

Projectfiche 2: begijnhofhuisje, Diest

Gegevens

Gebouwtype	gesloten bebouwing
Functie vóór renovatie	woning
Functie na renovatie	woning
Bescherming	Het begijnhof is in zijn geheel beschermd als monument sinds 1938 (besluit ID 27, aanduidingsobject ID 859), als cultuurhistorisch landschap sinds 1939 (besluit ID 33, aanduidingsobject ID 877) en als Unesco werelderfgoed kernzone sinds 1998 (aanduidingsobject ID 14992)
Vloeroppervlak verwarmde ruimte na renovatie	160 m ² (inbegrepen de zolder)
Vermindering transmissieverliezen door renovatie	34 MWh/jaar
EPC-kengetal vóór renovatie	onbekend
EPC-kengetal ná renovatie	onbekend

Beknopte beschrijving

Het hoofdvolume van de woning in het begijnhof van Diest bestaat uit twee bouwlagen onder een leien zadeldak met aan de straat- en aan de tuinzijde telkens een dakkapel. De woning werd in 1624 vermeld in het huisboek van het begijnhof als *H. Thecla*. Volgens de telling in 1665 was het toen een huis met lemen muren en een dak van stro. Het huis in bakstenen muren met leidendak, zoals we het vandaag kennen, dateert dus vermoedelijk van het einde van de 17^{de} eeuw of het begin van de 18^{de} eeuw.

Er zijn tijdens latere bouwfases twee volumes aan het hoofdvolume aangebouwd. Het eerste daarvan is behouden in het huidige renovatieproject. Het tweede was echter een laat-20^{ste}-eeuwse toevoeging en is gesloopt om vervangen te worden door een hedendaags volume met een zadeldak. Achter in de tuin staat nog een tuinhuis, dat hier verder buiten beschouwing gelaten is.

Het begijnhof is grotendeels eigendom van het OCMW, dat echter tijdens de laatste decennia een aantal woningen heeft verkocht of in erfpacht gegeven. Het beschouwde huisje wordt sinds 2018 gepacht door de huidige bewoonster, die zelf instaat voor de renovatie. Ze rekent daarvoor deels op een restauratiepremie van de Vlaamse Overheid. In 2018 werd het eerste toelatings- en premiedossier goedgekeurd voor de dakwerken aan het hoofddak, die werden uitgevoerd in begin 2019. Van 2018 tot 2020 volgden nog enkele dossiers interieur en exterieur. In 2021 werd het voorlopig laatste dossier ingediend met daarin een combinatie van interieur- en exterieurwerken

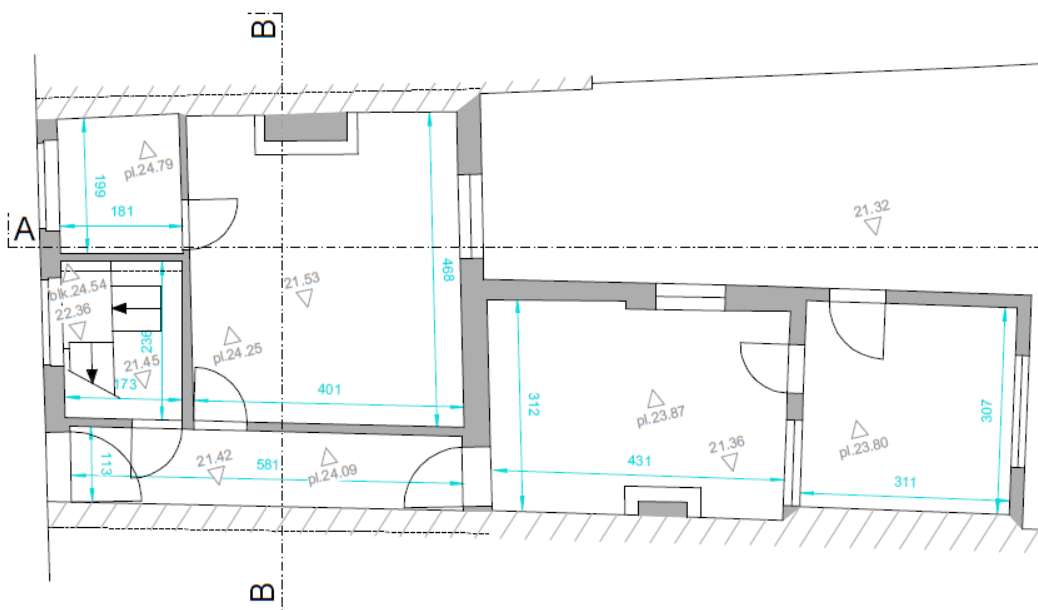
Het hoofdvolume is grotendeels gestript en de aanwezige vloer op volle grond werd daarbij verwijderd en vervangen door een nieuwe betonnen vloer. Op het moment van het schrijven van deze fiche zijn de ruwbouwwerken grotendeels klaar en moet de afwerking binnen nog deels gebeuren, net als de buitenbekleding van de nieuwe aanbouw.



Figuur 1. Voorgevel (februari 2021).



Figuur 2. Achtergevel met nieuwe aanbouw; het volume tegen het huis is behouden (februari 2021).



Figuur 3. Grondplan van het gelijkvloers vóór renovatie (bron: CHE-rapport TeamvanMeer!).

Energiebesparende maatregelen

Uitgevoerd of gepland

Dak

Het hoofddak is een gordingendak, waarbij de gordingen rusten op één centrale spant en beide zijmuren. Het is geïsoleerd volgens het sarkingprincipe: het isolatiemateriaal (10 cm PIR) en de nieuwe bedekking zijn aangebracht bovenop de historische bebording, zodat de dakdikte is toegenomen. Onder de isolatie zit een zwarte folie die dienst doet als dampscherm.

De zoldervloer is beperkt geïsoleerd met ongeveer 3 cm rotswol tussen een regelwerk dat de oneffenheden van de balklaag voor een deel opvangt. Daarop zijn nieuwe populieren planken aangebracht.

Muren

De voor- en achtergevel zijn anderhalve steen dik (ongeveer 29 cm) en zijn aan de buitenkant wit gekaleid en geschilderd. Op de voorgevel (west georiënteerd) is binnenisolatie aangebracht in de vorm van een NHL-kurkpleister: 4 cm op het gelijkvloers en 2 cm op 1ste verdieping. Het gebruikte product bevat naast kurk en hydraulische kalk NHL5 als bindmiddel ook poreuze minerale aggregaten. De gedeclareerde lambda-waarde is 0.037 W/m²K, maar deze opvallend lage waarde moet misschien met een korrel zout genomen worden: een gelijkaardig product van dezelfde fabrikant bleek in ons labo een significant hogere lambda-waarde te hebben dan de gedeclareerde waarde (deels te wijten aan de aanmaakmethode van de proefstukken). Alle binnenmuren en ook het balkenplafond boven het gelijkvloers zijn afgewerkt met ongeschilderde kalkpleister.

Beide zijmuren (gemene muren) steken boven de buurhuizen uit en zijn op die plaats niet geïsoleerd. Wel is het metselwerk hersteld in de winter van 2021. Doordat de zoldervloer slechts beperkt geïsoleerd is, vormen deze koude muren wel een zwakke schakel in het isolatie-concept.

