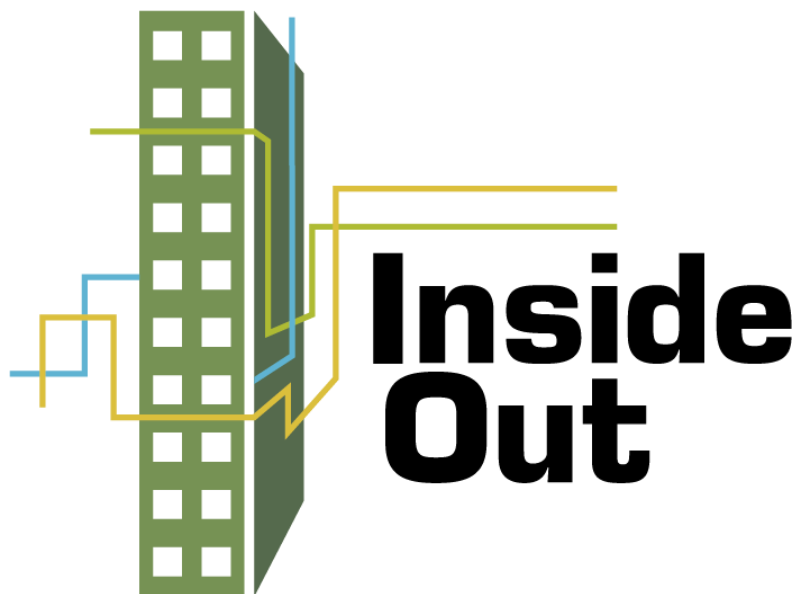


Inside Out

op weg naar energieleverende hoogbouwflats

Rapportage fase 3: prototype - testflat



Projectnummer TKI Urban Energy TEUE318005

Openbare rapportage

november 2022

Colofon

Partners



Contacpersoon voor meer informatie: Arno Peekel, Utrecht Sustainability Institute, arno.peekel@usi.nl

Meer exemplaren zijn te bestellen via Utrecht Sustainability Institute, usi@usi.nl



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Nationale regelingen EZK- en LNV-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.



Inhoudsopgave

Colofon	2
Partners	2
1. Uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen	4
2. Behaalde resultaten, knelpunten en perspectief van de toepassing	5
2.1 Gerealiseerd renovatieconcept	6
2.2 Energietechnisch	7
2.3 Laadpaal elektrische auto's	9
2.4 Monitoring	9
2.5 Bewonersparticipatie	10
2.6 EnergieServiceVergoeding	11
2.7 Systeemkosten	11
2.8 Conclusie	11
3. Spin off binnen en buiten de sector	12
4. Bijdrage aan de doelstellingen van de programmalijn	13
5. Kennisdeling	15
5.1 Communicatie	15
5.2 Kennissessie met Bo-Ex, Mitros, Portaal, Gemeente Utrecht	16

1. Uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

Nederland staat voor een grote opgave om de huidige woningvoorraad te verduurzamen. Het is daarbij een grote uitdaging om gestapelde bestaande woningen energieneutraal of energieleverend te maken. En dat terwijl met het Klimaatakkoord van Parijs de ambities op nationaal en Europees niveau steeds hoger worden gelegd. Jaren '60-'70 hoogbouwflats bieden grote kansen voor seriematige aanpak, maar kent ook zijn uitdagingen om de benodigde energie op het gebouw zelf te produceren. Daarnaast kiezen woningcorporaties steeds vaker om renovaties woonlastenneutraal uit te voeren, wat extra uitdagingen met zich meebrengt voor renovatieconcepten. Daarnaast dienen andere uitdagingen te worden opgelost, zoals bijvoorbeeld de belasting van het elektriciteitsnet dat kan ontstaan bij grootschalige decentrale energieopwekking. Belangrijke belemmeringen zijn het gebrek aan geïntegreerde, generiek toepasbare oplossingen, de beperkte mogelijkheden voor duurzame opwek bij hoogbouwflats, het benodigde extra ruimtebeslag in de woningen, de benodigde renovatietijd, ongemak voor bewoners en een beperkt vertrouwen van investeerders en bewoners in de langjarige (energie)prestaties.

