Projectfiche 3: la nouvelle maison, Tervuren

Gegevens

Gebouwtype	open bebouwing
Functie vóór renovatie	woning
Functie na renovatie	woning
Bescherming	Beschermd monument sinds 1994 (09-11-1994 aanduidingsobject ID: 206, besluit ID 2772)
Vloeroppervlak verwarmde ruimte na renovatie	525 m² (inbegrepen de kelder)
Vermindering transmissieverliezen door renovatie	13 MWh/jaar
EPC-kengetal vóór renovatie	niet bekend
EPC-kengetal ná renovatie	niet bekend

Figuur 1. Zuidwestgevel tijdens de werken (februari 2021).

Figuur 2. Noordoostgevel tijdens de werken (februari 2021).

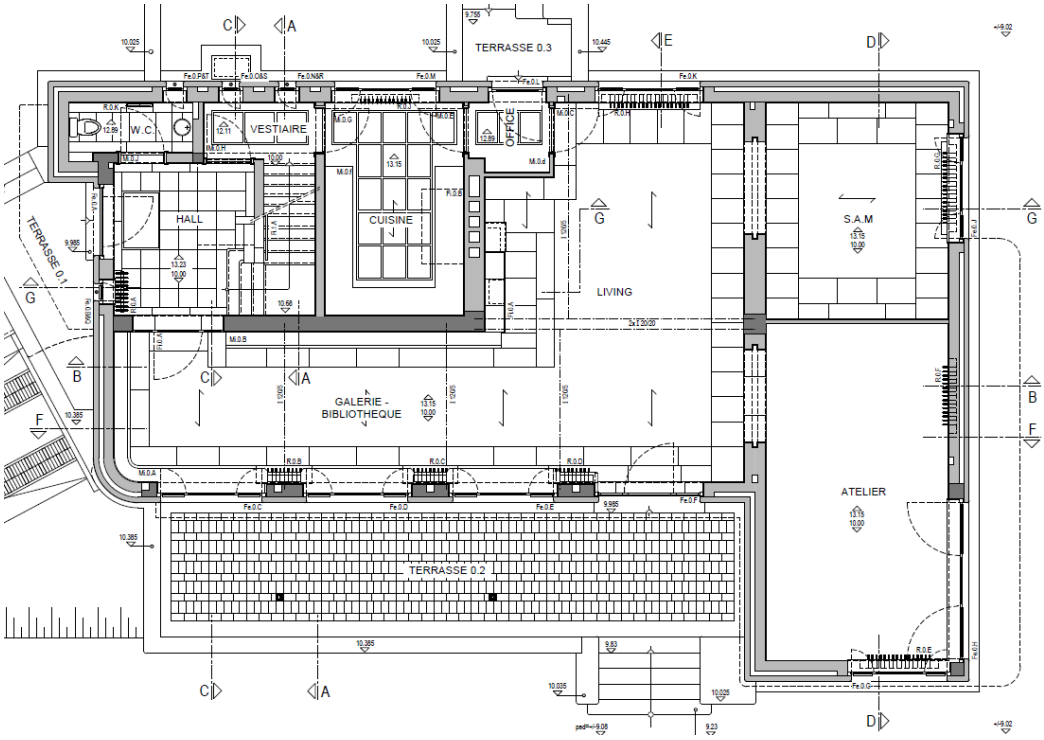
Beknopte beschrijving

La nouvelle maison is in 1927 door Henry Van de Velde gebouwd. Het is de laatste van drie woningen die hij voor zichzelf en zijn familie ontwierp. De woning bestaat uit een kelderniveau en twee bovengrondse bouwlagen onder plat dak: de utilitaire ruimtes in de kelder, het daggedeelte op het gelijkvloers en het nachtgedeelte op de verdieping.

Het kelderniveau is opgetrokken in beton; de bovengrondse constructie is gemaakt in metselwerk. De metselwerkmuren hebben een smalle spouw van ongeveer 5 cm breed. De vloeren zijn deels in gewapend beton en deels in houten balklagen. Het plat dak heeft een structuur in gewapend betonnen T-elementen en heeft rondom een brede kroonlijst. Ook de balkons zijn uitgewerkt in beton. De garage is half ondergronds. Het originele schrijnwerk is in staal (gevat in houten kaders); enkele van de ramen waren bij een vroegere renovatie vervangen in aluminium.

Het huis was bewoond tot eind 2015, het jaar waarin het verkocht werd aan de huidige eigenaars. Zij hebben een restauratieproject opgestart dat uitgewerkt werd door architectenbureau Arsis en dat oorspronkelijk voorzien was om uitgevoerd te worden in 2017 tot 2018, maar dat uiteindelijk gestart is in 2020. Het interieur werd ontdaan van storende toevoegingen, beton en metselwerk werden hersteld. De laatste fase van de ruwbouw, in 2021, bestond/bestaat hoofdzakelijk uit het herstel van

schrijnwerk en van de originele rolluiken. Daarna is nog een belangrijk luik intererieurwerken voorzien, waarbij de originele afwerkingstechnieken grotendeels opnieuw toegepast zullen worden. Het einde van de werken is voorzien eind 2021 of begin 2022.



Figuur 3. Opmetingsplan gelijkvloers (ARSIS)

Energiebesparende maatregelen

Uitgevoerd of gepland

Dak

Het plat dak was reeds geïsoleerd vóór de start van het project: volgens een bewaard plan is er ruim 10 cm isolatiemateriaal op het beton geplaatst. De precieze samenstelling is niet bekend.

Het dak is opgebouwd uit T-vormige ribben in ter plaatse gegoten beton. Daaronder is een vlak plafond in bepleisterd lattenwerk aangebracht. Doordat de T's doorlopen tot tegen de randbalk, zijn er structurele koudebruggen. Die zijn geïsoleerd door ter hoogte van de T-caissons een gat in het plafond te maken met een klokboor en doorheen dat gat PUR-schuim te spuiten tot tegen de betonnen randbalk en de T's.

