.	Dak	10
3.4.	Ventilatie ruimten	11
4.	Conclusie	13



1. Inleiding

In opdracht van Mw. L. Ramondt is door Greten Raadgevende Ingenieurs een bouwfysische beoordeling verricht naar aanleiding van isolerende werkzaamheden in een pand aan de Scheepmakerssteeg 2a te Leiden.

Het onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- ☐ Omschrijving van de bestaande en toekomstige bouwkundige situatie;
- ☐ Omschrijving van de bestaande en toekomstige installaties;
- ☐ Inventarisatie van de details (maatvoering/ materiaalgebruik/ lambda-waardes);
- ☐ Algemene bouwfysische beoordeling (nieuwe situatie) met behulp van onder andere 1-dimensionale thermische/ hygrische berekeningen, rekening houdend met het binnenklimaat/ ventilatiesysteem met behulp van het programma Glasta. Met deze berekening kan aangetoond worden of er een risico is op inwendige condensatie;
- ☐ 2D/ 3D koudebrugberekening conform NEN 2778 met behulp van Trisco;
- ☐ Indien benodigd worden maatregelen aangedragen om aan de gestelde eisen te kunnen voldoen.



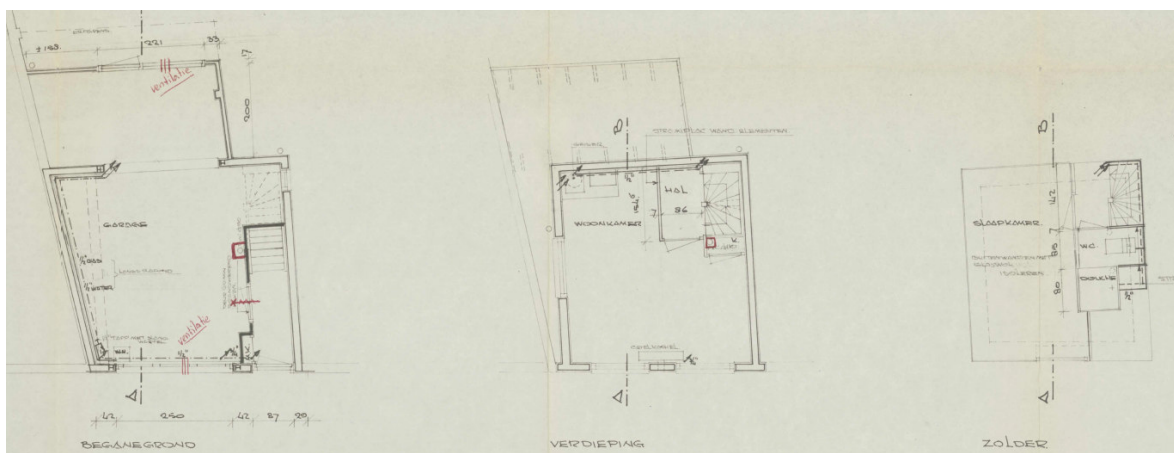
2. Situatie

2.1. Algemene omschrijving

Men is voornemens in het pand gelegen aan de Scheepmakerssteeg 2a te Leiden onder andere thermisch isolerende (wand/ dak) maatregelen te treffen. Daarnaast zal aan de achterzijde op de eerste verdieping een kleine uitbouw worden gebouwd waar de keuken in is voorzien. De begane grond wordt grotendeels gebruikt als garage. De eerste verdieping en zolderverdieping worden gebruikt om te wonen. Op deze verdiepingen is een woonkamer, een keuken, een slaapkamer en een badkamer aanwezig. Het pand heeft conform *bagviewer.kadaster.nl* het bouwjaar 1876 en is gelegen in het centrum van Leiden.



Foto 2.1: Situatie woning.



Figuur 2.2: Plattegrond (begane grond (garage), eerste verdieping en zolder) woning.



