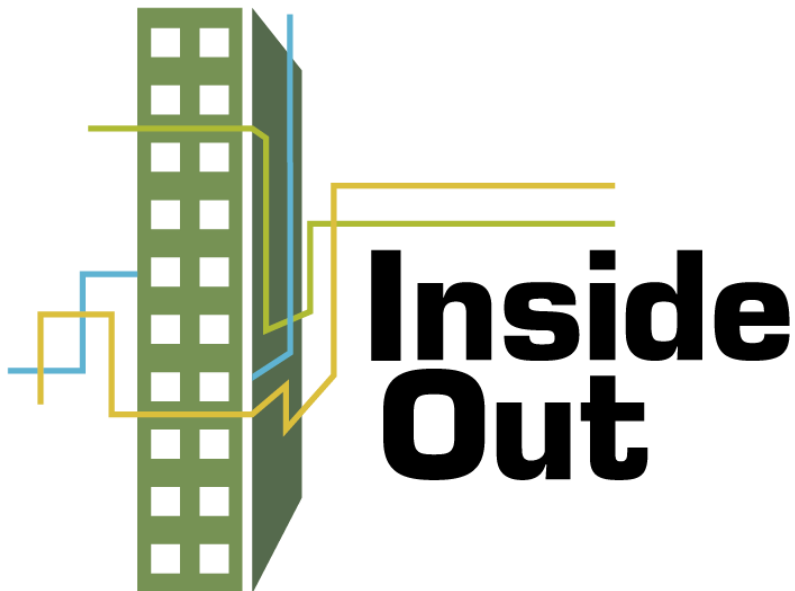


Inside Out

op weg naar energieleverende hoogbouwflats

Rapportage fase 3: prototype - testflat



Projectnummer TKI Urban Energy TEUE318005

Openbare samenvatting

januari 2022

Partners



Universiteit Utrecht



Uitgevoerd door



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Samenvatting (openbaar)

In april 2021 is de renovatie van de Intervam flat (Henriëttedreef in Utrecht) tot een energieleverende flat gerealiseerd met het Inside Out concept. Een prestatie van formaat! Met de afronding van deze renovatie is namelijk de eerste gerenoveerde hoogbouwflat in Europa ontstaan die energieleverend is, zonder daarbij gebruik te maken van grondoppervlakte buiten het gebouw. Een Europese en misschien wel wereldwijde primeur dus!

Dit concept, sinds 2017 ontwikkeld door een consortium van bedrijven en kennisinstellingen, bestaat uit modulaire bouwdelen (langsgeveldeel, kopgeveldeel en dakdeel en een klimaatcontainer) die geschikt zijn voor de renovatie van diverse industriële hoogbouwsystemen uit de jaren '60 (o.a. van het type Intervam) naar energieleverend. In 2017 zijn in een voorgaand project¹ de drie bouwdelen afzonderlijk ontwikkeld en getest op labschaal. In 2018 is in een voorgaand project² een testwoning op de 10^e verdieping gerenoveerd met het renovatieconcept.

Van proefwoning naar flatrenovatie

De resultaten van deze proefwoning waren veelbelovend en zijn aanleiding geweest om het renovatieconcept door te ontwikkelen op basis van de resultaten van de proefwoning en toe te passen op de gehele flat. Er zijn verschillende aanpassingen gedaan aan de aanpak van de proefwoning omdat ze enerzijds geoptimaliseerd konden worden en anderzijds om een renovatieconcept te realiseren binnen de technische en financiële vereisten van woningcorporatie Bo-Ex. De aanpassingen hebben o.a. betrekking op:

- Prefab klimaatcontainer op het dak voor warmte- en warmwatervoorziening in plaats van kopgevelunits per verdieping.
- Dakkroon (stalen constructie) met zonnepanelen in plaats van windgenerator, voor voldoende energieopwekking op het gebouw zelf
- Verticale verdeling van warmte en warm water via stijgleidingen in plaats van horizontale leidingen.
- Ventilatiebox in badkamer, toilet en keuken in aanvulling op ventilatie-units in de gevels.
- Standaardisatie en prefab oplossingen voor de aftimmering van de nieuwe gevels.