Muren

De binnenkant van de buitenmuren wordt achter de radiatoren plaatselijk geïsoleerd met een dunne opgekleefde plaat en een reflecterende folie of verf. Waar mogelijk worden verticale leidingkokers, die ingewerkt zijn in het binnenspouwblad, geïsoleerd (Figuur 4 en Figuur 3 (plan)).

Figuur 4. Vrijgemaakte leidingkoker in bibliotheek die aan de binnenkant geïsoleerd wordt.

Figuur 5. Detail van condensgootje onderaan een raam dat hersteld en opnieuw geplaatst is. Centraal in de opengaande vleugel is een afvoergaatje voorzien.

Ramen en deuren

De originele ramen en deuren worden behouden. De recentere aluminium ramen zijn verwijderd en vervangen door nieuwe stalen ramen naar historisch model. Het gaat om de vier ramen op de verdieping in de zuidwestgevel. Het glas wordt overal vervangen (behalve in de kelder en de traphal) door ofwel gelaagd glas ofwel dun dubbel glas waarvan één blad getrokken is. De U-waarde van dat nieuwe glas is 3 W/m²K volgens de architect. Aangezien daardoor het risico op condens aanzienlijk blijft, is veel aandacht besteed aan het uitboren van de afloopgaatjes onderaan de ramen, die het water evacueren naar een druiplijst buiten.

De ramen van het gelijkvloers hebben ingewerkte houten rolluiken die behouden blijven en hersteld worden om volledig functioneel te zijn.

De thermische prestaties van de ramen worden verder nog verbeterd door het herplaatsen van gordijnen naar een nieuw ontwerp uitgewerkt in een ontwerpwedstrijd van studenten textielontwerp van het KASK in Gent. De originele plaats waar gordijnstokken bevestigd waren, is nog aanwezig. De keuze van het type textiel wordt afgestemd op de thermische functie. De samengepakte geopende gordijnen gaan uiteraard wel licht wegnemen en de raamopening visueel verkleinen, aangezien ze tussen de beide dagkanten zitten. De gordijnen zijn gepositioneerd boven de raamtablet en niet ervóór, wat uit het oogpunt van convectie goed is.

Verwarming

Het oorspronkelijke systeem was een hydronisch open systeem met thermosyphon, gestookt met steenkool (kolenkelder naast de stookplaats). Bij zo'n systeem gebeurde de circulatie door natuurlijke convectie in het buizensysteem. Om dat te doen werken, moeten variabele buizendiameters worden gebruikt en moeten er kleine hoogteverschillen zijn tussen inlaat en uitlaat van de gietijzeren radiatoren. Er was dus geen pomp aanwezig (niet courant voor WOII) maar wel een open expansievat om de uitzettingen op te vangen. Zo'n open expansievat kon helaas wel aanleiding geven tot veel zuurstof in de leidingen en dus corrosie. In dit geval zijn de leidingen zeer goed bewaard en worden ze behouden; de ketel is vervangen door een HR-gasketel en het systeem

wordt deze keer gesloten uitgewerkt, met een pomp, die echter zal werken aan lage snelheid. De keteltemperatuur blijft dus relatief hoog in vergelijking met hedendaagse systemen.

Ventilatie en luchtdichtheid

Waar spleten en kieren zichtbaar en bereikbaar zijn, worden ze gedicht, maar er blijven veel kritische punten. De ramen sluiten koud metaal op metaal, dus zonder flexibele afdichting. Bij de originele ramen is de sluiting in het algemeen zeer goed, maar bij de nieuwe vervangramen naar origineel model waren er te brede kieren (2 mm). Op het moment van ons laatste werfbezoek was nog niet duidelijk of deze ramen opnieuw gemaakt zouden worden, dan wel toch met rubber zouden worden afgedicht.

Er zitten ook spleten tussen de houten kaders en de stalen ramen. Ook hier was nog discussie of ze zouden open blijven of opgespoten met siliconenkit.

Niet uitgevoerd of gepland

Dak

Er wordt geen extra isolatie op de bestaande isolatie geplaatst o.w.v. de dikte: op dit moment blijft slechts een minimale opstand van minder dan 10 cm over.

Muren

De muren hebben een open luchtspouw van ongeveer 5 cm tussen een steens binnenblad en een halfsteens buitenblad. Aan raam- en deuropeningen is de spouw gesloten, zodat er rondom de ramen en deuren eigenlijk overal structurele koudebruggen zijn. Er is overwogen om de spouw op te vullen met isolatie, maar uiteindelijk is ervoor gekozen om dit niet te doen. Het risico op vochtdoorslag wordt te hoog ingeschat en de mogelijke winst te laag om dit risico te verantwoorden. Het droog blijven van het binnenspouwblad wordt prioritair beschouwd.

Vloeren

De vloeren van de kelder zijn originele voeren op volle grond en worden niet geïsoleerd. De betonnen vloer tussen gelijkvloers en kelder wordt eveneens niet geïsoleerd.

Ventilatie en luchtdichtheid

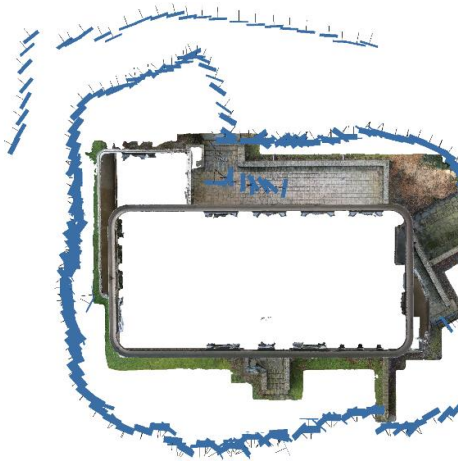
Er wordt geen algemeen ventilatiesysteem voorzien.