Ramen en deuren

Behalve de voordeur is al het schrijnwerk integraal vervangen door nieuw eiken schrijnwerk naar een historiserend ontwerp (niet naar model van de bestaande) (Figuur 4). De opengaande vleugels hebben een dubbele slag, waarvan één voorzien is van een tochtstrip. De beglazing is dubbel *monumentenglas* waarvan de buitenste laag bestaat uit getrokken glas en de binnenkant uit floatglas (de U-waarde hangt af van de aard van het gas tussen de panelen en de aanwezigheid van coatings en ligt vermoedelijk tussen 1.3 en 1.5 W/m²K). De verdeelroedes tussen de glaspanelen zijn uit aluminium. De glaspanelen zijn vastgezet met een stopverf op basis van lijnolie, die met de profielen mee geschilderd wordt aan de straatkant maar op andere plaatsen ongeschilderd blijft (Figuur 5). De bovenlichten van de deurramen en van de voordeur zijn uitgevoerd in enkel glas (Figuur 6). Aan de straatzijde zijn de ramen en de voordeur donkergroen geschilderd. Binnen en aan de achtergevel zijn ze naturel: het eikenhout is kunstmatig verouderd door uitloggen met een alkalische product en is niet geolied of gebeitst.

Op twee plaatsen is enkel glas geplaatst: in het bovenlicht van de deurramen in de achtergevel en de zijgevel van de eerste aanbouw, en in het bovenlicht van de voordeur.



Figuur 4. Binnenzicht van het raam naast de voordeur.



Figuur 5. Detail van hetzelfde raam met open vleugel.

Ondanks de grote verbetering ten opzichte van de voorgaande of een vroegere historische toestand, blijven de prestaties van deze ramen relatief bescheiden. Eén compromis is dat de metalen verdeelroeden koudebruggen zijn en dus aanleiding geven tot condens aan de binnenkant. Bij onze bezoekdag in februari 2021 was er bijvoorbeeld condens in de ochtend. Uit de monitoringgegevens weten we dat het toen in de slaapkamer tussen 10 en 11°C was met een relatieve vochtigheid tussen 59 en 60%. Bij dat vochtgehalte van de lucht is het dauwpunt ongeveer 3°C, terwijl we ook weten dat de buitentemperatuur tussen -7°C en -5°C was. Dit toont dus aan dat de metalen regel op die specifieke momenten aanleiding geeft tot zeer plaatselijke condens, terwijl op het glas of op de dagkanten van de ramen geen condens verschijnt.



Figuur 6. Deurraam met driedelig bovenlicht in de achtergevel.

Vloeren

Zowel het hoofdvolume als de tweeledige aanbouw hebben een vloer op volle grond. De aanwezige vloer is verwijderd en uitgegraven. De nieuwe betonnen vloerplaat is geïsoleerd met een combinatie van rotswol (gemiddeld 3cm) en daarop 6 cm harde PUR-platen. De onderste laag is niet overal even dik en dient in feite als uitvulling, aangezien de betonplaat niet vlak was. Er is vloerverwarming gelegd in de dekvloer. De vloer zal afgewerkt worden met tegels in Belgische blauwe steen.

Verwarming

De verwarmingsinstallatie is volledig nieuw en werkt met een hoogrendements-gasketel die tevens het sanitair warm water verwarmt. Het gelijkvloers wordt verwarmd met een hydronische vloerverwarming die ingewerkt is in de dekvloer. Op de verdieping is geen verwarming voorzien, behalve een elektrische bijverwarming in de badkamer.

Ventilatie en luchtdichtheid

De luchtdichtheid van de gevels is aanzienlijk verbeterd door de vervanging van het schrijnwerk door nieuw schrijnwerk met enkelvoudige tocht dichting. De nieuwe deurramen worden onderaan voorzien van een tochtborstel (bij de voordeur is dit niet voorzien). Omwille van mogelijke problemen met inwendige condensatie ter plaatse van binnenisolatie, is speciale zorg besteed aan de luchtdichte inkleding van de balkkoppen in de voorgevel. Dat is gedaan door middel van een tweetraps dichting met luchtdichte tape waarover dan gepleisterd is. De werkwijze daarvoor is gebaseerd op richtlijnen opgesteld in het kader van het project Renofase.

Niet uitgevoerd of gepland

Muren

De muren van de zolder die deels uitsteken boven de flankerende daken zijn niet geïsoleerd.

Ventilatie en luchtdichtheid

Er is geen ventilatiesysteem voorzien. Plaatselijk (in het toilet beneden) is een mechanische afzuiging voorzien die door de lichtschakelaar aangezet wordt.

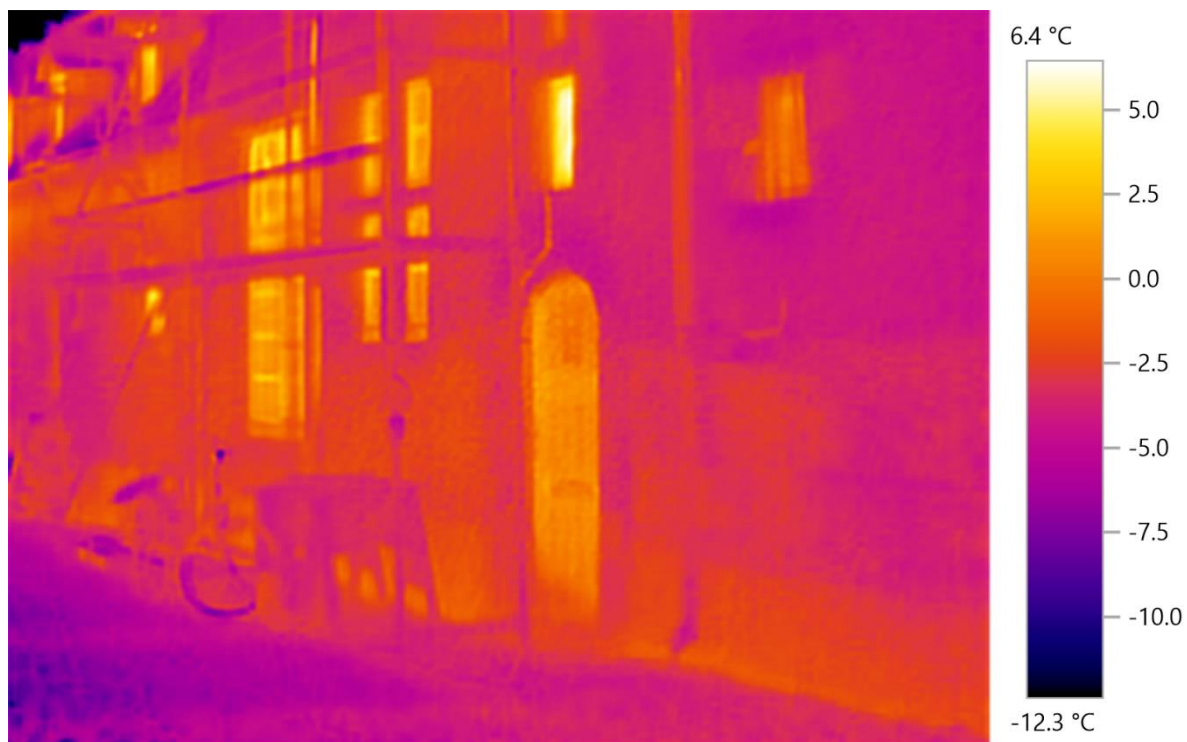
Metingen

IR-thermografie

Op 11 februari 2021 werd een reeks IR-opnames gemaakt tijdens de voormiddag, zowel binnen als buiten. De resultaten laten toe om plaatselijke warmteverliezen en eventueel risico op condens in te schatten. Op het moment van de opnames was het buiten tussen -7°C en -5°C. De binnentemperatuur op het gelijkvloers varieerde van 20,9 tot 21,2 °C (woonkamer).