Voordat gestart kon worden met de renovatie van de gehele flat dienden drie belangrijke hordes genomen te worden:

1. Overeenkomen prestatiecontract tussen Bo-Ex en Bos Groep met Alkondor als medeondertekenaar
2. Draagvlak voor beoogde renovatie onder bewoners
3. Omgevingsvergunning gemeente Utrecht

In december 2019 stonden alle seinen op groen om de renovatie tot een energieleverende flat te gaan realiseren.

Gerealiseerd renovatieconcept

¹ <https://projecten.topsectorenergie.nl/projecten/inside-out-28954>

² <https://projecten.topsectorenergie.nl/projecten/inside-out-prototype-29093>

Bij het concept hoort een grondige bouwkundige aanpak van de complete schil van de flat, het toevoegen van een dakopbouw (dakkroon) en het compleet vernieuwen/vergroten van het bestaande balkon.

- De schil is onder te verdelen in de kopgevels, langsggevels, dak en het isoleren van de onderzijde van de eerste woonlaag (het plafond van de bergingen onder de woningen).
- Voor het balkon is gekozen voor een overschuifbalkon met een nieuwe balustrade waar een PV-paneel ingeklemd wordt. Hiermee is de koudebrug opgeheven.
- De dakkroon is een stalen constructie ten behoeve van PV-panelen die daaraan bevestigd zijn om voldoende energie op te wekken en dient tevens als bescherming voor de installaties die op het dak zijn geplaatst.
- Het dak is vernieuwd met meer isolatie en een duurzame afwerking van de waterdichte laag.

Langsggevels

Tijdens het ontwerpproces zijn alle prestaties en functies in kaart gebracht en zijn in meerdere ontwerp sessies de functies geïntegreerd in de geveldelen en opgenomen in een 3D BIM-model.

Voor het produceren van de gevelelementen zijn er op drie locaties prefab onderdelen geproduceerd. Het houtskeletbouw gevelelement in Tilburg in de timmerfabriek, de aluminium kozijnen (met triple glas) in de fabriek bij Alkondor in Hengelo en de prefab installatie boxen in de werkplaats van BOS Installatiewerken. De kozijnen en installatie box zijn naar de timmerwerkplaats vervoerd om daar samen te komen in het HSB-gevelelement.

Om oververhitting is de hoogwaardig geïsoleerde woningen te voorkomen is in het Inside Out concept gekozen om op het zuiden gerichte appartementen te voorzien van buitenzonwering screens. Deze kunnen handmatig worden bediend met een schakelaar door de gebruiker. Via de draagvlakmeting hebben bewoners gekozen om tevens screens te laten plaatsen aan de noordzijde van de flat.

Het gerealiseerde concept voldoet aan de eisen ten aanzien van wind- en waterdichtheid en brandveiligheid.

Het steigerloos bouwen is in het concept goed gelukt! Het bleek in de praktijk erg goed realiseerbaar om de gevelelementen één voor één in de kraan te hangen en vervolgens in de beuk vast te zetten.

Kopgevels

Voor de kopgevels is gekozen om een prefab product van RC Panels te plaatsen dat voldoet aan de eisen ten aanzien van isolatie, wind/waterdichtheid en brandwerendheid. Daarnaast zijn de kopgevels voorzien van zonnepanelen om bij te dragen aan de energieopwekking. Tevens is voor dit product gekozen vanwege de hoge montagesnelheid op de bouwlocatie.

Daksysteem

Het bestaande dak is gesloopt tot de aanwezige dampremmende laag. Vanaf deze laag is het nieuwe dak opgebouwd uit twee lagen isolatie. Een vlakke isolatieplaat en een afschot isolatieplaat. Het dak is vervolgens voorzien kunststof dakbedekking. Op het dak is de Klimaatcontainer geplaatst die de energietechnische (regel)installaties bevat. Op het dak is een stalen constructie van vier meter gebouwd waarop zonnepanelen zijn gemonteerd.