2.2. Constructieve omschrijving

Voor een uitgebreide constructieve omschrijving wordt verwezen naar het document 221230-DO1-0_220328 (BT1-00), d.d. 30-08-2022. Hierin wordt het project uitgebreid omschreven. Samenvattend kan het volgende worden vermeld:

- ☐ De kozijnen zijn van hout;
- ☐ Ten behoeve van tochtwering worden bij de ramen viltstroken aangebracht;
- ☐ In de oorspronkelijke situatie is enkele beglazing aanwezig, dit wordt vervangen door 10 mm monumentenbeglazing;
- ☐ De gevels bestaan uit massief ca. 180 mm dik metselwerk. In de nieuwe situatie zal er voor de gevels een geïsoleerde voorzetwand worden geplaatst;
- ☐ Eventuele scheuren en gaten in het metselwerk worden hersteld;
- ☐ Slecht voegwerk wordt opnieuw gevoegd;
- ☐ De begane grondvloer blijft ongewijzigd;
- ☐ De verdiepingsvloer (begane grond – eerste verdieping) wordt geïsoleerd hoofdzakelijk in het kader van geluidisolatie;
- ☐ In de oorspronkelijke situatie bestaat het dak uit een ongeïsoleerd schuin pannendak (houten gordingen, houten dakbeschot panlatten en dakpannen). Men is voornemens het dak van buitenaf te isoleren.

2.3. Installatietechnische omschrijving

Voor een uitgebreidere installatietechnische omschrijving wordt verwezen naar het document 221230-DO1-01_220328 (BT1-00), d.d. 28-3-2022. Hierin wordt het project uitgebreid omschreven. Samenvattend kan het volgende worden vermeld:

- ☐ Men is voornemens een nieuw CV-installatie aan te brengen met radiatoren onder de ramen;
- ☐ Men is voornemens om mechanische afvoer (badkamer/keuken) te plaatsen en natuurlijke toevoer in de vorm van roosters (verblijfsruimten).



3. Bouwfysische beoordeling

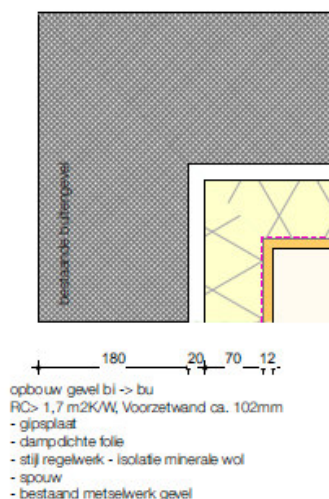
In dit hoofdstuk worden de belangrijkste woningonderdelen en de gekozen maatregelen besproken en beoordeeld. Tevens wordt er, indien nodig, advies gegeven.

3.1. Gevel

Bij een steenswand van 180 mm (ongeïsoleerd) zal, conform berekening (ca. 60% RV binnen), in de maanden december - februari condensatie plaatsvinden op de binnenzijde van het metselwerk. Dit droogt weer in de warmere maanden. Bij een relatieve vochtigheid binnen van 40-45% in de wintermaanden treedt dit niet op.

3.1.1. Voorzetwanden

Ter plaatse van de gevel is men voornemens om voorzetwanden te plaatsen met de volgende opbouw:



Figuur 3.1.1.1: Opbouw voorzetwanden gevels.

Voor de binnen- en buitencondities zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Binnen- en buitentemperatuur: 20°C / variabel per maand gedurende een jaar;
- Relatieve vochtigheid binnen / buiten: 55% / variabel per maand gedurende een jaar.

Ten behoeve van de constructie eigenschappen zijn de volgende waarde gehanteerd:

No.	Naam	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	μ [-]	μd [m]
1	steen	0.1800	0.600	0.300	10.0	1.8
2	luchtsponw	0.0200	0.120	0.167	0.1	0.002
3	isolatie	0.0700	0.035	2.000	1.0	0.07
4	dampremmende folie	0.0002	0.170	0.001	1.0e+05	20
5	gipsplaat	0.0125	0.460	0.027	6.0	0.075

Figuur 3.1.1.2: Opbouw voorzetwand 70 mm isolatie.