Uit de beelden van de voorgevel blijkt dat het venster boven de voordeur (met enkel glas) en een spleet onder de voordeur voor warmteverliezen zorgen. Het dak is koud (Figuur 9), wat erop wijst dat de isolatie (volgens sarking-principe) goed zijn werk doet. De aansluiting bij de nok lijkt echter niet optimaal. Volgens de bewoonster zijn er ook zichtbare luchtlekken aan de nok. Mogelijk vervormt het andere materiaalgebruik van de nok wel enigszins het beeld: hij is uitgevoerd in geglazuurde pannen tegenover natuurleien voor de rest van het dak. Ter controle is een 3D-drone-thermografie uitgevoerd op een latere datum (21 februari 2021). Daarop is geen uitgesproken groot warmteverlies aan de nok merkbaar. Op dat moment was het ook wel heel wat minder koud (8 tot

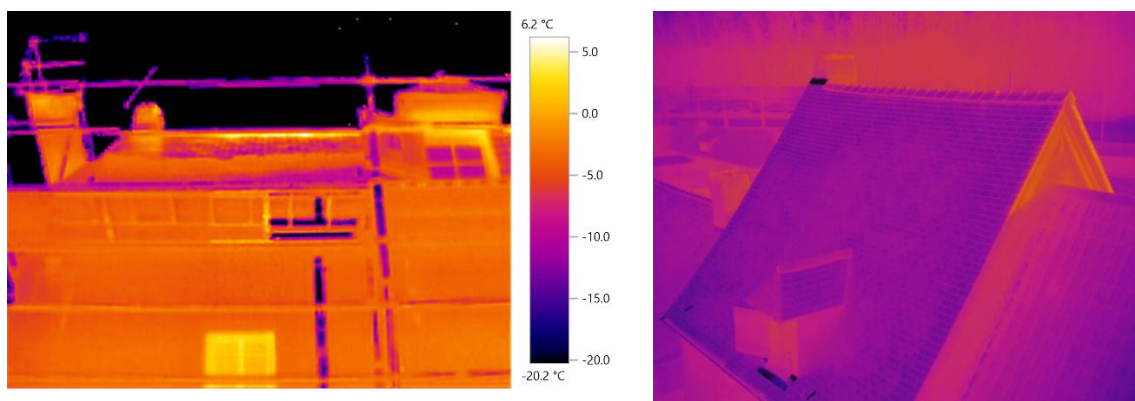
13°C). Waarschijnlijk ontsnapt er wel wat lucht bij de aansluiting van de nok, maar is de temperatuur van de nokpannen niet zoveel lager dan die van de leien.



Figuur 7. IR-beeld van de voorgevel: de nieuwe ramen presteren behoorlijk, behalve het raampje boven de voordeur. Dat heeft enkel glas, maar is wel voorzien van houten klaplukjes aan de binnenkant.

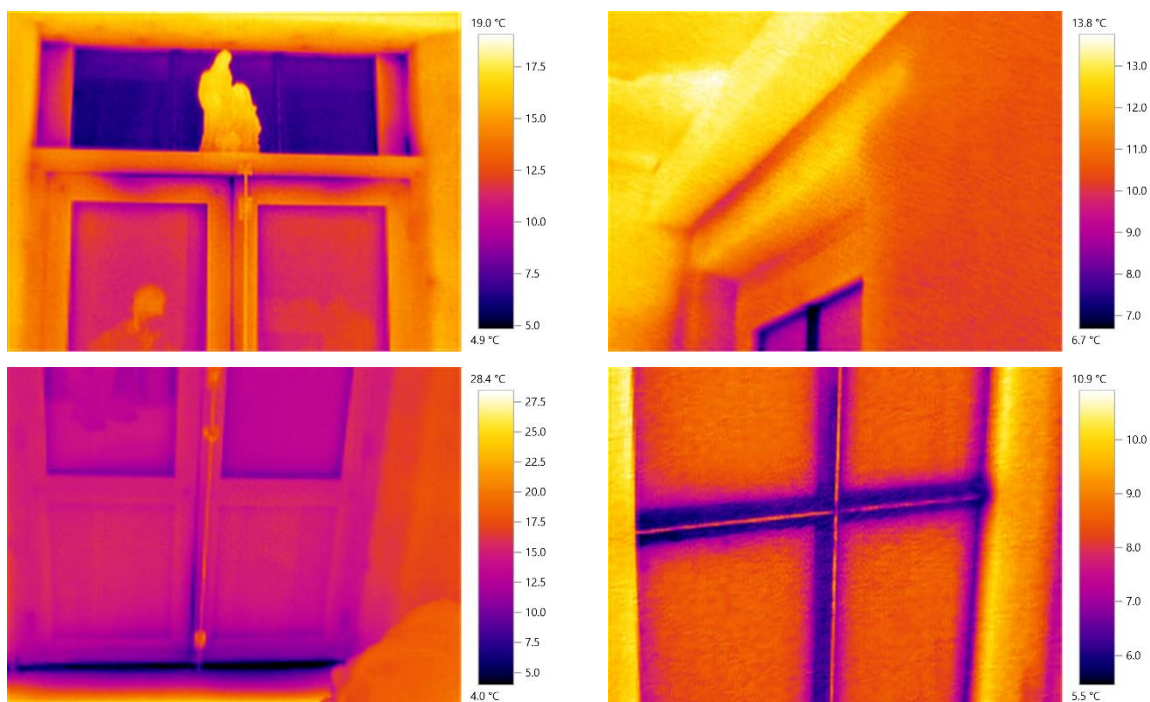


Figuur 8. Bij de voordeur tekenen de achterliggende stijlen zich af. Door het breken en verzakken van het linkerdeel van de dorpel is een spleet ontstaan. Blijkbaar trekt langs die spleet koude lucht naar binnen, zodat de linkeronderhoek van de deur een stuk kouder is dan de rest. Het kijkgaatje boven in de deur is dan weer een warm element.



Figuur 9. Links: gewone IR-opname van de voorgevel met zicht op het dak. Hoewel de scherpe hoek niet ideaal is voor de meting, lijkt het alsof het de isolatie in het dakvlak zeer effectief is, maar dat er bij de aansluiting aan de nok een koudebrug is. De onderste zone van het dak is bedekt met sneeuw. Rechts: 3D-drone-thermografie van het dak vanuit de lucht op een andere datum.

De onderstaand beelden tonen enkele bijzonderheden van de ramen (Figuur 10). Hoewel de sluiting van de deurramen in de tuingevels nieuw is en goed functioneert, is toch een suboptimale dichting vast te stellen. Ondanks de tochtborstel onderaan, is ook daar wel een koude strook zichtbaar, met een sterke gradiënt van ruim 25°C naar 5°C op die plaats in de dekvloer. De houten lateien van de ramen, die met het blote ook niet zichtbaar zijn aangezien ze ingepleisterd zijn, verschijnen wel in de IR-beelden als zones die thermisch beter presteren door de lagere warmtegeleiding van het hout.