Metingen

Geometrie[1]

De buitengevels van de villa werden gefotografeerd in januari 2018. Op basis van 342 foto's werd d.m.v. het softwareprogramma Agisoft Photoscan een model van de buitengevels opgemaakt in de vorm van een driedimensionale hoge-resolutie-puntenwolk (Figuur 6, Figuur 7 en Figuur 8). De puntenwolk werd geheroriënteerd en verschaald aan de hand van referentiepunten die opgemeten werden met een Leica s910 distometer.

[1] Voor de uitgebreide beschrijving van de procedure: zie Dubois, De Bouw & Vanhellemont, La Nouvelle Maison, Tervuren, Proefverslag, WTCB, 2018.

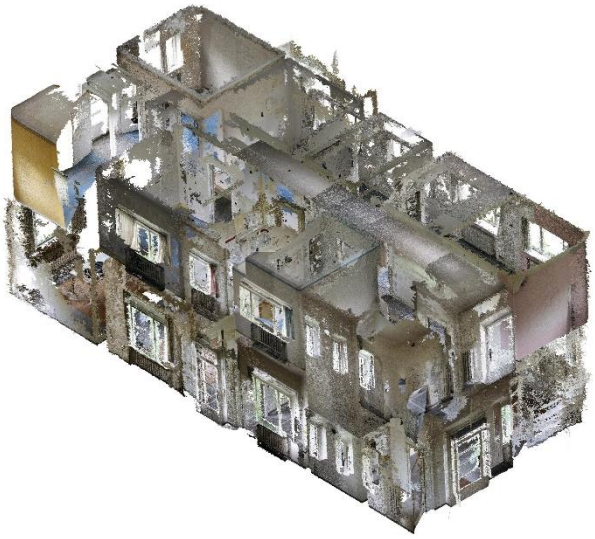


Figuur 6. Locaties van de opnames om het 3D model van de buitenzijde van het gebouw op te maken (342 foto's)

Figuur 7. Hoge-resolutie-puntenwolk van de eerste opmeting

Figuur 8. Detail van de puntenwolk: zicht op de inkom en het terras.

Tijdens het tweede bezoek werden de binnenruimten van het gelijkvloers en de eerste verdieping gedetailleerd gefotografeerd. Aan de hand van 644 foto's kon een gedetailleerd 3D-model van de binnenruimtes opgemaakt worden (eveneens in de vorm van een puntenwolk) (Figuur 9). Er dient rekening mee gehouden te worden dat een multiview-fotogrammetrie niet ideaal is voor het interieur, hetgeen verklaart dat dit tweede model een lagere kwaliteit heeft dan het model van de eerste opmeting. Desalniettemin kan ook uit dit model interessante informatie gehaald worden.



Figuur 9. Puntenwolk op basis van opmeting nr.2

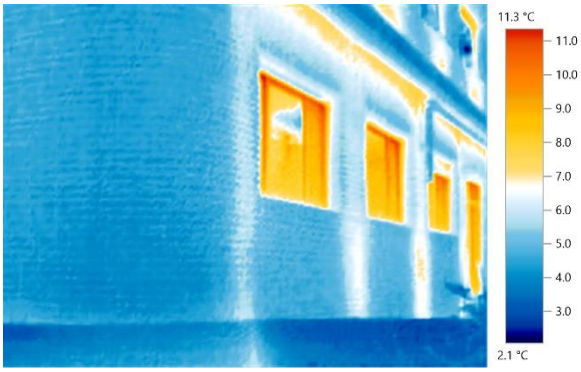
De twee puntenwolken werden samengevoegd op basis van homologe punten die in beide modellen geïdentificeerd konden worden. De bekomen puntenwolk laat toe om sneden en plannen te maken en in detail alle muur- en vloerdiktes te bepalen. Een gedetailleerde opmetingen was hier reeds gemaakt door het architectenbureau, maar het model laat enerzijds toe om afwijkingen en eventuele scheefstanden te identificeren, en anderzijds blijft het een waardevolle documentatie met veel bijkomde informatie over kleuruitzicht en textuur.

Figuur 10. Plan van het gelijkvloers met een overgelegde laat op basis van de puntenwolk. Ter hoogte van het atelier (rechts op de figuur) is er een afwijking tussen de scans en de plannen.

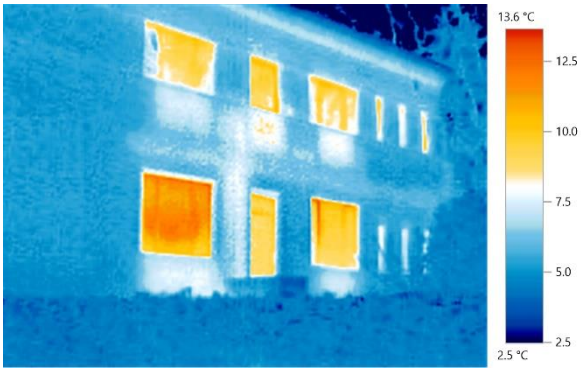
IR-thermografie

Er zijn 3 series metingen uitgevoerd die samen een goed beeld gevel van de structurele en geometrische koudebruggen:

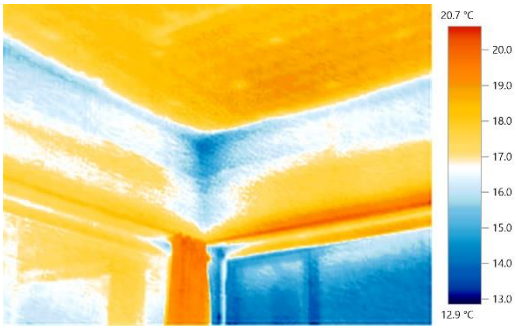
- bij de blowerdoortest in mei 2016 door een externe firma (zie lager)
- op 30-01-2018, vóór de werken (buiten: 3°C, binnen 20°C)
- op 16-02-2021, tijdens de werken (buiten: 3-6°C, binnen 20°C)