Glusta samenvatting

Wand: WAND 1.WAL Klimaat: BILT EN STABIEL BI.BOC Berekeningsmethode: GLASER

Geanalyseerde periode:

Van: cycli 1 - periode 1 (September)
Tot: cycli 1 - periode 12 (August) duur: 365.3 dagen

Totale condensatie : 0.000 kg/m²
Totale droging : 0.000 kg/m²
Verhouding droging/cond. : 0.000

Dampstromen [kg/m²]:

	buiten	binnen
ingaaand	0.015	0.081
uitgaand	0.081	0.015
Totaal (in-uit)	-0.067	0.067

Figuur 3.1.1.3: Rekenresultaat gevel.

Bij toepassing van bovengenoemde uitgangspunten is er geen inwendige condensatie, zie figuur 3.1.1.3, te verwachten.

Indien de dampremmende laag niet wordt toegepast en de isolatie wordt vervangen door Isovlas dan zal er in 5 koude maanden condensatie optreden op de oorspronkelijke stenen buitengevel, zie onderstaand figuur. Gedurende het jaar droogt dit echter weer.

Glusta samenvatting

Wand: WAND 1.WAL Klimaat: BILT EN STABIEL BI.BOC Berekeningsmethode: GLASER

Geanalyseerde periode:

Van: cycli 1 - periode 1 (September)
Tot: cycli 1 - periode 12 (August) duur: 365.3 dagen

Totale condensatie : 1.762 kg/m²
Totale droging : 1.762 kg/m²
Verhouding droging/cond. : 1.000

Dampstromen [kg/m²]:

	buiten	binnen
ingaaand	0.200	2.392
uitgaand	1.349	1.243
Totaal (in-uit)	-1.149	1.149

Figuur 3.1.1.4: Rekenresultaat gevel, exclusief dampremmende laag.

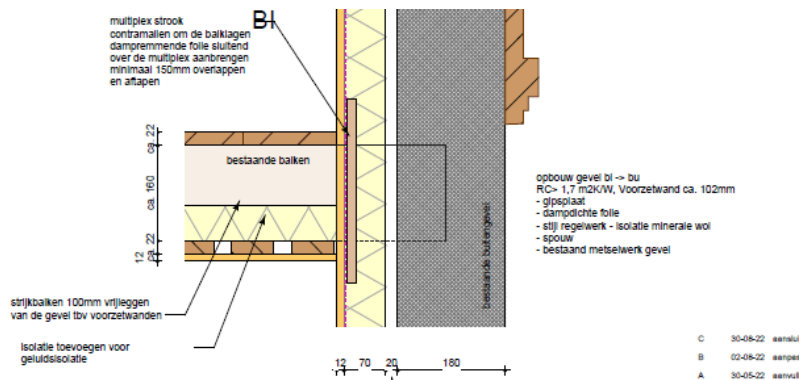
Indien de relatieve vochtigheid binnen ca. 40-45% is in de wintermaanden, zal alleen in februari condensatie optreden aan de binnenzijde van het metselwerk. Dit droogt ook weer.

Bij een toevoeging van een dampremmer treedt bij beide situaties geen condensatie op.



3.1.2. Oplegging draagbalk vloer - gevel

Ter plaatse van de oplegging van de vloerbalk van de eerste verdiepingsvloer in de buitengevel is gekeken of hier een risico is op inwendige condensatie.



Figuur 3.1.2.1: Nieuwe situatie.

Voor de binnen- en buitencondities zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Binnen- en buitentemperatuur: 20°C / variabel per maand gedurende een jaar;
- Relatieve vochtigheid binnen / buiten: 55% / variabel per maand gedurende een jaar.

Hout heeft normaal een μ -waarde van 50 tot 200. In deze berekening is aangehouden dat het hout een μ -waarde heeft van 11, vanwege verminderde dampdichtheid door ouderdom.

Verder zijn de volgende constructie eigenschappen gehanteerd:

No.	Naam	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	μ [-]	μd [m]
1	steen	0.0800	0.600	0.133	10.0	0.8
2	hout	0.1000	0.130	0.769	11.0	1.1

Figuur 3.1.2.2: Opbouw ter plaatse oplegging balk in gevel.