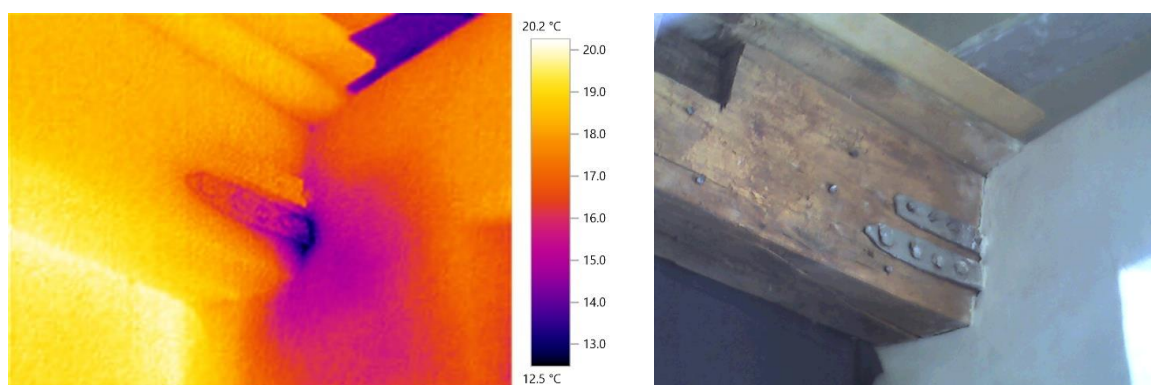


Figuur 10. Details van de ramen in IR. (opmerking: de spanjolet zit onderaan nog niet vast)

Als we in detail kijken naar de metalen verdeelroeden, dan zien we dat het metaal aan de binnenkant eigenlijk minder koud lijkt dan de stopverf. Waarschijnlijk heeft het metaal echter een lagere emissiviteit, dus we kunnen uit dat verschil geen conclusies trekken en fysisch is het logisch dat beide materialen quasi op dezelfde temperatuur staan. Condens op de stopverf kan theoretisch

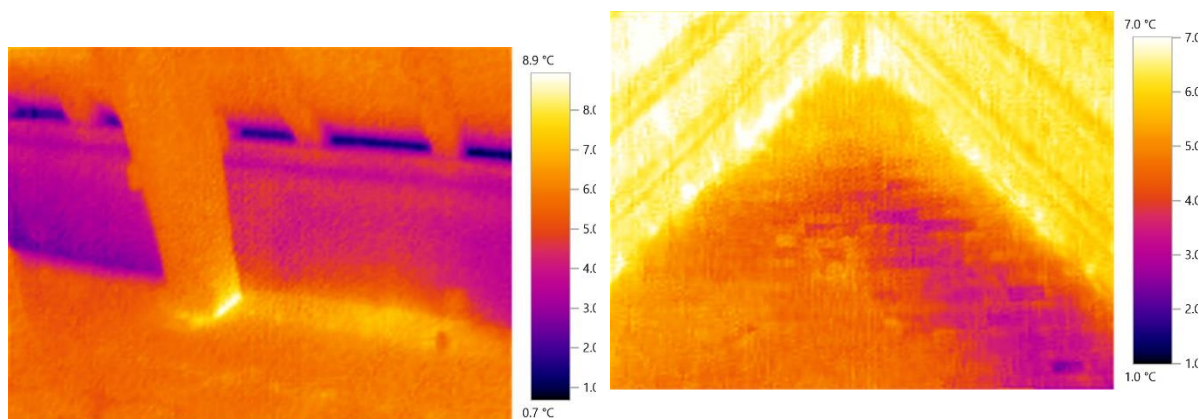
leiden tot schimmelvorming, maar hoogstwaarschijnlijk droogt ze voldoende snel op, zodat dit risico niet acuut wordt.

Het is evident dat de aanwezigheid van muurankers leidt tot koudebruggen. Dit bemoeilijkt nog de aansluiting van de balkoplegging in een buitenmuur, die sowieso al complex is. In Figuur 11 is het koudste punt ongeveer 13°C. Op dat moment was de binnentemperatuur ongeveer 18°C en de relatieve vochtigheid ongeveer 35%. Er is valt dus niet te vrezen voor condens (het dauwpunt bedraagt 3°C). Moest er langsheen dat anker een luchtstroom naar buiten plaatsvinden, dan kan er inwendig in de muur wel eventueel condens ontstaan.



Figuur 11. IR-opname van een balkkop met muuranker in de aanbouw tegen de achtergevel. Het buitenanker is zichtbaar in Figuur 6.

Op onderstaande beelden van de zolder is te zien dat de plaats waar het spantbeen de zondervloer doorboort aanleiding geeft tot een koudebrug, vermoedelijk veroorzaakt door een luchtlek waarlangs warmere lucht van de verdieping naar boven stroomt. De zijmuren van de zolder zijn behoorlijk koud, aangezien ze niet geïsoleerd zijn en boven de naburige huizen uitsteken (zie ook Figuur 1).

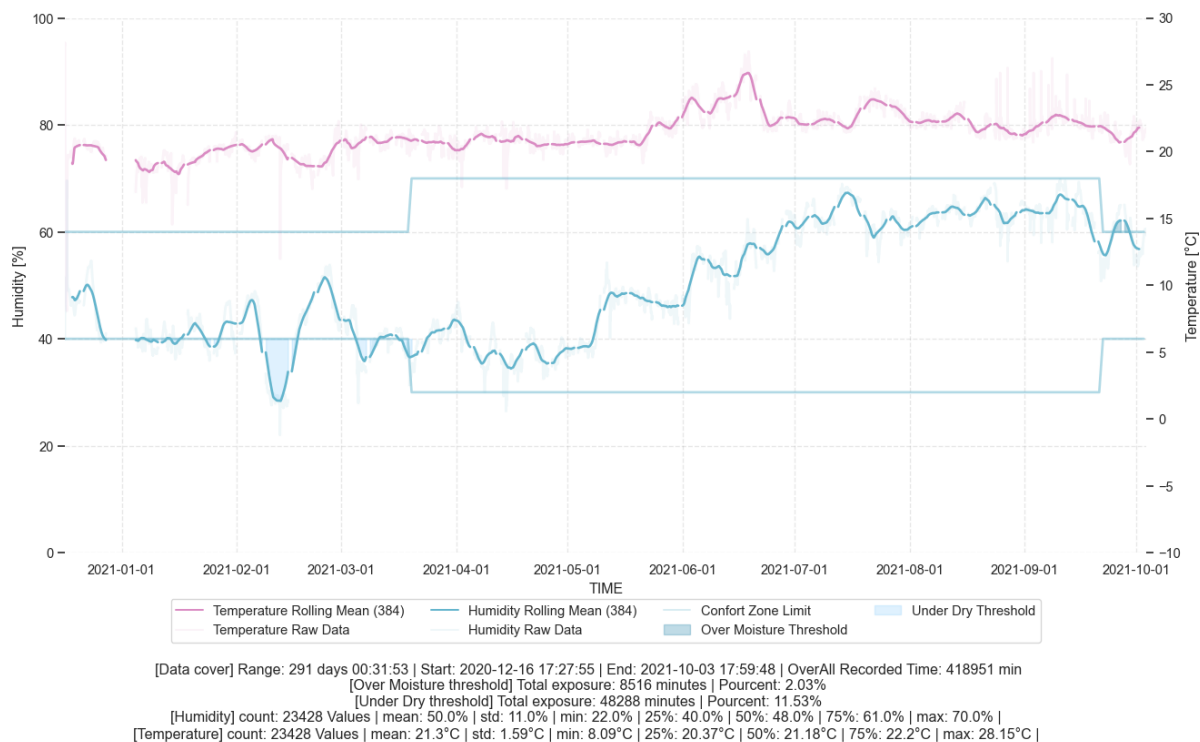


Figuur 12. IR-opnames van de zolder: links de achtermuur ter plaatse van het centrale spantbeen; rechts de uitstekende puntgevel.