Het Inside Out renovatiesysteem beoogt grootschalig energie te besparen en duurzame energie op te wekken in de gebouwde omgeving door seriematige renovatie van jaren '60 hoogbouwoningen tot energieneutrale en/of energieleverende complexen. Inside Out combineert energiebesparende oplossingen (gebouwszijdig o.a. isolatie, verwarming, ventilatie, zonwering; gebruikszijdig o.a. verlichting, witgoed, gedrag) met decentrale opwek en opslag van duurzame energie en netflexibiliteit via zongeladen stationaire batterijen. De bewoners staan centraal; zij zijn het die bepalen of hun nieuwe woning energieneutraal wordt of niet. Waar installatie-componenten voorheen in de woning werden geplaatst worden ze nu 'inside out' gehaald, grotendeels collectief opgelost en onderling verbonden met horizontale strangen in langsgevelmodulen i.p.v. met verticale strangen in de flat. De generiek toepasbare oplossing verschaft Nederland een unieke kennispositie met groot economisch perspectief; de Nederlandse markt omvang bestaat uit 55.000 hoogbouw systeemwoningen.

De volgende partijen zijn voor deze ontwikkeling een samenwerking aangegaan:

Bo-Ex, Bos Installatiewerken, Alkondor Hengelo, Mex Architecten, Universiteit Utrecht, Hogeschool Utrecht, Utrecht Sustainability Institute, LomboXnet en Bosch-Nefit.

2. Behaalde resultaten, knelpunten en perspectief van de toepassing

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.

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

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

2.1 Gerealiseerd renovatieconcept

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 ontwerpessies 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.

2.2 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 verwarmingssystemen aanwezig in de woning. De hoofdverwarming is een waterzijdig systeem welke de gevelconvectoren voedt vanaf de warmtepompen op het dak. De hoofdverwarminginstallatie 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 langsegevels (in de kleurstelling van de langsegevels) en in de balkons. Gezamenlijk heeft dit systeem een vermogen 358,6 kWp. De modules van de kopgevels, langsegevels 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.



2.3 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.

2.4 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.

Energietechnisch: 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 CO₂-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.

2.5 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 logeewoning 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.

2.6 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.

2.7 Systemekosten

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.

2.8 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.

3. Spin off binnen en buiten de sector

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.

In 2022 is een startup Inside Out Technologies B.V. opgericht, die op het moment van schrijven (november 2022) met meerdere gebouweigenaren in Alkmaar, Nijmegen en Utrecht toewerkt naar opdrachten om modules uit het Inside Out renovatieconcept toe te passen.

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-4-1-2020³](#)). Dit is een project dat subsidie ontvangt uit de Europese Horizon2020 Green Deal call (LC-GD-4-1-2020). Bij de beoordeling van het projectvoorstel is het Inside Out renovatieconcept als veelbelovend voor opschaling beoordeeld door de Europese Commissie.

Bo-Ex, Mitros, Gemeente Utrecht, Hogeschool Utrecht, Universiteit Utrecht, Utrecht Sustainability Institute, Bos Installatiewerken, RC Panels, iWell en Buro de Haan gaan met het ARV-project bijdragen aan een snelle, grootschalige invoering van renovaties in heel Europa. ARV zal zo een aanzienlijke bijdrage leveren aan de verduurzaming van Europa in 2050. Persbericht over dit ARV-project: <https://usi.nl/4-miljoen-voor-verduurzaming-500-tot-1000-woningen/>

Als onderdeel van werkpakket 9 van ARV wordt een lokale exploitatieraad en een leernetwerk opgezet. Een tweede kring van belanghebbenden die actief zijn in renovatieprojecten, wordt uitgenodigd om kennis uit te wisselen en een leergemeenschap te creëren. Resultaten van ARV-demonstraties zullen in deze leergemeenschap worden gebruikt.

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

4. Bijdrage aan de doelstellingen van de programmaliijn

Dit project draagt op de volgende punten bij aan verduurzaming van de energievoorziening in Nederland.

