Renoveren resulteert in een verhoogd comfort

De zoektocht naar verbeterde energie-prestaties liep als een rode draad doorheen alle Proeftuinen. Een uitgebreide monitoring van de KU Leuven wees uit dat er na de renovatiewerken een beter thermisch comfort wordt bereikt, vaak gecombineerd met een lager energieverbruik. De positieve impact van de verbouwing reikt echter nog veel verder. Zo blijkt ook de luchtkwaliteit significant toe te nemen.

Door Evi Lambie en Dirk Saelens
KU Leuven, Departement Bouwkunde, Afdeling Bouwfysica

Bij de renovatie van woningen ligt de focus voornamelijk op het verbeteren van de esthetische en functionele kwaliteit. Het creëren van een betere ruimtelijke ervaring, een optimale akoestiek, meer daglichttoetreding, ..., zijn maar enkele van de mogelijke doelstellingen. De laatste jaren komt echter ook de optimalisatie van de energieprestaties en het thermisch comfort in de winter en zomer sterk naar voor. Een beter wintercomfort kan zich op verschillende manieren manifesteren: een hogere gemiddelde binnentemperatuur dankzij een betere isolatiegraad, maar ook het vermijden van lokaal discomfort (zoals koude straling en tocht) door bijvoorbeeld de ramen te vervangen of luchtlekken te dichten. Meer comfort in de zomer wordt dan weer voornamelijk bereikt door het vermijden van oververhitting door middel van zonwering. Wanneer de renovatiewerken gepaard gaan met de installatie van een performant ventilatiesysteem, zal er meestal ook een positieve impact op de lucht-kwaliteit zijn. Gecombineerd met het aanpakken van de koudebruggen kan eveneens het risico op condensatie en schimmelvorming significant worden verlaagd, terwijl tegelijkertijd de CO2-concentratie in de lucht verbetert.

Binnenklimaat onder de loep

Om de impact van diverse renovatiemaatregelen na te gaan, werd in verschillende Proeftuinen het binnenklimaat voor en na de werken gemonitord. Drie van deze onder-zoeken worden in dit artikel behandeld. In Proeftuin RenoseeC werd ingezet op de collectieve renovatie van particuliere woningen, dit met speciale aandacht voor de individuele wensen en de ontzorging van de bewoners. In de Proeftuinen Mutatie+ en Ecoren werden sociale woningen aangepakt. Bij de eerste vormden energie-efficiëntie en levenslang wonen de focus (gereali-seerd met off-site gefabriceerde units), terwijl in Ecoren de aandacht naar een universeel toepasbare renovatie-techniek ging (waarbij bewoning tijdens de renovatie gegarandeerd bleef). Vermits het binnenklimaat steeds sterk aan de isolatiekwaliteit van een gebouw is gelinkt, toont Tabel 1 de gemiddelde U-waarde van de besproken cases voor en na renovatie (U_{voor} en U_{na}), inclusief de impact van de renovatiemaatregelen op deze waarden. In de drie Proeftuinen werden gedurende het volledige stookseizoen de binnentemperatuur en relatieve vochtigheid in meerdere ruimtes opgemeten. Dit gebeurde met Onset HOBO-sensoren die een nauwkeurigheid van ± 0.21°C en ± 3.5% relatieve vochtigheid hebben. Daarnaast werd bij Mutatie+ 1 en Ecoren voor een kortere periode (minstens één week) een CO2-meter in de leefruimte en slaapkamer geplaatst: een Extech-logger met een nauw-keurigheid van ± 5% van de meet-waarde. De CO2-concentratie kan immers worden gebruikt als maatstaf om de luchtkwaliteit in vier klassen op te delen, zoals getoond in Tabel 2. De CO2-concentratie wordt hierbij in 'parts per million' (PPM) uitgedrukt.

Duidelijk meer thermisch comfort

Figuur 1 toont de gemiddelde binnentemperaturen van de onderzochte woningen tijdens de wintermaanden (december, januari en februari). Hierbij werd rekening gehouden met het volume van elke ruimte. De spreiding in de resultaten toont de geregistreerde minimale en

Tabel 1: Impact van de renovatie op de gemiddelde U-waarde in W/(m²K) (isolatie-kwaliteit) van de woningen.

	Renoseec1	Renoseec2	Renoseec3	Renoseec4	Renoseec5	Renoseec6	Renoseec7	Renoseec8	Mutatie+1	Mutatie+2	Ecoren1	Ecoren3	Ecoren4
U_{voor}	1.79	1.63	1.17	0.98	2.66	1.32	1.48	1.47	1.30	0.88	1.39	1.37	1.39
U_{na}	1.27	1.14	1.05	0.69	1.09	0.44	1.15	0.73	0.32	0.69	0.44	0.49	0.44
Impact	-29%	-30%	-10%	-29%	-59%	-67%	-22%	-50%	-75%	-21%	-68%	-65%	-68%

maximale temperaturen tijdens dezelfde periode. Het is duidelijk dat de gemiddelde binnentemperatuur na de renovatie opmerkelijk is gestegen. Voor alle woningen bedroeg die aanvankelijk gemiddeld 16.8°C. Na de werken wordt een gemiddelde temperatuur van 18.4°C genoteerd. De renovatie heeft dus een positieve impact op het thermisch comfort in de winter. Verdere analyse van de gegevens toonde aan dat dit enkel met een dalend energieverbruik gepaard gaat in de cases waar de isolatiekwaliteit met meer dan 50% toenam (zie Tabel 1). Het is dus uitsluitend in deze woningen dat er ook een betere energie-efficiëntie wordt behaald.