Energietechnisch

In de ontwerpfase van de flatrenovatie zijn verschillende berekeningen gemaakt waaronder:

- Benodigd opgesteld vermogen o.b.v. warmteverliesberekeningen conform ISSO 51 bij buitentemperaturen van -10 en 4,8 graden Celsius.
- Transmissie- en energieberekening met het nZEB-rekenprogramma, op woning- en gebouwniveau

Er zijn twee type verwarmingsystemen aanwezig in de woning. De hoofdverwarming is een waterzijdig systeem welke de gevelconvectoren voedt vanaf de warmtepompen op het dak. De hoofdverwarmingsinstallatie bestaat uit 3 Nefit Enviline A/W monoblock 17 E-T lucht/water warmtepompen. De bijverwarming in de woningen is een elektrisch verwarmingselement welke de toevoerlucht voorverwarmt en/of de lucht in de ruimte circuleert en naverwarmt.

Voor het tapwatersysteem is in de grote woningen een 2 kW water/water booster warmtepomp (BWP) ingezet. Deze booster heeft een elektrisch vermogen van 500 W en gebruikt 3 warmtepompen op het dak als bron om warmtapwater te produceren. De 18 studio woningen worden voorzien van 2 kW elektrische smart boiler.

De hoofdaansluiting van het complex had in bestaande situatie een capaciteit van 3x50A per portiek en is aangepast naar 3x80A in combinatie met batterijopslag (2 iWell Powercubes 30kWh/35kW) om pieken op te vangen. Hiermee zijn vastrechtkosten van de aansluiting beperkt gebleven omdat een verzwaring naar 3x250A niet noodzakelijk is.

Binnen het project was er altijd de hoop dat er virtueel gesaldeerd mocht gaan worden. Dit betekent dat alle opgewekte elektriciteit collectief terug geleverd kon worden en virtueel verdeeld zou worden over de woningen. Uiteindelijk was dit niet mogelijk door wetgeving en moesten er individuele systemen worden aangesloten op alle woningen. Dit heeft voor forse kosten gezorgd bij de uitvoerende partij en geleid tot een suboptimale verdeling over alle woningen.

Het PV-systeem, dat de energieopwekking realiseert voor de gehele flat, bestaat uit 1118 modules die op verschillende plaatsen op de flat gesitueerd zijn, zoals beide kopgevels, op de dakpergola, in de borstweringen van de langshevels (in de kleurstelling van de langshevels) en in de balkons. Gezamenlijk heeft dit systeem een vermogen 358,6 kWp. De modules van de kopgevels, langshevels en balkons zijn verbonden aan de energiemeters van de centrale voorzieningen. De modules op de dakpergola zijn fysiek met kabels verbonden aan de energiemeters van de 58 woningen. Deze fysieke verbinding is tot stand gekomen omdat virtueel salderen onder de huidige wet- en regelgeving niet mogelijk is. Het consortium spreekt nadrukkelijk te wens uit om dit aan te passen in de

regelgeving, omdat het de opschaling van renovatieconcepten zoals Inside Out kan stimuleren en kostenverlagend zal werken.



Laadpaal elektrische auto's

LomboxNet heeft een laadpaal voor elektrische auto's aangesloten op het elektrisch systeem van het complex. De auto die hierop aangesloten wordt zal als buffer van elektriciteit fungeren voor zowel de vraag- en afnamezijde.

Monitoring

De gerenoveerde flat is voorzien van een uitgebreid monitoringssysteem, gericht op de monitoring en optimalisatie van de energieprestaties en op het comfort in de woningen.

Energetisch: de flat is energieleverend!

De renovatie van de flat is opgeleverd in april 2021. De monitoring van het complete PV-systeem heeft in de looptijd van het Inside Out project derhalve nog geen volledig jaar gedraaid, maar voor de PV-productie wel de meest relevante maanden kunnen vastleggen. Wanneer het complete PV-systeem het gehele jaar in gebruik zou zijn geweest, zou er in dit eerste jaar meer elektriciteit zijn opgewekt dan verbruikt. Het totale jaarverbruik van de flat ligt nu met een totaal van 203,35 MWh per jaar ongeveer 2,5% hoger dan het geraamde verbruik van 198,43 MWh. De opgewekte energie van het PV-systeem zou bij de flat uitkomen op 214,66 MWh. Dit betekent dat de flat over het jaar gezien 11,31 MWh meer zou leveren dan haar verbruik. De flat levert dus meer dan 5,5 % meer elektriciteit dan wat het gebruikt. Dit is veelbelovend, aangezien er nog veel ruimte is voor optimalisatie binnen de warmtepompsystemen. Tevens biedt het PV-systeem nog ruimte voor optimalisatie, dit zal worden gedaan door bijvoorbeeld de temperatuureffecten en het effect van beschaduwing te onderzoeken.