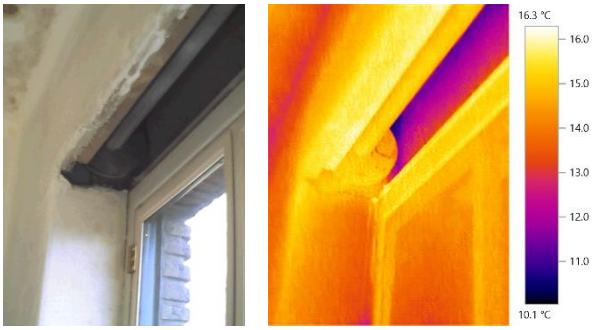
Figuur 11. Gevel van de bibliotheek: koudebruggen ter hoogte van de leidingenkokers en betonnen lateien boven de ramen (30-01-2018)



Figuur 12. NO-gevel toont horizontale structurele koudebruggen t.h.v. de vloeren en het plat dak, de vlakken waarachter radiatoren aanstaan en verticaal de locatie van stijgleidingen (30-01-2018).



Figuur 13. Oostelijke hoek van het atelier: combinatie van structurele en geometrische koudebrug t.p.v. betonnen latei die boven de rolluikkasten zit (30-01-2018)



Figuur 14. Rolluikkasten tijdens de restauratie (16-02-2021)

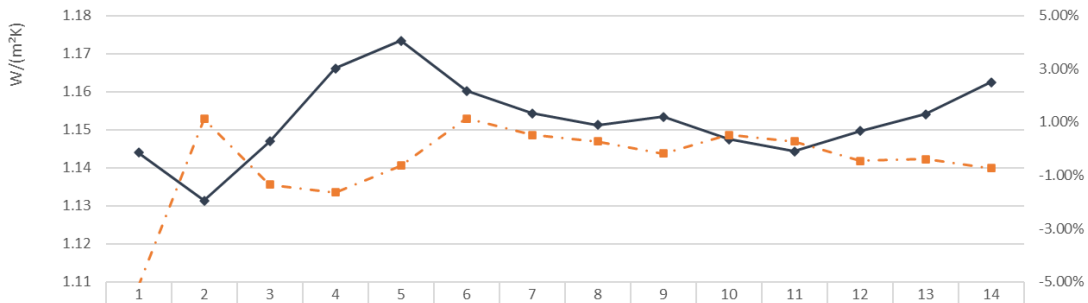
Luchtdichtheidsmetingen

Een meting werd uitgevoerd in 2016 door BlowerTechnic. De blaasdeur was geplaatst in de achterdeur (noordoostgevel). De buitentemperatuur bedroeg 3°C, de binnentemperatuur 11°C. De dampkap werd uitgezet en de open haard afgesloten. Resultaat: n_{50} = 3.91 1/h; v_{50} = 6.94 m³/m²h. De belangrijkste lekken werden geïdentificeerd aan de hand van rookmetingen en IR-opnames: de randen van de ramen, de onderkant van de deuren, de openingen van de rolluiklinten.

Een nieuwe proef van de gerenoveerde toestand is voorzien op het moment dat de werken aan de gebouwschil voltooid zijn. Dit zal vermoedelijk eind 2021 gebeuren.

U-waardemetingen

Aangezien de warmteverliezen door een ongeïsoleerde spouwmuur moeilijk in te schatten zijn, o.a. door het effect van luchtverplaatsingen en onregelmatige dikte in de spouw, werd beslist om een meting te doen op de noordoostelijke buitenmuur van de eetkamer in het midden van de muur op ongeveer 1m hoogte. De procedure volgt de Europese norm EN ISO 9869-1. De meetperiode duurde van 10 tot 25 februari 2018. Zoals te zien is in de figuur, is de U-waarde ongeveer 1.15 W/m²K. Ter vergelijking: theoretisch zou je van een massieve muur van 30 cm baksteen een waarde van ongeveer 1.7 W/m²K verwachten, wat heel wat slechter is. Als je volgens dezelfde methode (zoals in EPB-berekeningen) een luchtspouw inrekent, kom je uit rond 1.2 W/m²K, wat dicht aanleunt bij de gemeten waarde. Stel dat men zou kiezen voor het navullen van de spouw met een isolatiemateriaal met lamba-waarde 0.6 W/mK, dan zou de U-waarden kunnen dalen tot 0.7 W/m²K. Dat is uiteraard veel beter, maar nog steeds hoger dan de richtwaarde 0.55 W/m²K voor renovatie die we terugvinden in de EPB-regelgeving (maximale U-waarden volgens EPB-besluit vanaf 2018).



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
U value (estimator)	1.14	1.13	1.15	1.17	1.17	1.16	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.15	1.15	1.16
24h R Variation	-5.15%	1.11%	-1.35%	-1.64%	-0.63%	1.14%	0.52%	0.27%	-0.19%	0.51%	0.27%	-0.46%	-0.38%	-0.73%

Figuur 15. Resultaat van de metingen van de U-waarde op de ongeïsoleerde spouwmuur van de eetkamer.