Glasta samenvatting

Wand: WAND 1.WAL Klimaat: BILT EN STABIEL BI.BOC Berekeningsmethode: GLASER

Geanalyseerde periode:
 Van: cycli 1 - periode 1 (September)
 Tot: cycli 1 - periode 12 (August) duur: 365.3 dagen

Totale condensatie : 0.196 kg/m²
 Totale droging : 0.196 kg/m²
 Verhouding droging/cond. : 1.000

Dampstromen [kg/m²]:

	buiten	binnen
ingaaand	0.170	0.935
uitgaand	0.935	0.170
Totaal (in-uit)	-0.766	0.766

	w_{max} [kg/m²]	d_{max} [m] vochtig	w_{max} [kg/m²]	% - tijd vochtig
buiten				
steen				
hout			0.196	38.5
binnen				
Totaal wand			0.196	38.5

Figuur 3.1.2.3: Rekenresultaat oplegging balk in gevel.

Er vindt condensatie plaats in 3 koude maanden, maar deze droogt ook weer in de overige maanden. Bij een relatieve vochtigheid in de woning van 40-45% in de wintermaanden treedt geen condensatie op. De situatie is eigenlijk niet goed te berekenen vanwege de vele variabelen en dient daarom slechts ter indicatie.



Naast de droging gedurende het jaar wordt ook de gevel hersteld, waardoor de vochtbelasting van buiten minder problematisch wordt.

Vergelijking situatie zonder en mét isolatie rondom de vloerbalk.

De gemeente adviseert om rondom de balk 20-30 cm niet te isoleren. Het gevolg van dit advies is hierbij onderzocht.

Ter plaatse van de oplegging van de balk van de eerste verdiepingvloer in de buitengevel is gekeken of er een risico is op een koudebrug. Hierbij is getoetst aan de temperatuurfactor uit het Bouwbesluit. Het detail in figuur 3.1.2.1 is hiervoor gebruikt.

De koudebrugberekeningen zijn verricht conform NEN 2778 (vochtwering in gebouwen/bepalingsmethoden) met behulp van een rekenpakket Trisco 3D, ontwikkeld door Physibel.

Overeenkomstig de NEN 2278 zijn voor de berekeningen de volgende temperaturen gehanteerd:

- buiten : T_e : 0°C;
- binnen: T_i : 18°C.

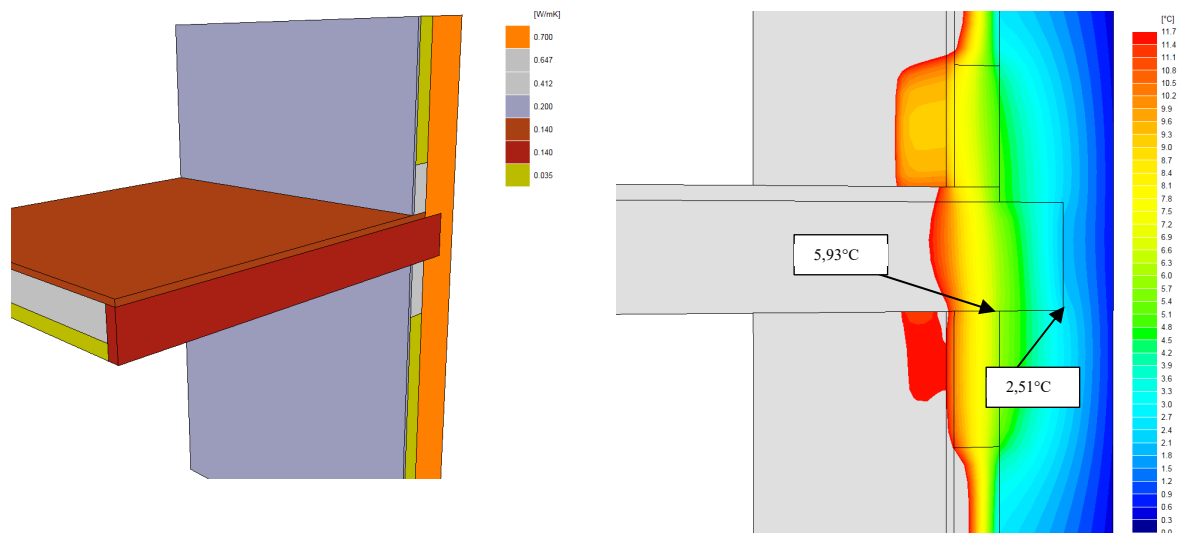
Voor de overgangsweerstanden zijn de in onderstaande tabel genoemde waarden aangehouden.