De monitoring heeft inzicht gegeven in aspecten die verbeterd kunnen worden, om daarmee de energieprestatie te verbeteren. Zo liggen er mogelijkheden om het elektriciteitsgebruik van het verwarmings- en warmtapwater systeem te verlagen. Dit zal in het komende jaar gebeuren door de instellingen van deze systemen in de flat te optimaliseren. Daarnaast is zichtbaar dat de warmtevraag van de woningen iets hoger uitvalt. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de hogere leeftijd van een groot deel van de bewoners van deze flat.

De monitoring heeft inzichtelijk gemaakt dat doordat er niet virtueel gesaldeerd kan worden er grote onbalansen ontstaan op meterniveau. Wanneer de flat qua energielevering en energieverbruik als één gehele entiteit kan worden beschouwd, is er veel meer veerkracht om verschillen in verbruik door verandering in bewoning van de flat of externe verschillen, zoals weersomstandigheden op te vangen. Deze veerkracht is onmisbaar bij een project met een gebruiksduur van meer dan 25 jaar.

Comfort: bewoners zijn tevreden!

In representatieve woningtypen zijn comfortmetingen verricht, bestaande uit luchtkwaliteit (CO₂ en relatieve luchtvochtigheid), temperatuur, open/sluiten van ramen/deuren en het gebruik van de screens. Ten slotte is de luchtdichtheid van de woningen bepaald met een blowerdoortest.

De resultaten laten zien dat optimalisaties wenselijk zijn omdat in enkele woningen de temperatuur boven 25°C uitkomt, maar wel onder 28°C blijft. Overigens, de verwachting is wel dat er sprake is van een verbetering, aangezien voor de renovatie temperaturen in de zomer boven 30°C voor zijn gekomen. Bewoners zullen ondersteund worden met advies

gericht op ventilatiegedrag om met name in de zomerperiode te zorgen voor voldoende afkoeling tijdens de nacht.

In februari 2021 is een week geweest met zeer lage buitentemperaturen van -2 tot -10°C , waarbij de binnentemperatuur stabiel is gebleven op een comfortabel niveau van 19 - 22°C , afhankelijk van de ingestelde temperatuur door de bewoners.

De woningen op de 1^e verdieping, die met de vloer grenzen aan de bergingen, hebben na klachten over te lage kamertemperaturen een aanvullende keramische verwarming gekregen.

De luchtkwaliteit is goed op orde. De CO_2 -waarden en relatieve luchtvochtigheid zijn in 70-90% van de tijd op gezonde waarden.

De luchtdichtheidsmeting heeft een aantal punten opgeleverd waar de onderzochte woningen nog onvoldoende luchtdicht zijn. Het betreft gaten van oude stijgleidingen en bij de voordeur. Deze problemen zijn inmiddels opgelost. Een controlemeting wordt in het voorjaar 2022 uitgevoerd.



De bewoners zijn tevreden over hun gerenoveerde woning, maar zijn nog wel zoekende naar hoe ze de lage temperatuurverwarmingssystemen het beste kunnen gebruiken. De overstap van hoge temperatuur stadsverwarming vergt gewenning, wat ondersteund wordt met energieadviseurs die individuele gesprekken voeren met bewoners.

Bewonersparticipatie

Consortium en woningcorporatie hebben bij het gehele traject van de renovatie bewoners betrokken. Er is een goede balans gezocht tussen het doorontwikkelen van het renovatieconcept van de proefwoning naar de gehele flat en het betrekken en informeren van bewoners. Een bewonerscommissie en een renovatiecommissie met daarin huurders uit de flat hebben een belangrijke rol gespeeld in dit proces. Zij hebben gezorgd voor een kritische blik op het renovatieproces en het inbrengen van wensen van de flatbewoners.