Binnenklimaat

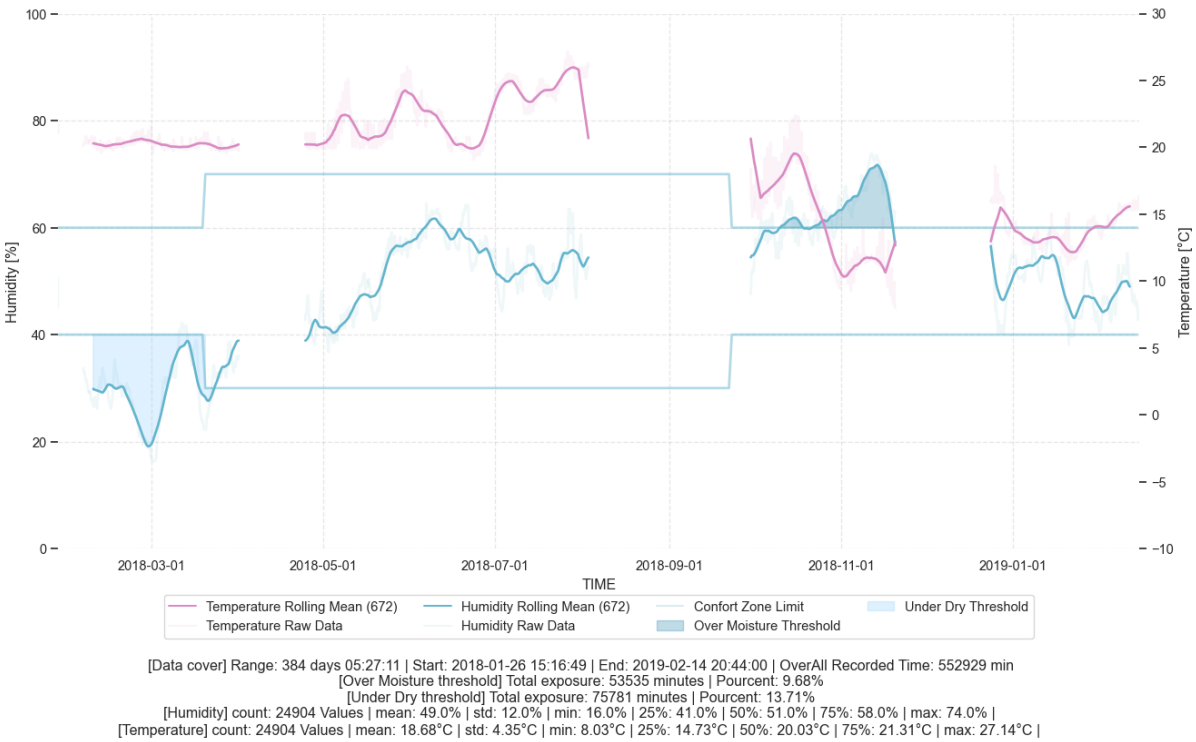
Vanaf februari 2018 tot februari 2019 stonden klimaatloggers opgesteld op volgende plaatsen:

- de inkomhal (T)
- de woonkamer en de keuken op het gelijkvloers (T, RV) (Figuur 16 tot Figuur 19)
- twee slaapkamers op de verdieping: de meest oostelijke en de meest westelijke die tevens de grootste is (T, RV) (Figuur 20 tot Figuur 23)
- buiten aan het terras van de NO-gevel (T en RV)

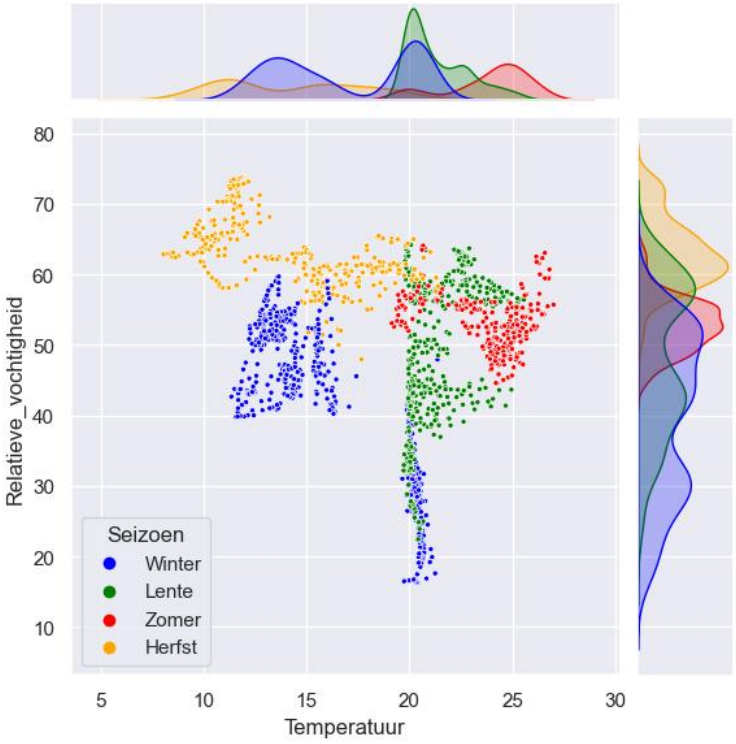
Tijdens die hele periode was de huis niet bewoond maar wel verwarmd tot een bepaald niveau om eventuele vochtproblemen te vermijden. Uit deze data kunnen we onder meer opmaken dat met het toegepaste regime tijdens de winter 2017-2018 een vrij constante temperatuur bereikt werd van ongeveer 20°C in de leefruimten en 16-18°C in de slaapkamers. Tijdens de daaropvolgende winter werd de lat wat lager gelegd: de leefruimtes stonden toen op 14-18°C en de kamers op 9-14°C. Voor zover gekend was de keteltemperatuur 65°C en uit de IR-foto's blijkt dat de gietijzeren radiatoren tijdens die eerste winter op de verdieping een oppervlaktetemperatuur hadden tussen 40 en 45°C en op het gelijkvloers tussen 43 en 47°C.