1. Bereiken dat de gebouwde omgeving substantieel minder energie verbruikt en maximaal duurzame energie opwekt dankzij multifunctionele bouwdelen voor hoogbouwflats. In paragraaf 2.4 is beschreven dat uit de monitoring is gebleken dat de flat meer energie opwekt dan het nodig heeft. Tevens verbruikt het gebouw minder energie voor huishoudelijke en collectief elektraverbruik, ruimteverwarming en warm tapwater. Daarmee is een aanpak ontstaan die aantoont dat het mogelijk is om hoog- en middenbouwflats te verduurzamen tot energieneutrale of energieleverende flats. Dat is een positief perspectief, omdat flats daarmee ook in de toekomst als er steeds meer en vaker lokale *energy communities* zullen ontstaan, een bijdrage leveren aan de energieneutraliteit van buurten en wijken. In Nederland staan 14.000 Intervam woningen waarvan 6.500 in Utrecht. Verdere opschaling vindt momenteel plaats bij andere typen hoogbouw-systemen en daarmee wordt het potentieel verveelvoudigd
2. Balanceren van overschotten en tekorten aan energie ter voorkoming van gridstress en curtailment. Inside Out onderzoekt oplossingen voor opslag en sturingsregelingen, met als doel de investeringen in de flat maximaal te laten renderen en de gerenoveerde flat het startpunt te maken van een duurzaam wijkenergiesysteem. Er wordt een koppeling gelegd met elektrische deelauto's die bi-directioneel worden geladen met lokaal opgewekte duurzame energie, t.b.v. netbalancing, lagere emissies, betere luchtkwaliteit, goedkopere mobiliteit en meer speelplekken in de wijk.

Het project heeft tevens de volgende aanvullende maatschappelijke impact gerealiseerd:

- Stabiele en lage woonlasten voor bewoners. Bewoners betalen een van de EPV afgeleide Energie Service Vergoeding (ESV) en leveren daarnaast elektriciteit terug aan het elektriciteitsnet. Daarmee ontstaat een beheersbare energierekening voor bewoners van sociale huurflats, die in de huidige tijd van hoge energieprijzen positief uitpakt;
- Verbetering van de leefomstandigheden in sociale huurwoningen; meer comfort, minder tocht en vocht;
- Lokale werkgelegenheid door hoogbouwrenovatie en realisatie van decentrale duurzame energieopwek. Tijdens de realisatie van de testflat zijn mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt ingezet voor het maken van prefab installatieboxen die in de gevels geplaatst zijn van de woningen;
- Versterking innovatiekracht industrie en overgang naar een meer seriematige, industriële wijze van bouwen en renoveren.

Programmalijn	Programmalijndoelstellingen	Concrete (indien mogelijk kwantitatieve) bijdrage van project aan de programmalijndoelstellingen
3. Fysieke integratie	<p>Algemene programmalijndoelstelling: Grootschalige opwekking van duurzame energie en energiebesparing in een dichtbebouwd land als Nederland is alleen mogelijk door optimaal gebruik te maken van de beschikbare ruimte, en door ruimte en tijd te winnen door functies te combineren. Daarbij dient de opwekking van duurzame energie zo dicht mogelijk plaats te vinden bij het gebruik van deze energie.</p> <p>Om bij te dragen aan dit einddoel is de doelstelling van deze programmalijn om innovatieve bouwelementen en systemen te ontwikkelen, die:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bijdragen aan een naadloze integratie van systemen en technieken voor de opwekking van hernieuwbare energie en energiebesparing in de gebouwde omgeving; - een substantiële bijdrage leveren aan de energietransitie in de gebouwde omgeving; - een, voor de doelgroep, economisch haalbaar en financieel aantrekkelijk product opleveren; - een optimaal gebruik van de beschikbare ruimte mogelijk maken; - rekening houden met maatschappelijk draagvlak en acceptatie. <p>Doelstelling voor innovatiethema 3b: Dit programma heeft als doel het ontwikkelen van multifunctionele bouwdelen die naast functies als stijfheid en sterkte, wind- en waterdichtheid, isolatie en ventilatie, ook energie besparen en duurzame energie (elektriciteit, koude en warmte) opwekken, afgeven, opslaan en beheren.</p> <p>Dit programma richt zich op de ontwikkeling van multifunctionele bouwdelen waaronder "building integrated PV" (BIPV) oplossingen en thermisch actieve bouwdelen. Belangrijke eisen aan dergelijke bouwdelen zijn: esthetisch aantrekkelijk, optimale energieopbrengst, modulair ontwerp, flexibel toepasbaar, robuustheid, levensduur, standaardisatie, certificering, en niet of slechts beperkt duurder dan standaardoplossingen.</p>	<p>Dit project betreft experimentele ontwikkeling, prototyping, monitoring en optimalisatie van drie modulaire multifunctionele Inside Out bouwelementen die door functie-integratie optimaal gebruik maken van de beschikbare ruimte en duurzame energie opwekken daar waar deze wordt gebruikt.</p> <p>Het horizontaal koppelbare langsgeveldeel integreert isolatie, wtw-collectoren voor verwarming en ventilatie, horizontaal leidingwerk, zonwering en PV, met basisfuncties als stijfheid en sterkte en wind- en waterdichtheid. De klimaatmodule integreert collectieve warmtepompen t.b.v. warmte en warmtapwater, met energieopslag en PV. Tot slot zijn de modulaire <u>dakdelen</u> gecombineerd tot een PV-kroon bovenop de flat.</p> <p>De delen zijn toegepast in een smart grid omgeving met energieopslag in accu's van V2G deelauto's, indien nodig aangevuld met stationaire batterijen, en regelsystemen voor netflexibiliteit.</p> <p>Bij deze ontwikkeling zitten de bewoners in de driver's seat; hun deelname vanaf het begin vereist want zij bepalen uiteindelijk het succes van deze ontwikkeling.</p> <p>Het langsgeveldeel is thermisch actief in de zin dat het verwarming en CO₂-gestuurde ventilatie verzorgt via decentrale wtw-convectoren. Verder wordt dit deel zo ontwikkeld dat oververhitting wordt voorkomen (positie; zonwering; afdekking; spuien).</p> <p>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 komt uit op 214,66 MWh. Dit betekent dat de flat over het jaar gezien 11,31 MWh meer oplevert dan haar verbruik. De flat levert dus meer dan 5,5 % 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 temperatureffecten en het effect van beschaduwing te onderzoeken..</p>

