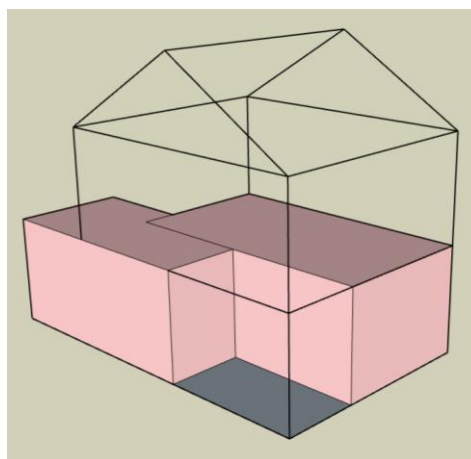


Compartimenteren woningen met binnen isolatie op maat

Openbaar eindrapport



Publicatiedatum: 1 juli 2020

Colofon

Datum	1 juli 2020
Status	Definitief
Afdeling	Lectoraat Sustainable Building Technology (SBT)
Auteurs	Ing. G.A.M. (Gerard) Salemink Ir. T.J.H. (Twan) Rovers PDEng

Voorwoord

Deze openbare eindrapportage omvat de resultaten en de daaruit voortvloeiende conclusies met betrekking tot het project *Compartimenteren woningen met binnen isolatie op maat*.

In dit project werden vier prototype woningen gerenoveerd volgens het *Thermisch compartimenten* concept. Daarnaast is aandacht besteed aan de digitalisering en automatisering van het productieproces voor op maat gemaakte isolatiepakketten.

Omdat de monitoring in bewoonde staat nog loopt, kunnen de partners begin 2021 definitief de resultaten delen.

Enschede, 1 juli 2020

Ing. G.A.M. (Gerard) Salemink
Ir. T.J.H. (Twan) Rovers PDEng

Samenvatting

Met behulp van de vier prototypes is voorlopig aangetoond dat het thermisch scheiden van het woongedeelte (woonkamer en keuken) van de rest van de woning leidt tot de gewenste energetische en financiële effecten. Per december 2019 is gestart met de monitoring en de partners kunnen na de evaluatie van de monitoring over een geheel jaar met alle seizoenen definitief uitspraken doen over het behalen van de energetische doelen.

In de woningen zijn twee types warmtepompen gebruikt. De laagtemperatuurwarmtepomp levert de verwachte prestatie. De prestatie van de hoogtemperatuur (CO₂) warmtepomp is lager dan verwacht. Deze zitten in de testfase en het lijkt daarom nog te vroeg om deze bij opschaling nu al te gebruiken.

Uit de combinatie van toepassingen uit de prototypes is een opzet gedestilleerd die geschikt is voor opschaling. Daarbij wordt tegen een bedrag van rond de zestigduizend euro, inclusief planmatig onderhoud, naar aardgasloos en nul-op-de-meter gerenoveerd. Op basis van de monitoring zal blijken of dit haalbaar is met 20 PV-panelen. Volgens de partners is het concept thermisch compartimenteren geschikt voor grootschalige toepassing en belangrijk punt bij deze aanpak is bovendien dat de woonlasten van de bewoners beduidend dalen.

Inhoudsopgave

1	Projectgegevens	6
1.1	Projectnummer	6
1.2	Projecttitel	6
1.3	Projectperiode	6
1.4	Penvoerder en medeaanvragers	6
2	Uitgangspunten en doelstelling	7
3	Werkwijze	8
4	Behaalde resultaten	10
4.1	Realisatie van kostenreductie	10
4.2	Behalen van energetische doelen	10
4.3	Reductie van overlast	12
5	Perspectief voor toepassing	13
5.1	Perspectief bedrijven	13
5.2	Perspectief woningcorporatie	13
5.3	Inkomsten corporatie	14
5.4	Perspectief Huurders	16
6	Bijdrage van het project aan de doestellingen van de regeling	17
6.1	Bijdragen aan duurzame energiehuishouding	17
6.2	Bijdragen aan het versterken van kennispositie	17
7	Spin off binnen en buiten de sector	18
8	Overzicht van openbare publicaties	19
8.1	Overzicht van publicaties	19
8.2	Overzicht van presentaties en bijeenkomsten	19
8.3	Overzicht van nieuwsberichten	20
9	Colofon	21
9.1	Verkrijgen van het rapport	21
9.2	Meer informatie	21
9.3	Verkregen subsidie	21
10	Referenties	22

1 Projectgegevens

1.1 Projectnummer

TEUE18013

1.2 Projecttitel

Compartimenteren woningen met binnen isolatie op maat.