In de winter is er duidelijk een risico is op zeer lage waarden van de RV doordat de ruimte verwarmd wordt en de luchtddichtheid niet zo goed is. De situatie is enigszins vertekend, omdat er bij normaal

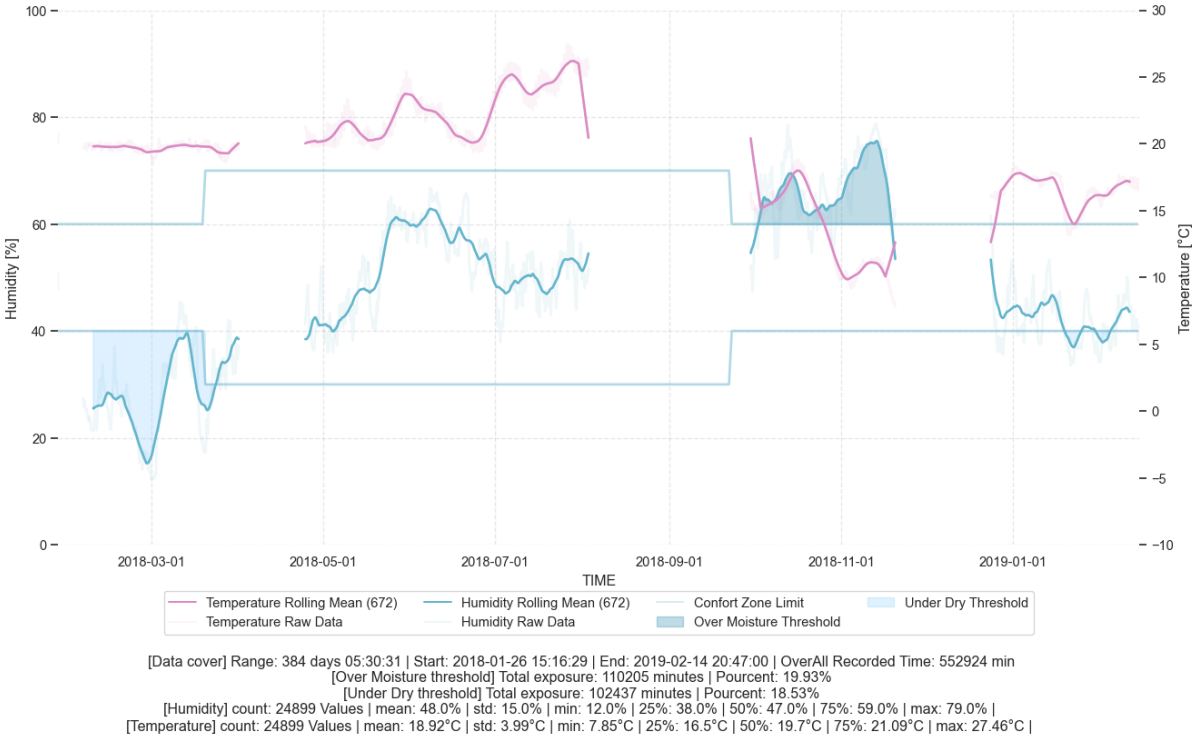
gebruik wel vochtproductie is door de bewoners, maar het is zeker een relevant gegeven voor de conservering van het interieur.



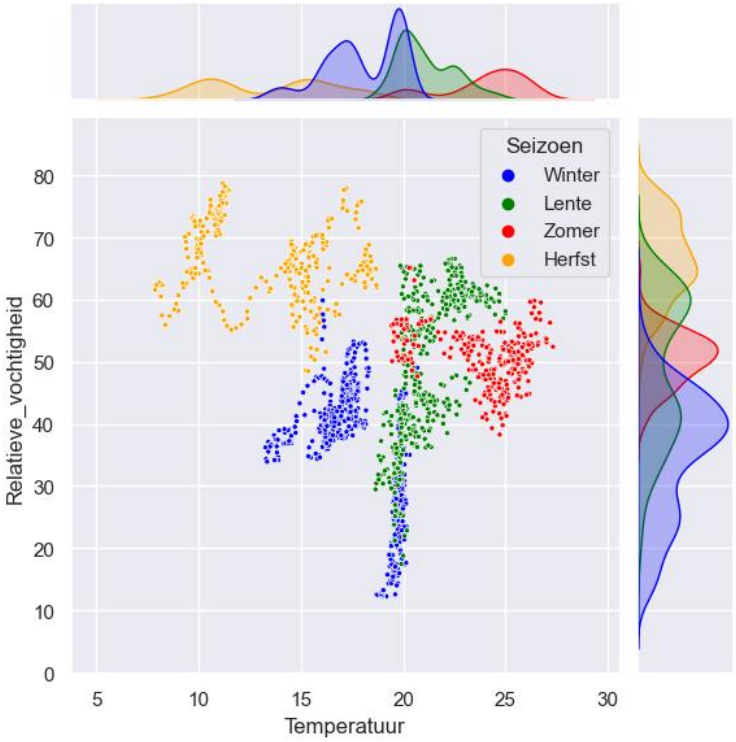
Figuur 16. Temperatuur en relatieve vochtigheid in de living: ogenblikkelijke en weekgemiddelde waarde.



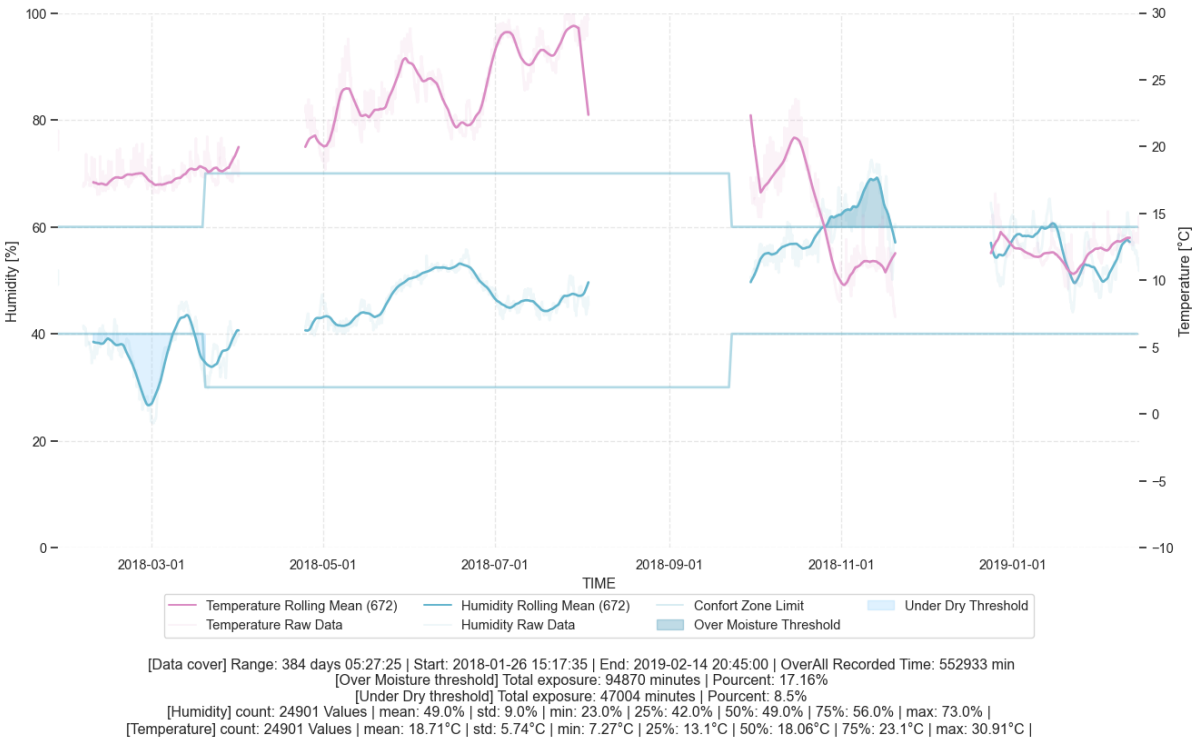
Figuur 17. Verband tussen temperatuur en relatieve vochtigheid in de living, opgesplitst per seizoen: meetpunten gemiddeld per tijdstap van vier uur en kansverdelingen voor beide variabelen apart.