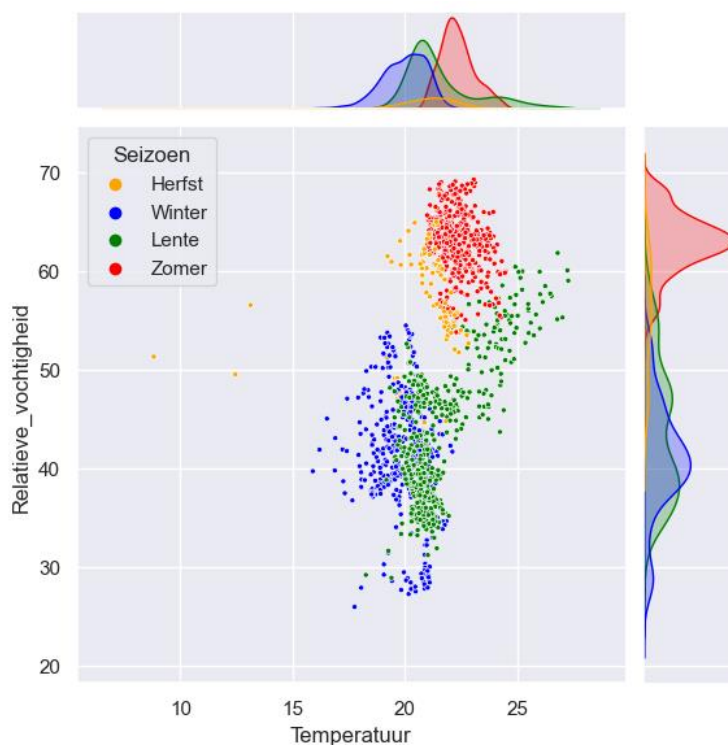
Binnenklimaat

In vier kamers zijn loggers geplaatst: in de leefruimte en de keuken beneden, en in de slaapkamer en de badkamer boven (Figuur 13 tot Figuur 20). In de slaapkamer werd bovendien een CO₂-meter geplaatst (Figuur 21). De gegevens zijn om de 15 minuten geregistreerd vanaf 17 december 2020. De vloerverwarming zorgt voor een comfortabele temperatuur in de leefruimte, zelfs tijdens de

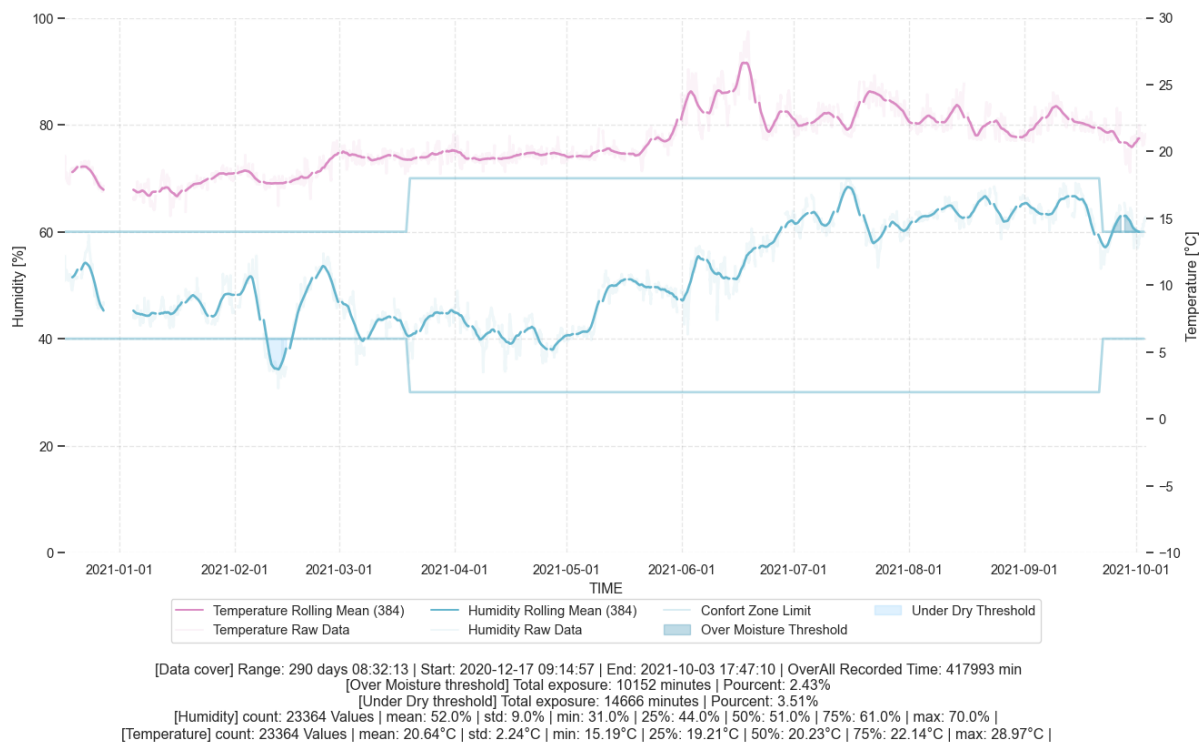
koudegolf rond 10 februari 2021 die in de grafieken zichtbaar is. De waarden voor relatieve vochtigheid op het gelijkvloers zijn mogelijk enigszins vertekend door het uitdrogen van de dekvloer en de pleister, maar de sterke val tijdens de koudegolf is duidelijk zichtbaar. Globaal schommelt de RV tussen 35 en 45 % in de living en tussen 40 en 50 % in de keuken. De waarde ligt in de slaapkamer doorgaans wel wat hoger: dat verklaart waarom daar soms condens kan optreden op de verdeelroedes in het venster. We observeren dat hier een verandering zichtbaar is na de koudegolf: de globale temperatuur wordt iets hoger, en in overeenstemming daarmee daalt de RV. Dit komt overeen met een iets hogere afstelling van de verwarming.