Tabel 3.1.2.4: Gehanteerde warmteovergangsweerstanden.

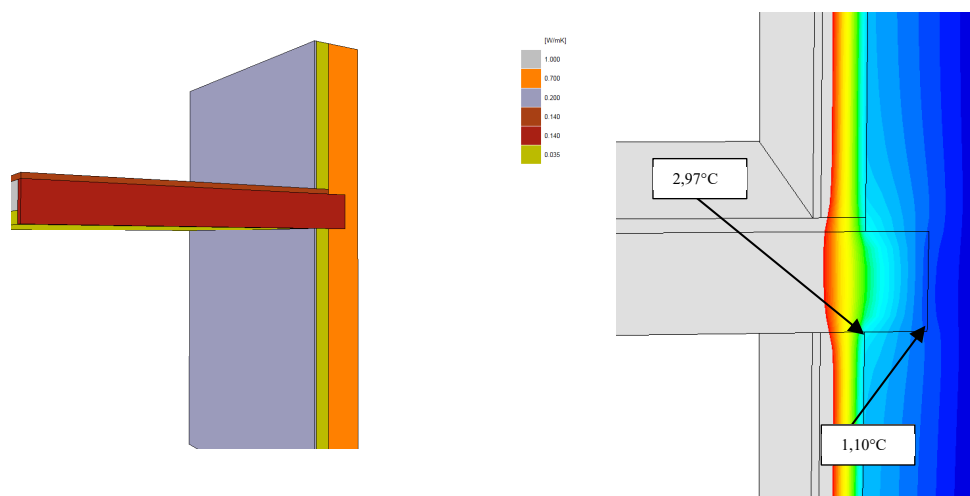
Plaats	Warmteovergangsweerstand NEN2778 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	Rekenwaarde Trisco ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
<i>Binnen</i>		
- Vlakken, overig	0,25	4
- Vlakken lager dan 1,5 m + vloer	0,50	2
<i>Buiten</i>		
- Vlakken	0,04	25



In onderstaande figuren is de opbouw van het detail weergegeven en de aangehouden lambda-waarden, alsmede de rekenresultaten.



Figuur 3.1.2.5: Detail oplegging van de draagbalk van de verdiepingvloer in de gevel exclusief 200 mm isolatie rondom balk.



Figuur 3.1.2.6: Detail oplegging van de draagbalk van de verdiepingvloer in de gevel inclusief isolatie rondom balk.

In bovenstaande figuren is de temperatuurverdeling en het temperatuurverloop in de constructie zichtbaar gemaakt. De locaties zonder kleur hebben een temperatuur $> 11,7^{\circ}\text{C}$ (temperatuurfactor $> 0,65$ = streefwaarde).

Het is waar dat de constructie zonder isolatie rondom de balk warmer blijft, maar het verschil is bij het uiteinde van de balk $1,41^{\circ}\text{C}$ en bij binnenzijde gevel $2,96^{\circ}\text{C}$. Beide locaties voldoen nog steeds niet aan de minimale $11,7^{\circ}\text{C}$. Daarom is voor beide situatie een dampremmende laag noodzakelijk, met het verschil dat bij de geïsoleerde variant géén warmte lek naar buiten aanwezig is.

Door het niet voldoen aan de streefwaarde van de minimale temperatuurfactor, bestaat er een risico op het ontstaan van condensatie/schimmelvorming op dit deel van de gevel.



Aandachtspunt is de luchtdichte afwerking ter plaatse van de aansluiting van de voorzetwand met de balken. Dit wordt bewerkstelligd door een contramal (18 mm WBP) te maken om de balken heen waar tevens de dampremmende laag op bevestigd (verlijmd) kan worden. De naden rondom de contramal dienen dampdicht te worden afgekit.