⁶ Documentatie Systemewoningen '50-'75, Eindrapport - B12.069 - 12 september 2013, Platform31

5. Kennisdeling

5.1 Communicatie

De projectperiode 2019 – 2021 kan opgedeeld worden in drie periodes namelijk:

Tabel 1. Grove indeling TKI-projectperiode 2019-2019

Jaar	Activiteiten
2019	Uitwerken en detailleren ontwerp voor gehele flat op basis van ervaringen proefwoning
	Contract ten behoeve van renovatie en prestatieafspraken opstellen
	Voorleggen ontwerp aan welstandscommissie en afdeling stedenbouw van gemeente Utrecht
	Aanvraag en beschikking omgevingsvergunning inclusief alle benodigde (voor)onderzoeken
	Draagvlakmeting onder bewoners
2020:	Realisatie renovatie
2021:	Afronding realisatie renovatie
	Monitorings- en optimalisatiefase

Aangezien de renovatie betrekking heeft op een bewoonde flat heeft consortium besloten om terughoudend te zijn om te communiceren tot dat zeker was dat de renovatie zou lukken. De meeste communicatie heeft derhalve in het laatste jaar van het TKI-project plaatsgevonden

Tabel 2. Overzicht communicatie-uitingen

Datum	Communicatie	Bron
11 februari 2019	Nieuwsitem "Volgende fase Inside Out"	https://tki-inside-out.nl/volgende-fase-inside-out/
9 juli 2019	Matchmingsessie: Verduurzaming hoogbouw met energie-oogstende gevels en daken	https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/verduurzaming-hoogbouw-met-energie-oogstende-gevels-en-daken
25 november 2019	Huurdersverhalen: Een halve eeuw huren bij Bo-Ex	https://boex.nl/een-halve-eeuw-huren-bij-boex
18 december 2019	PERSBERICHT: Utrechtse hoogbouwflat wordt energieleverend – Europese primeur dankzij Inside Out renovatiesysteem	https://tki-inside-out.nl/persbericht-utrechtse-hoogbouwflat-wordt-energieleverend/
11 mei 2020	Lunch lecture Copernicus Institute Utrecht University	Internal presentation
29 mei 2020	Winnaar Sustainabul 2020	https://www.hu.nl/hu-wint-best-practice-award-bij-sustainabul-2020
26 juni 2020	Inside Out opgenomen in lijst van innovaties voor huurwoningrenovaties	https://uptempo.nu/#innovaties
29 juni 2020	Overvechtse flat moet straks energieneutraal zijn	https://www.rtvutrecht.nl/nieuws/2065554/overvechtse-flat-moet-straks-energieneutraal-zijn
6 juli 2020	Lezing in UpTempo! Lunchwebinar	https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/uptempo/evenementen/uptempo-lunchwebinars-2020 link naar opname: https://youtu.be/88G3WF8kJVw
26 augustus 2020	Dankzij corona sneller naar de eerste energieleverende flat van Europa	https://www.uu.nl/nieuws/dankzij-corona-sneller-naar-de-eerste-energieleverende-flat-van-europa
8 september 2020	Renovatieconcept in BIPV-lecture Energy Science master vak: Energy in Built Environment (UU)	
7 oktober 2020	Artikel: Unieke hoogbouwrenovatie: van energie-slurpende flat naar energieleverancier	https://www.cobouw.nl/duurzaamheid/nieuws/2020/10/unieke-hoogbouwrenovatie-