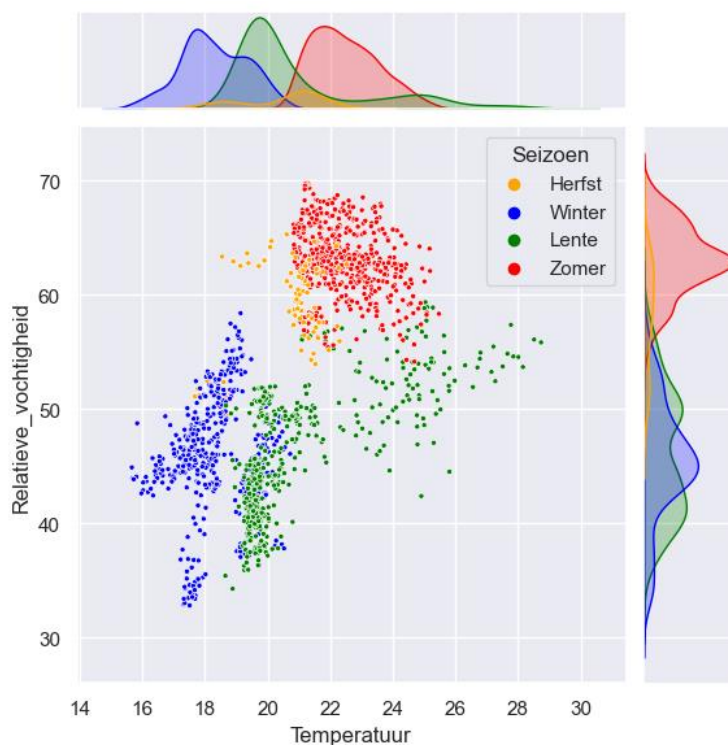
Figuur 13. Temperatuur en relatieve vochtigheid in de living : ogenblikkelijke en weekgemiddelde waarde.



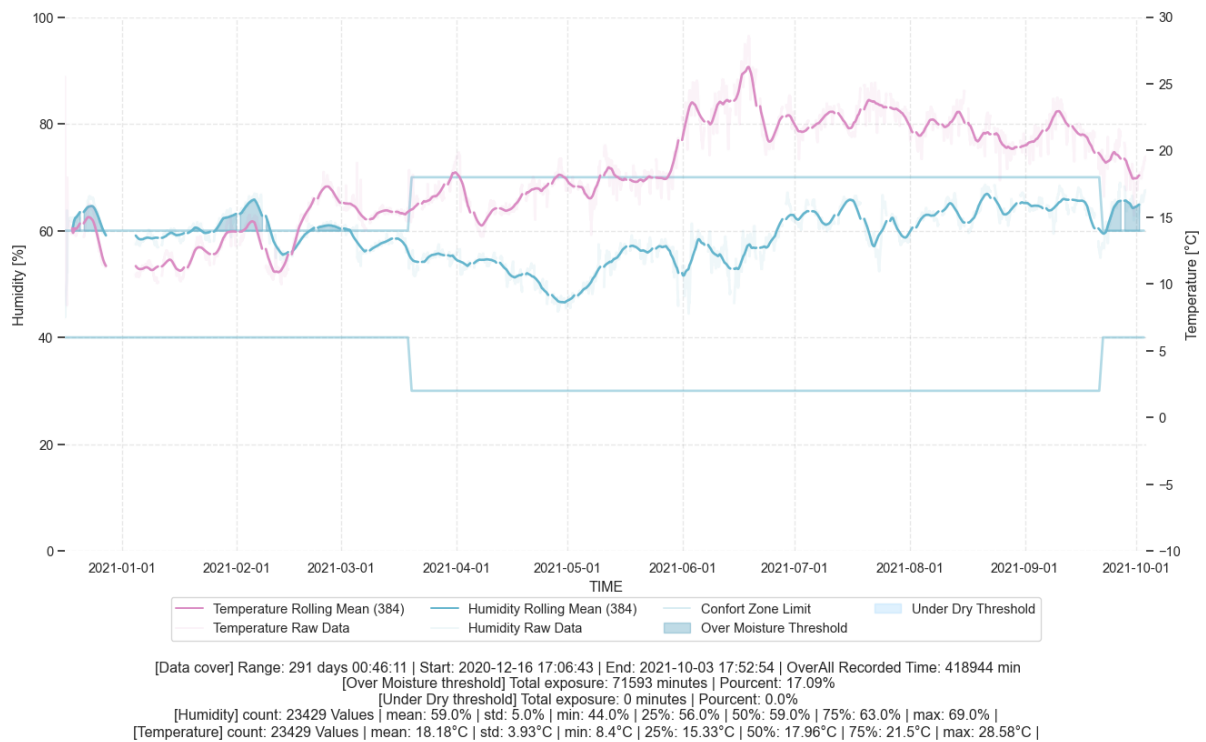
Figuur 14. Verband tussen temperatuur en relatieve vochtigheid in de living, opgesplitst per seizoen: meetpunten gemiddeld per tijdstap van vier uur en kansverdelingen voor beide variabelen apart.



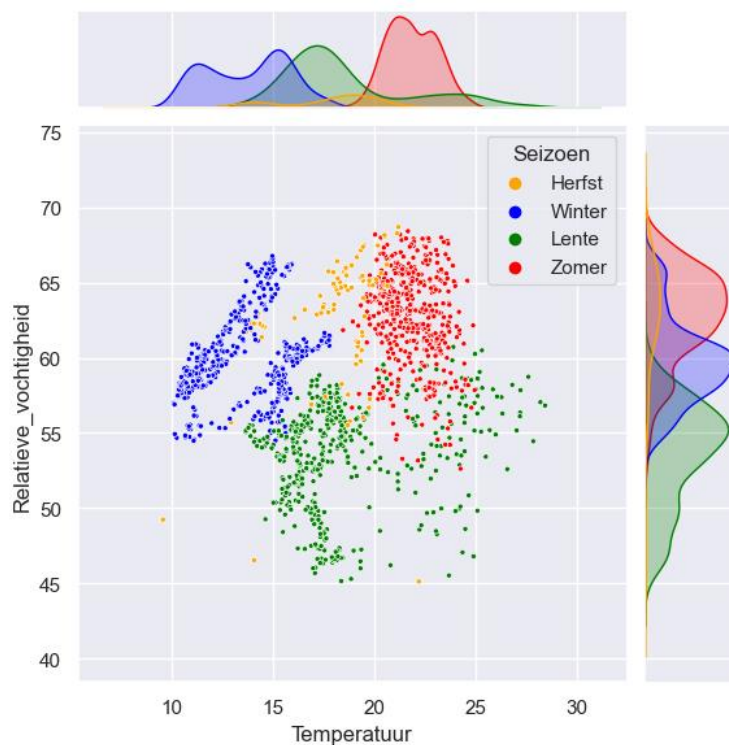
Figuur 15. Temperatuur en relatieve vochtigheid in de keuken: ogenblikkelijke en weekgemiddelde waarde.