Indien er wandcontactdozen of andere sparingen in de muren worden opgenomen, moet de dampremmende folie hier achter doorlopen. Ook de elektrabuizen moeten aan de warme zijde worden aangebracht en mogen niet door de folies heen lopen.

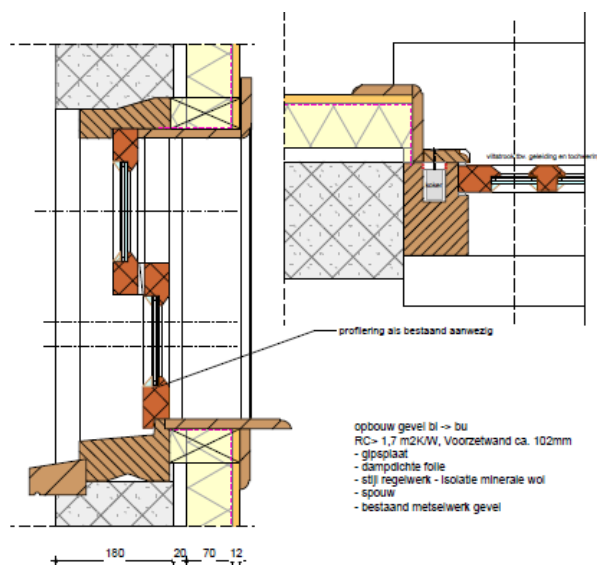
De dampremmende laag dient goed te worden aangesloten op de constructieonderdelen en er dient een goede overlap (ca. 150 mm) gecreëerd te worden. De naden van de dampremmende laag dienen aan elkaar vast te worden getaped met aluminiumtape.

Gezien de oriëntatie van de gevel en de dikte van de muur wordt het risico op regendoorslag en het eventuele negatieve effect hiervan op de balken in de gevel als niet relevant beschouwd. Daarnaast wordt het metselwerk en voegwerk hersteld, waardoor de vochtbelasting van buiten verder wordt beperkt.

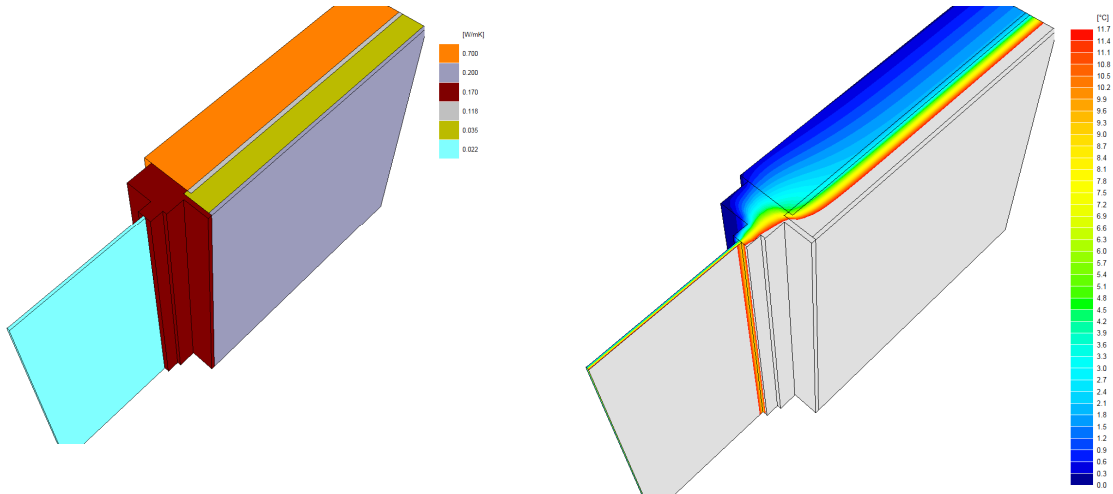
Geadviseerd wordt om de balkkoppen van eventuele nieuwe balken welke in de gevel worden verwerkt te verduurzamen en de staat van de oude balken te controleren.