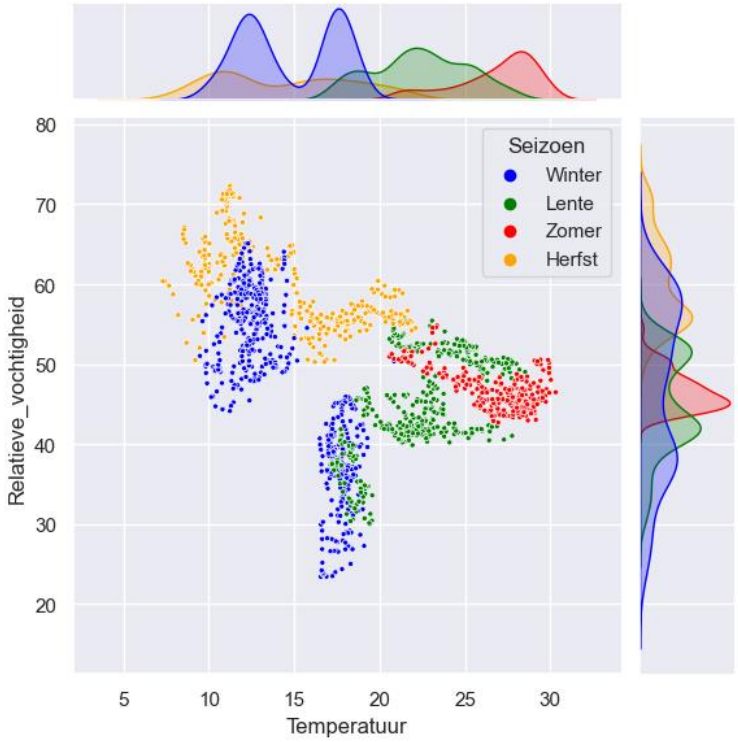
Figuur 18. Temperatuur en relatieve vochtigheid in de keuken: ogenblikkelijke en weekgemiddelde waarde.



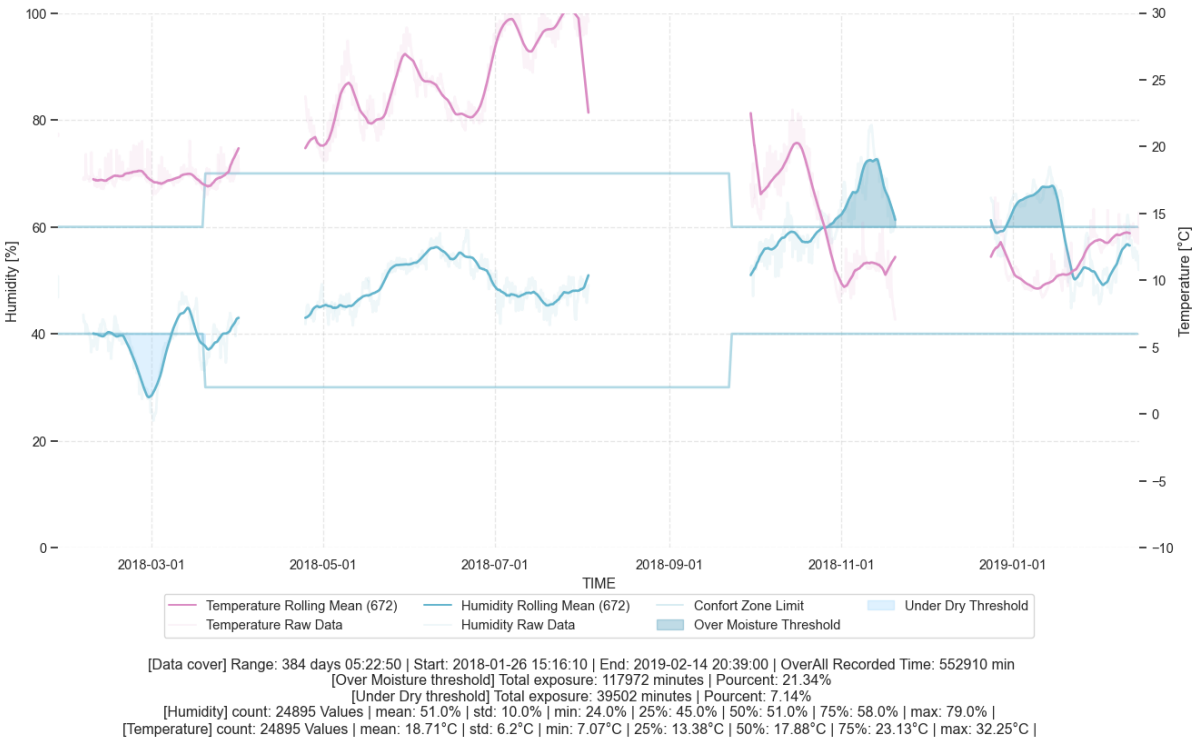
Figuur 19. Verband tussen temperatuur en relatieve vochtigheid in de keuken, opgesplitst per seizoen: meetpunten gemiddeld per tijdstap van vier uur en kansverdelingen voor beide variabelen apart.