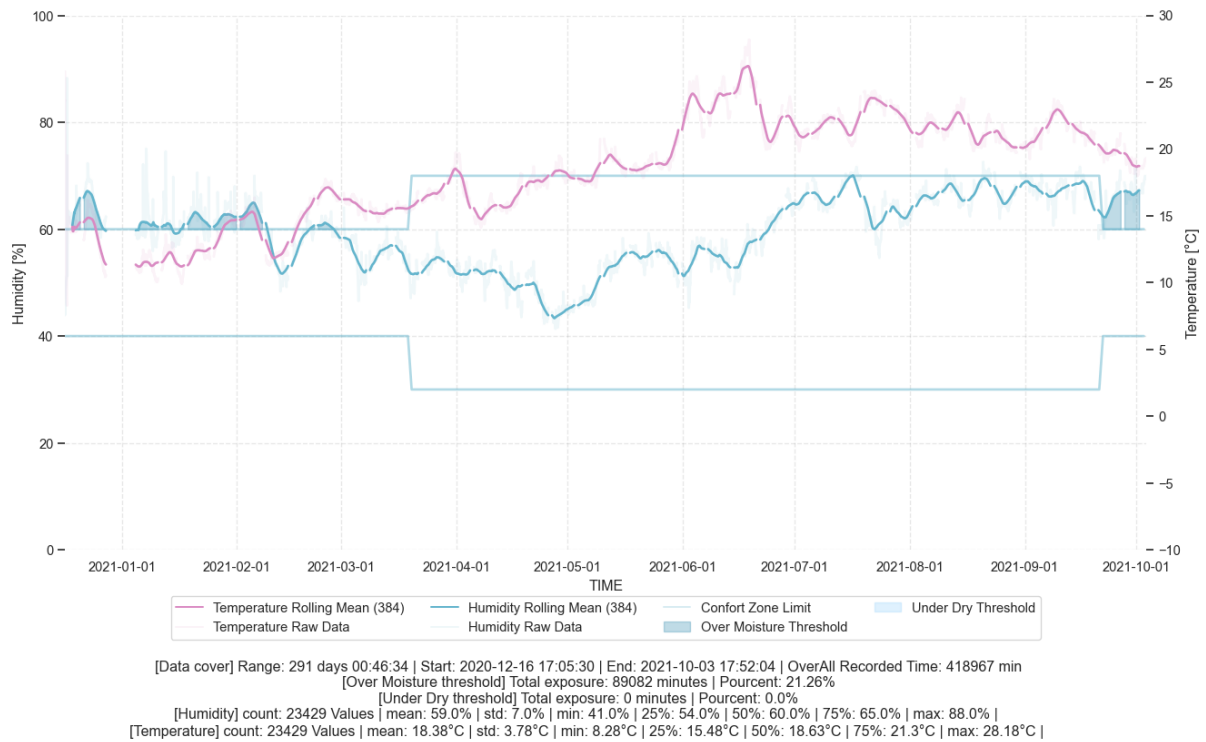
Figuur 16. Verband tussen temperatuur en relatieve vochtigheid in de keuken, opgesplitst per seizoen: meetpunten gemiddeld per tijdstap van vier uur en kansverdelingen voor beide variabelen apart.



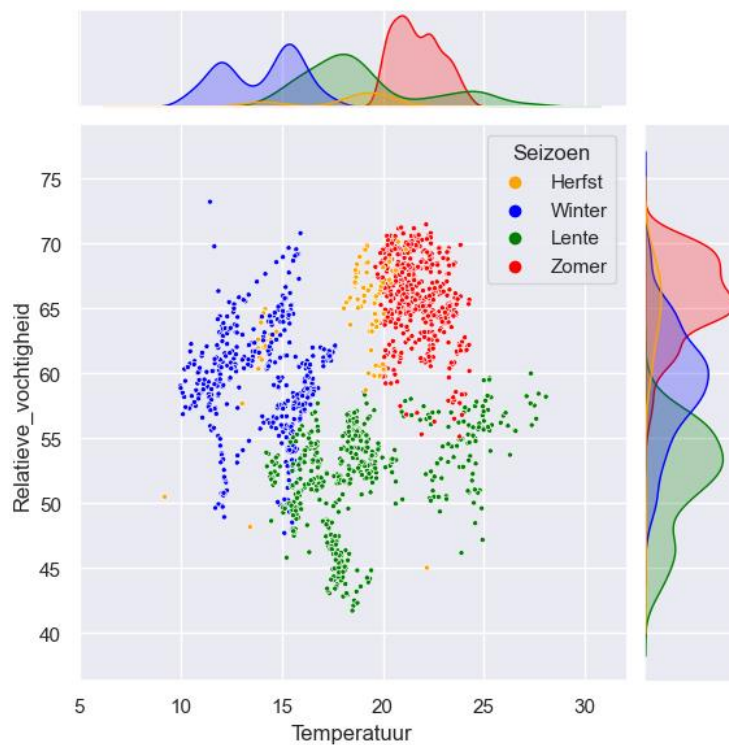
Figuur 17. Temperatuur en relatieve vochtigheid in de slaapkamer: ogenblikkelijke en weekgemiddelde waarde.



Figuur 18. Verband tussen temperatuur en relatieve vochtigheid in de slaapkamer, opgesplitst per seizoen: meetpunten gemiddeld per tijdstap van vier uur en kansverdelingen voor beide variabelen apart.



Figuur 19. Temperatuur en relatieve vochtigheid in de badkamer: ogenblikkelijke en weekgemiddelde waarde.

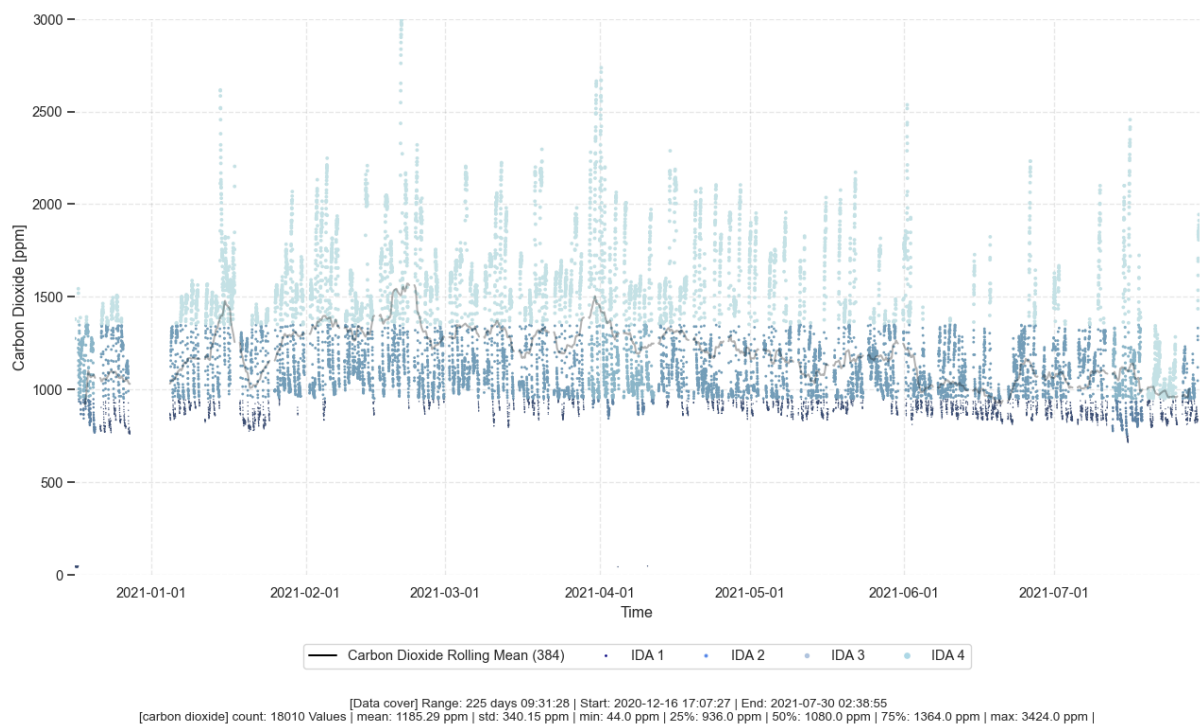


Figuur 20. Verband tussen temperatuur en relatieve vochtigheid in de badkamer, opgesplitst per seizoen: meetpunten gemiddeld per tijdstap van vier uur en kansverdelingen voor beide variabelen apart.