3.2. Kozijn

De bestaande kozijnen zullen waar nodig hersteld worden en opnieuw geschilderd worden in de bestaande kleuren. Daarnaast wordt, om een koudebrug situatie te voorkomen, de isolatie een stukje doorgezet op het kozijn, zie onderstaande figuur.



Figuur 3.2.1: Kozijn details waarbij de isolatie is doorgezet.

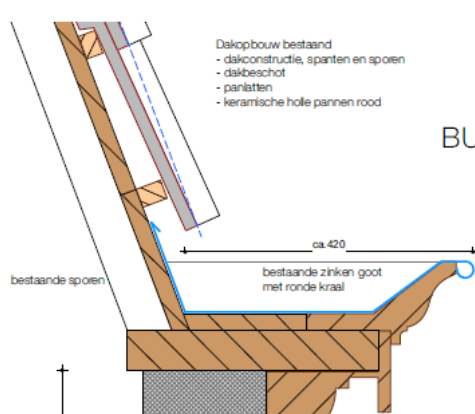


Figuur 3.2.2: Detail aansluiting gevel en kozijn.

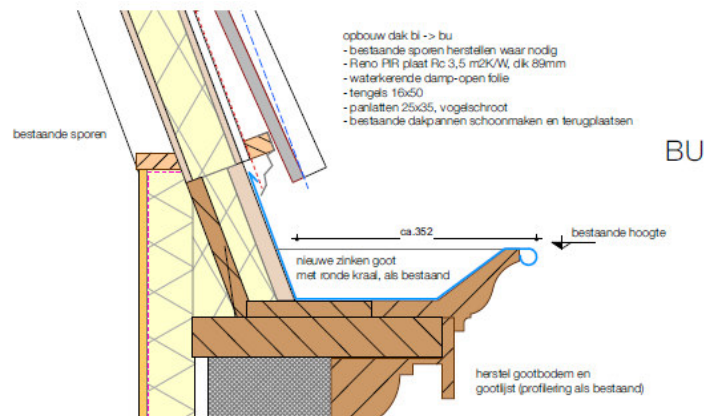
In bovenstaande figuren is aangetoond dat de toegepaste maatregel voldoende is om de minimale benodigde oppervlaktevlaktetemperatuur ($11,7^{\circ}\text{C}$) te behalen.

3.3. Dak

Ter plaatse van de bestaande schuine dakdelen wordt de volgende opbouw gerealiseerd:



Figuur 3.3.1: Bestaande situatie.



Figuur 3.3.2: Nieuwe situatie.

Voor de binnen- en buitencondities zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Binnen- en buitentemperatuur: 20°C / variabel per maand gedurende een jaar;
- Relatieve vochtigheid binnen / buiten: 55% / variabel per maand gedurende een jaar.
- Een geventileerde luchtpouw.



Voor de thermische en hygrische eigenschappen zijn de volgende waarden gehanteerd:

No.	Naam	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	μ [-]	μd [m]
1	dakpan	0.0150	0.600	0.025	9.0	0.135
2	luchtsponw	0.0500	100.000	0.001	0.1	0.005
3	folie waterkerend dampdoorlatend	0.0002	0.170	0.001	10.0	0.002
4	spaanplaat	0.0100	0.150	0.067	4.0	0.04
5	PIR-isolatie	0.0700	0.023	3.043	80.0	5.6
6	spaanplaat	0.0100	0.150	0.067	4.0	0.04

Figuur 3.3.3: Opbouw schuin dak.

Glasta samenvatting

Wand: WAND 1.WAL Klimaat: BILT EN STABIEL BI.BOC Berekeningsmethode: GLASER

Geanalyseerde periode:

Van: cycli 1 - periode 1 (September)
Tot: cycli 1 - periode 12 (August) duur: 365.3 dagen

Totale condensatie : 0.000 kg/m²
Totale droging : 0.000 kg/m²
Verhouding droging/cond. : 0.000

Dampstromen [kg/m²]:

	buiten	binnen
ingaaand	0.055	0.306
uitgaand	0.306	0.056
Totaal (in-uit)	-0.251	0.251

Figuur 3.3.4: Berekening inwendige condensatie gekozen opbouw.