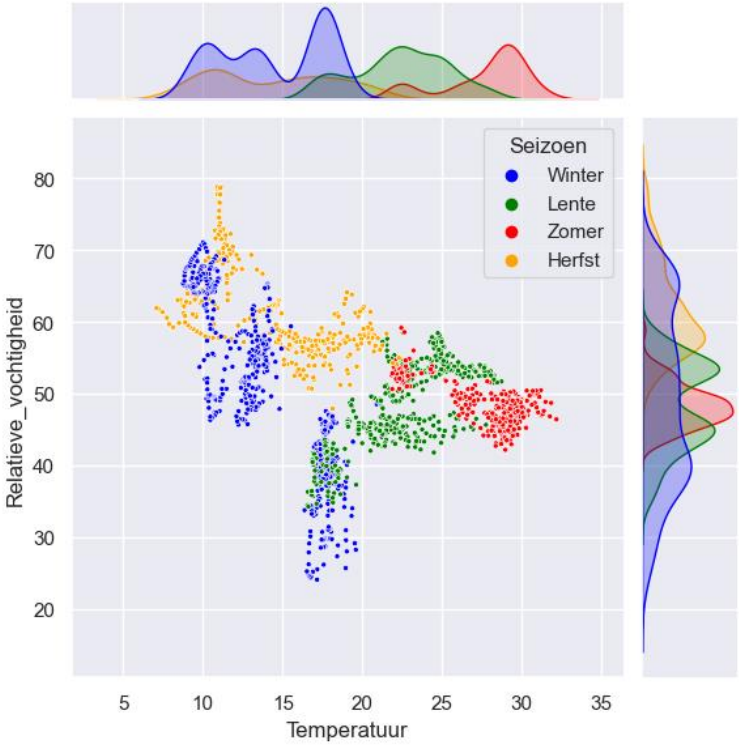
Figuur 20. Temperatuur en relatieve vochtigheid in de kamer aan de noordwestkant: ogenblikkelijke en weekgemiddelde waarde.



Figuur 21. Verband tussen temperatuur en relatieve vochtigheid in de kamer aan de noordwestkant, opgesplitst per seizoen: meetpunten gemiddeld per tijdstap van vier uur en kansverdelingen voor beide variabelen apart.



Figuur 22. Temperatuur en relatieve vochtigheid in de kamer aan de zuidoostkant: ogenblikkelijke en weekgemiddelde waarde.



Figuur 23. Verband tussen temperatuur en relatieve vochtigheid in de kamer aan de zuidoostkant, opgesplitst per seizoen: meetpunten gemiddeld per tijdstap van vier uur en kansverdelingen voor beide variabelen apart.

Verbruiksgegevens

Het architectenbureau stelde verbruiksgegevens voor van het aardgas voor verwarming tijdens de periode 2011-2017, op basis van oude energiefacturen en opname van tellerstanden. Het verbruik schommelde in die periode van 0 (onverwarmd jaar) tot 213 kWh/m²j met een gemiddelde van 53.8 kWh/m²j voor een standaardverwarmingsjaar met 2300 graaddagen. De hogere waarden deden zich voor nadat het huis een tijdje niet verwarmd was.

De berekende verwachte vermindering door de betere beglazing en de isolatie van leidingkokers en achter radiatoren, bedraagt 13 MWh/jaar.

Het is verwonderlijk dat in de periode van 2011 tot 2015, waarin het huis bewoond werd, het verbruik niet boven de 83 kWh/m²j steeg: een zeer lage waarde naar hedendaagse normen. Maar we hebben geen informatie over het bewonersgedrag in die periode en vermoedelijk stond de thermostaat behoorlijk laag.

Schatting impact en besluit

Er is voor gekozen om geen zeer ingrijpende maatregelen te nemen, maar wel een hele reeks punctuele maatregelen, die een heel specifiek probleem oplossen of de impact ervan verminderen. Dat is een bewuste keuze van de architect en de opdrachtgever. Als voorbeeld noemen we de oplossing of verbetering van koudebruggen, het opnieuw operationeel maken van rolluiken en het optimaliseren van de verwarmingsinstallatie.

Door de plaats van dit huis in het oeuvre van Henry Van de Velde en de zeer goede bewaringstoestand is de erfgoedwaarde uitzonderlijk hoog en is deze benadering gerechtvaardigd. De grootste effectieve energiebesparing in absolute waarde valt te verwachten door de verbetering van het glas, de vervanging van de stookinstallatie (de ketel, pomp en expansievat) en de verbetering van de luchtdichtheid. Voorwerp van debat is de keuze om de spouwmuur niet na te isoleren. Een ander boeiend compromis is de keuze om de interactie tussen isolatie, luchtdichtheid en ventilatie grotendeels ongemoeid te laten. Ze berust op inzicht in beproefde principes uit de 20ste-eeuwse architectuur, meer dan op hedendaagse praktijk sinds de ontwikkeling van de EPBD-regelgeving.

Referenties en bijlages

S. Dubois, M. de Bouw, Y. Vanhellemont, La Nouvelle Maison Tervuren, onuitgegeven proefverslag, WTCB, 2018 (bijlage 3-1)

BlowerTechnic, Meting luchtdichtheid volgens STS-P 71-3, onuitgegeven proefverslag, 2016