		van-energieslurpende-flat-naar-energieleverancier-101288639
25 januari 2021	Artikel: Energieleverende hoogbouwflat: het kan!	https://corporatiebouw.nl/energieleverende-hoogbouwflat-closeup/ Tevens opgenomen in magazine Corporatiebouw, december 2020, p. 18-19
1 februari 2021	Uitzending De Balie: De Koplopers #2: Van het gas af;	https://debalie.nl/programma/de-koplopers-2-van-het-gas-af-01-02-2021/
24 maart 2021	Presentatie op Crossing Boundaries conferentie	https://www.crossingboundaries2021.nl/wp-content/uploads/2021/03/20210317-IBA-Crossing-Boundaries-Digital-Programme-Book-GV-v8.pdf & https://www.crossingboundaries2021.nl/wp-content/uploads/2021/04/IBA-Crossing-Boundaries-Abstract-Book.pdf
21 april 2021	PERSBERICHT: Eerste energieleverende hoogbouwflat aan de Henriëttedreef in Utrecht opgeleverd	https://tki-inside-out.nl/persbericht-eerste-energieleverende-hoogbouwflat-aan-de-henriëttedreef-in-utrecht-opgeleverd/
12 mei 2021	Vlog: Het hoe en waarom van Inside Out	https://tki-inside-out.nl/vlog-het-hoe-en-waarom-van-inside-out/
14 juni 2021	Reportage U-in-de-wijk: Inside Out door de ogen van bewoners	https://youtu.be/JsERku6Eacg
Juni 2021	Artikel: Energieleverende flat wereldprimeur	Milieumagazine nr 4, 2021 p. 17-18
Juli/aug 2021	Artikel: Renovatierevolutie: energieleverende hoogbouwflat	https://www.ew-installatietechniek.nl/artikelen/renovatierevolutie-energieleverende-hoogbouwflat
14 oktober 2021	Presentatie op LT Ready symposium TU Delft	https://www.tudelft.nl/evenementen/2021/urban-energy/lt-ready-symposium
1 november 2021	Deelname met presentatie en excursietour op Dag van het Klimaatakkoord	https://dagvanhetklimaatakkoord.nl/index.php Opname sessie: https://youtu.be/VmkfjZ840qw
December 2021	Artikel Energieleverende hoogbouwflat in Utrecht dankzij prefab gevel	RenovatieTotaal nr. 7 – december 2021; p.9 inclusief foto op de cover.

5.2 Kennissessie met Bo-Ex, Mitros, Portaal, Gemeente Utrecht

De verduurzaming van bestaande hoogbouwstelselwoningen vormt een belangrijk onderdeel van de energietransitie. Deze grote opgave is niet haalbaar zonder innovaties om slimmer, sneller en duurzamer te renoveren met zo min mogelijk overlast voor de huurder. Daarbij is het belangrijk om de samenwerking tussen de partijen die betrokken zijn bij de ontwikkeling en uitvoering van renovatieprojecten te verbeteren en de opgebouwde kennis onderling te delen.

Met het oog op die kennisdeling heeft Bo-Ex in het verleden Mitros en Portaal uitgenodigd deel te nemen aan de klankbordgroep in het kader van het Inside Out project. Medio 2020 heeft Utrecht Sustainability Institute een overleg georganiseerd tussen Bo-Ex, Mitros, Portaal en gemeente Utrecht, waarbij de bestuurders en projectmanagers aanwezig waren. Die sessie was succesvol en heeft ertoe geleid dat er vervolgens met de projectmanagers van de woningcorporaties en gemeente Utrecht meerdere sessies zijn georganiseerd om kennis te delen. Elke sessie behandelde één onderwerp dat relevant is voor de renovatie van hoogbouwflats, waaronder techniek, sociaal/bewoners, financiën/investeringen, onderhoud.

Bijkomend effect is dat de projectmanagers elkaar goed hebben leren kennen en nu nog steeds contact met elkaar zoeken om kennis uit te wisselen.