Gebruikersgedrag speelt belangrijke rol

De gebruikers en hun gedrag kunnen een belangrijke impact op het comfort en de opbrengst van een renovatie hebben. Bij één woning (Renoseec2) leek het thermisch comfort gedaald omdat de gemiddelde temperatuur met 0.5°C afnam. Niettemin was er een betere isolatie: na de renovatie daalde de gemiddelde U-waarde immers met 30% (zie Tabel 1). Deze tegenstrijdigheid valt te verklaren door een verandering van de gezinssamenstelling. Sinds de renovatie heeft een van de kinderen het

Tabel 2: IDA-klassen volgens EN 13779

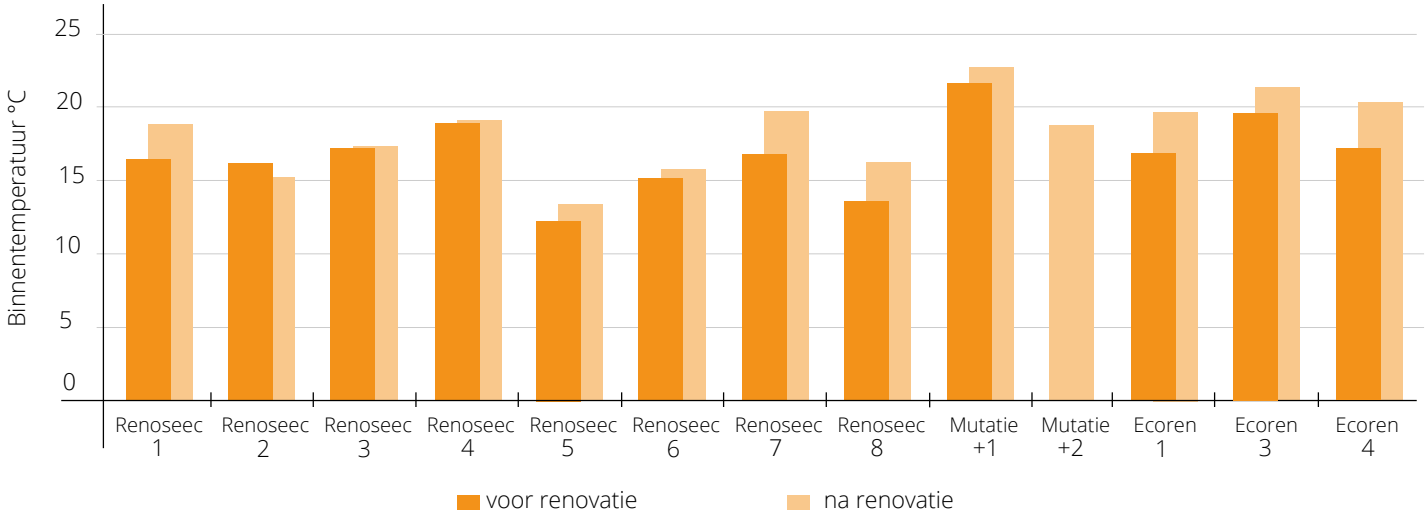
IDA	PPM	Evaluatie volgens EN 13779
4	> 1400	Lage luchtkwaliteit
3	1000 – 1400	Aanvaardbare luchtkwaliteit
2	800 – 1000	Matige luchtkwaliteit
1	< 800	Hoge luchtkwaliteit

▲ Om de impact van diverse renovatiemaatregelen na te gaan, werden in verschillende Proeftuinen het binnenklimaat voor en na de werken gemonitord.

Deurinck, M.; Saelens, D.; Roels, S. Assessment of the Physical Part of the Temperature Takeback for Residential Retrofits. Energy Build., 2012, 52, 112–121. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.05.024.

European Committee for Standardization (CEN). EN 13779. Ventilation for Non-Residential Buildings - Performance Requirements for Ventilation and Room-Conditioning Systems. 2004 CEN 2004, pp 1–52.