Figuur 3.3.4 laat zien dat er geen inwendige condensatie te verwachten is op alle lagen.

3.4. Ventilatie ruimten

In ieder huishouden wordt vocht geproduceerd door koken, wassen, douchen maar ook door de aanwezigheid van een mens en/of een huisdier in een ruimte. Een goede afvoer van vochtige lucht in de woning is belangrijk. Het zal mede voorkomen dat vocht gerelateerde problemen kunnen ontstaan. Bij een langdurige hoge luchtvochtigheid kan condensatie optreden op relatief koude constructieoppervlakken met onder andere schimmelvorming tot gevolg. Vooral in de badkamer en keuken is het van belang om de hoeveelheid geproduceerde vocht snel af te voeren.

In de bestaande situatie was de ventilatie geregeld via natuurlijke afvoer en toevoer via naden en kieren en te openen delen. Aangezien er isolerende maatregelen worden toegepast, en de ventilatie via deze weg verstoord wordt doordat de naden en kieren afgesloten worden, is het belangrijk om op een andere manier de toe- en afvoer van lucht te waarborgen.

Daarom wordt er in de woning een systeem aangebracht van natuurlijke toevoer (middels roosters) en mechanische afvoer. De toe- en afvoerdebieten dienen minimaal te zijn gebaseerd op de omschreven debieten uit het Bouwbesluit bestaande bouw. De volgende afvoerdebieten dienen daarom minimaal te worden gerealiseerd:

- 14 l/s in de badkamer;
- 21 l/s in de keuken;



Gezien de afmetingen van de woning zal het vereiste afvoerdebiet maatgevend zijn boven de vereiste toevoer. Er dient daarom in totaal 35 l/s toegevoerd te worden. Bij voorkeur dienen hiervoor ventilatieroosters te worden gebruikt. Conform het document 221230-DO1-01_220328 (BT1-00), d.d. 28-3-2022 wordt er een topstream rooster toegepast met een capaciteit van ca. 21 l/s. Dit betekent dat elders (bij voorkeur in de slaapkamer een toevoervoorziening moet zijn welke 14 l/s kan toevoeren.



4. Conclusie

Bij toepassing van de beoordeelde details/opbouwen en de eventueel geadviseerde aanvullingen wordt verwacht dat er weinig risico is op bouwfysische problemen.

Aandachtspunt is de luchtdichte afwerking ter plaatse van de aansluiting van de voorzetwand met de balken. Dit wordt bewerkstelligd door een contramal (18 mm WBP) te maken om de balken heen waar tevens de dampremmende laag op bevestigd (verlijmd) kan worden. De naden rondom de contramal dienen dampdicht te worden afgekit.

Indien er wandcontactdozen of andere sparingen in de muren worden opgenomen, moet de dampremmende folie hier achter doorlopen. Ook de elektrabuizen moeten aan de warme zijde worden aangebracht en mogen niet door de folies heen lopen.

De dampremmende laag dient goed te worden aangesloten op de constructieonderdelen en er dient een goede overlap (ca. 150 mm) gecreëerd te worden. De naden van de dampremmende laag dienen aan elkaar vast te worden getaped met aluminiumtape.

Naast bovenstaande is ventilatie belangrijk, vooral in de badkamer en keuken. Men is voornemens om een ventilatiesysteem te plaatsen gebaseerd op natuurlijke toevoer (roosters) en mechanische afvoer. De eisen uit het Bouwbesluit bestaande bouw dienen dan minimaal gehanteerd te worden.

Ten opzichte van de oorspronkelijke situatie zal er in de diverse ruimten geen hogere vochtbelasting komen, aangezien de natte ruimten (keuken en badkamer) ongeveer op dezelfde locatie terugkomen. Daarnaast is de verwachting zelfs dat de vochtbelasting zal dalen, aangezien er mechanisch geventileerd gaat worden en er een continue toe/afvoer plaats zal vinden.