Na de renovatie hebben twee bewoners uit de renovatiecommissie een rol opgepakt in het helpen van andere flatbewoners bij het gebruiken van de nieuwe apparatuur voor verwarming en warm tapwater.

Ten slotte is na de renovatie bewonerscoaching ingezet om via individuele gesprekken bewoners te adviseren over het gebruik van de nieuwe energiesystemen en generieke comfortklachten op te halen en op te lossen.

In het hele renovatieproces heeft de coronacrisis een duidelijk effect gehad. Bewoners zijn tijdelijk uit de woning gegaan door te kiezen voor een logeerwoning of overdag gebruik te maken van een woonkeet naast de flat. Werkzaamheden in de woning hebben door de coronacrisis wat meer doorlooptijd gekend, maar dat heeft geen negatief effect gehad op de relatie met de bewoners.

EnergieServiceVergoeding

De bewoners betalen voor hun energie een EnergieServiceVergoeding (ESV), die grotendeels de systematiek van de EPV volgt. De EPV is opgesteld voor grondgebonden eengezinswoningen en sluit minder goed aan op hoogbouwflats. Er is daarom voor het Inside Out project een aanpassing gedaan op de EPV. Uit een inventarisatie van de energierekeningen van de bewoners is gebleken dat het huishoudelijk energieverbruik fors lager ligt dan wat er volgens de EPV opgewekt zou moeten worden. Indien de EPV-richtlijnen gevolgd zouden worden, zou het overschot aan energie niet gesaldeerd kunnen worden, wat nadelig uitpakt voor bewoners.

Voor dit knelpunt is gekozen om alleen de eis omtrent huishoudelijk energieverbruik anders in te richten. Er is gekozen om de minimale bundel te verlagen naar 1500 kWh en de minimale opwek per m² te verlagen van 26 kWh/m² naar 22 kWh/m². Om het onderscheid te maken met de EPV is gekozen om deze vergoeding om te dopen tot Energie Service Vergoeding, ESV.

Systeemkosten

De gemiddelde bouwkosten in de markt voor de renovatie van een appartement liggen in 2021 rond €70.000,- (ex BTW) per appartement bij een totale flatrenovatie. Dit is ook het bedrag waarvoor het Inside Out concept is toegepast op de testflat. Hiervoor is tussen Bo-Ex en Bos Installatiewerken een prestatiecontract opgesteld, waarbij Bos Installatiewerken de prestaties van de flat garandeert. Alkondor Hengelo heeft dit prestatiecontract meegetekend. Bovenop de bouwkosten heeft Bo-Ex nog kosten gemaakt voor btw, bewonersbegeleiding, tijdelijke huisvesting, leges e.d.

Conclusie

Resumerend durft het consortium te stellen dat er een prestatie van formaat is neergezet door aan te tonen dat het mogelijk is om een hoogbouwflat energieleverend te renoveren. Dit is in heel Europa nog niet eerder gepresteerd.

Het Inside Out concept is modulair van opzet en kan onafhankelijk van leveranciers aangeboden worden in de renovatiemarkt. Het concept is flexibel aan te passen aan andere bouwtypen, andere energiebronnen zoals bijvoorbeeld stadsverwarming. Tevens heeft dit TKI-project relevante inzichten opgeleverd voor het doorontwikkelen van het renovatieconcept. Bos Installatiewerken gaat het renovatieconcept verder ontwikkelen en vermarkten en heeft daartoe samenwerking gezocht met RC Panels en aannemers die renovatieprojecten uitvoeren voor woningcorporaties. De opschaling van het Inside Out renovatieconcept wordt tevens onderzocht in het project ARV Climate Positive Circular Communities, dat 1 januari 2022 is gestart en subsidie heeft ontvangen vanuit de Europese Green Deal call ([LC-GD-4-1-2020](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/lc-gd-4-1-2020)³).

³ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/lc-gd-4-1-2020>