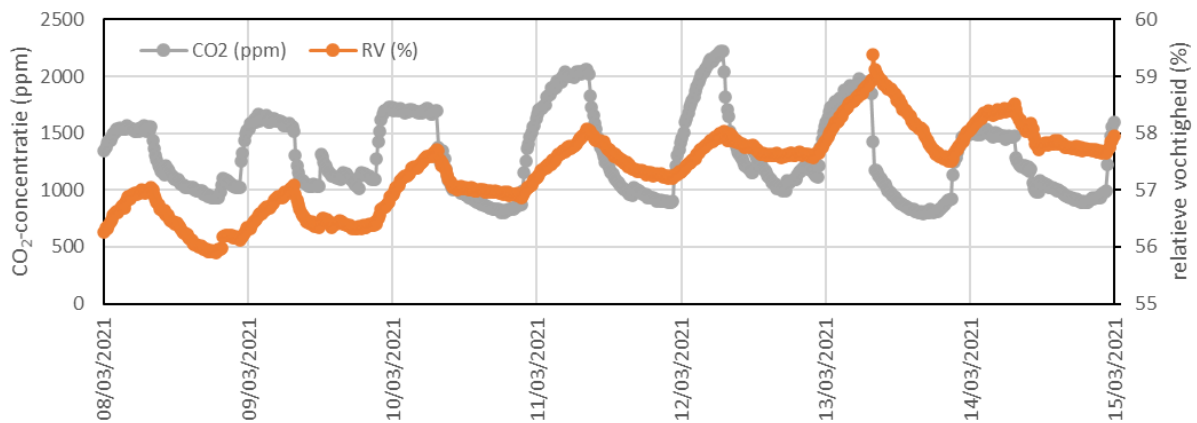
De CO₂-concentratie is een goede indicator voor de concentratie van bio-effluenten en geeft ook een idee van de effectiviteit van de ventilatie in het algemeen. Net als de RV vertoont het verloop van deze waarde in de slaapkamer een zaagtandprofiel dat de leefgewoontes van de bewoner(s) reflecteert. De grafiek van een willekeurige week in maart 2021 illustreert zo'n verloop (Figuur 22). Vanaf het moment van slapengaan neemt de concentratie toe om uiteindelijk een maximum te bereiken tegen de ochtend. Als dan 's morgens verlucht wordt (of de bewoner verplaatst zich gewoon naar de dagruimtes), daalt de concentratie terug naar het basisniveau.

Als richtlijn voor niet-residentiële gebouwen geldt 800 tot 1000 ppm voor goede luchtkwaliteit en 1100 tot 1500 voor aanvaardbare luchtkwaliteit (gebaseerd op NBN EN 13779:2004, tabel 9). Specifiek voor slaapkamers vermeldt de norm NBN EN 16798-1:2019 richtwaarden van 950 en 1350 ppm voor respectievelijk goed en aanvaardbaar. We moeten daarbij wel vermelden dat het meettoestel vlak naast het bed gepositioneerd was.

Nadat er in mei 2021 een tussentijdse bespreking is geweest van deze meetresultaten, heeft de bewoner beslist om tijdens de daaropvolgende warme maanden vaker te slapen met het raam op een kier en om 's morgens meer te verluchten. Kijken we naar het verloop van metingen over alle gegevens (Figuur 21), dan merken we daar effectief een daling van de gemiddelde concentratie vanaf de maand juni 2021. Eén van de gevolgen van het gebruiken van deze historiserende nieuwe houten ramen, is dat je ze niet in een kipstand kunt zetten.



Figuur 21. CO₂-concentratie in de slaapkamer.



Figuur 22. Verloop van de CO₂-concentratie en de relatieve vochtigheid (RV) tijdens een willekeurige week in maart 2021.

Verbruiksgegevens

Er waren in de voorgaande toestand twee gaskachels aanwezig in het huis: één in de woonkamer en één in keuken. In de badkamer was er een elektrische bijverwarming. De huidige bewoonster heeft van die oude installatie nooit gebruik gemaakt, zodat een vergelijking met het vroegere energiegebruik moeilijk is.

De enige informatie waar we over beschikken, is een afrekening van het aardgas van de winter 2020-2021. In dat stookseizoen werd 18 587 kWh aan gas verstoekt. Gecorrigeerd naar een standaardjaar aan de hand van de graaddagenmethode, betekent dat 18 749 kWh per jaar. Per eenheid van nuttig vloeroppervlak komt dat neer op 116 kWh/m²jaar indien we de zolder bij het nuttig oppervlak mee rekenen. Doen we dat niet, wat volgens de EPB-regels niet correct is maar wel meer realistisch, dan ligt het verbruik op 156 kWh/jaar.

De theoretische berekende energiebesparing door beter isolatie, bedraagt 34 MWh/jaar. Dat is een zeer grote besparing ten opzichte van het werkelijke verbruik. Het is dan ook wellicht een overschatting, omwille van het zogenaamde *energy savings deficit*.

Schatting impact en besluit

Ondanks het feit dat het gaat om een zware renovatie (quasi volledige vervanging van vloeren, schrijnwerk en dak), heeft de woning zijn authentiek karakter niet verloren. Deze uitstraling is deels te danken aan de gevoelige keuze voor materialen en de detaillering, die een compromis vormen tussen de wensen van de bewoner en de richtlijnen van de overheid en die gebaseerd is op voorafgaandelijk wetenschappelijk onderzoek. De toegepaste maatregelen zijn oordeelkundig gekozen. De verhoging van het dakvlak door het aanbrengen van isolatie stoort visueel niet erg en is op bouwfysisch vlak positief. De keuze voor historiserende nieuwe raamprofielen en glas maakt wel dat de prestaties onder die van hedendaagse nieuwbouw-ramen liggen wat betreft luchtdichtheid en thermische prestaties in het algemeen. We konden een aantal koudebruggen lokaliseren, maar behalve ter plaatse van de metalen verdeelroedes wordt daarbij geen risico op condens verwacht.

De warmteverliezen naar boven toe zouden nog kunnen verminderen als de zoldervloer meer geïsoleerd zou worden of als de muren van de zolder aan de binnenzijde geïsoleerd zouden worden.

Bij dat laatste is wel voorzichtigheid geboden voor de zuidelijke muur, die sterk blootgesteld is aan regen en dus aan risico op vorstschade.

De ventilatie van de slaapkamer 's nachts is niet optimaal. Een gestuurde aanvoer van verse lucht doorheen de gebouwschil is hier niet evident. Misschien is het mogelijk om door mechanische afvoer in de badkamer in combinatie met het controleren van luchtlekken te komen tot een verhoogd ventilatievoud van de slaapkamer en daardoor een betere luchtkwaliteit. De afvoer zou vraaggestuurd kunnen zijn en bv. werken met een CO₂-sensor in de slaapkamer of een RV-sensor in de badkamer of de keuken. Voor aanvoer kan gerekend worden op lucht die in de hal toegevoerd wordt en via de spleet onder de deur de slaapkamer binnenkomt.

Referenties

CHE STUDIE Heilige Geesstraat 12 - Begijnhof Diest, Team van Meer, 2018

Premiedossier interieur, ingediend bij het Agentschap Onroerend Erfgoed in 2019

Filip Dobbels, RenoFase WP4: Coördinatie van doorgedreven stapsgewijze renovatie, Deliverable D4-2, Detaillering van binnenisolatie, praktijkgids (p. 60 en pp. 131-186), WTCB, 2017