Renovatie impact op binnentemperatuur in de winter



Figuur 1: Volume-gewogen binnentemperaturen in de winter (december, januari, februari) voor en na renovatie.

ouderlijke huis verlaten, waardoor een kleiner aandeel van het totale gebouwvolume wordt verwarmd. Bovendien zijn de bewoners minder vaak aanwezig dan voorheen. Verder toonde de monitoring aan dat er na de renovatie in de meeste woningen een meer constante en hogere minimale temperatuur heerst. Beide bevindingen zijn een indicator dat de huizen minder afkoelen, maar ook hier is de impact van het gebruikersgedrag duidelijk. Twee woningen (Renoseec1 en Mutatie+1) waren kortstondig onbewoond en werden tijdens deze periode niet verwarmd. Dit is de reden waarom na de renovatie een lagere minimale binnentemperatuur werd gemeten. Ten slotte zien we dat ook het aantal ruimtes dat door de gebruikers wordt verwarmd, een belangrijke rol speelt. De leefruimte wordt overdag meestal verwarmd, ongeacht de isolatiekwaliteit van de woning. Dat is echter meestal niet het geval voor de slaapkamers. Slechts in vier van de dertien bestudeerde cases werden voor de renovatie de slaapkamers verwarmd. Na de werken zijn er dat negen, met een toename van de gemiddelde temperatuur tot gevolg.

Verschillende impact naargelang de ruimte

Figuur 1 toont de volumegewogen gemiddelde binnentemperaturen van de woningen. Hierbij moet worden benadrukt dat de impact van de renovatie verschilt naargelang de ruimte. Zo bedraagt de gemeten binnentemperatuur in de leefruimte na de renovatie gemiddeld 1.2°C meer dan voor de werken, terwijl in de slaapkamer een verschil van 2.0°C wordt genoteerd. Er zijn twee mogelijke verklaringen voor dit verschil. Enerzijds speelt het gebruikersgedrag ook hier weer een belangrijke rol. Anderzijds wees de monitoring uit dat een betere isolatiekwaliteit een merkbare impact heeft op de binnentemperatuur van de onverwarmde (nacht)zone van de woningen.

Aanzienlijk betere luchtkwaliteit

Voor de renovatie moesten de woningen het stellen zonder ventilatiesysteem die naam waardig. Bij vier woningen werd een ventilatiesysteem D (mechanische af- en toevoer) met warmterecuperatie geïnstalleerd. Tabel 3 toont de gemiddelde CO2-concentratie tijdens de aanwezigheid van de bewoners in de respectievelijke ruimtes, alsook hoe lang de CO2-concentratie zich tijdens deze periode in IDA-klasse 3 of 4 (net aanvaardbare of onaanvaardbare luchtkwaliteit) bevindt. Dankzij het ventilatiesysteem zijn zowel de gemiddelde concentratie als de overschrijdingstijd in de leefruimte van alle vier de woningen sterk gedaald. In de slaapkamers was de kwaliteit van de binnenlucht al behoorlijk goed voor de renovatiewerken. Vandaar dat de impact van het ventilatiesysteem er minder groot is. Toch daalt ook daar de overschrijdingstijd van IDA 3. In de slaapkamer van Ecoren1, waar de luchtkwaliteit voor de renovatie erg laag

	Leefruimte Voor renovatie		Leefruimte Na renovatie		Slaapkamer Voor renovatie		Slaapkamer Voor renovatie	
Eenheid	**PPM**	**% >IDA3**	**PPM**	**% >IDA3**	**PPM**	**% >IDA3**	**PPM**	**% >IDA3**
Ecoren1	1263	18%	797.7	3%	2908	76%	1005	34%
Ecoren3	1871	64%	924.6	12%	864.1	37%	816.8	2%
Ecoren4	961.1	23%	634.3	3%	738.4	38%	838.2	8%
Mutatie+1	743.0	13%	657.8	1%	800.7	12%	951.4	14%

Tabel 3: Luchtkwaliteit in de woningen: gemiddeld CO2-concentratie bij aanwezigheid van de bewoners en overschrijding van de IDA3-klasse.

was, kon er ook voor de gemiddelde CO2-concentratie een significante verbetering worden genoteerd.

Opmerkelijke comfortverbetering

De monitoring van Proeftuinen RenoseeC, Mutatie+ en Ecoren wees uit dat een betere isolatiekwaliteit van de woningen rechtstreeks in een verhoogd thermisch comfort resulteert. Dit vertaalt zich voornamelijk in een hogere gemiddelde binnentemperatuur tijdens de winter. De comfortverbetering gaat echter enkel met een grotere graad van energie-efficiëntie gepaard indien de isolatiekwaliteit met meer dan 50% toeneemt. Een belangrijke vaststelling is dat de comfortverbetering ook aanzienlijk door het verwarmingsgedrag van de bewoners wordt beïnvloed. Ten slotte blijkt het installeren van een ventilatiesysteem een gunstige impact op de kwaliteit van de binnenlucht in de leefruimte te hebben. In de slaapkamers is de invloed slechts relevant voor die woningen die voor de werken een groot verbeteringspotentieel hadden.

Diverse opstellingen van CO2 meting en comfortmeting in de Proeftuinprojecten voor ambulante metingen.