Afkorting: Compartimenteren

1.3 Projectperiode

10 december 2018 – 1 april 2020

1.4 Penvoerder en medeaanvragers

Stichting Saxion (penvoerder)



Woningstichting Domijn



Bluedec B.V.



Bouwonderneming Oude Wolbers Borne B.V.



Kamperman Adviseurs in Installatietechniek B.V.



Technisch Installatiebedrijf Schulte Denekamp B.V.



Stichting Pioneering



NK Bouwbegeleiding B.V.

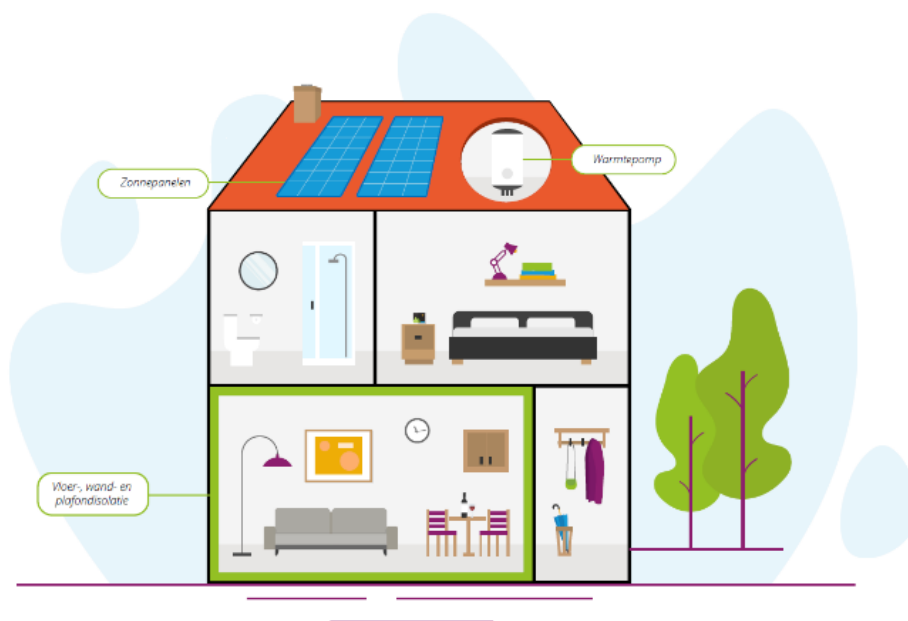


2 Uitgangspunten en doelstelling

In lijn met het Klimaatakkoord, werken woningcorporaties aan een CO₂-neutrale woningvoorraad in 2050. Momenteel lijkt dat maatschappelijke doel echter financieel niet haalbaar; huidige renovatie strategieën voor nul op de meter vragen te hoge investeringen.

Het principe van *Thermisch compartimenteren* is dat de leefruimte (woonkamer en keuken), thermisch gezien, van de rest van de woning wordt gescheiden (zie Figuur 1), omdat de overige ruimtes in de huidige praktijk nauwelijks worden verwarmd. Omdat de bouwkundige renovatiemaatregelen zich niet langer richten op de hele woning, maar op het warme compartiment, wordt een financiële besparing verwacht.

Uitgangspunt is, in tegenstelling tot de nul-op-de-meter (NoM) aanpak van de Stroomversnelling, dat alle (voornamelijk bouwkundige) gebouwdelen die onderhoudstechnisch toereikend zijn en nog jaren mee kunnen, worden gehandhaafd (bijvoorbeeld kozijnen). Verder draagt het niet vervangen van het buitenspouwblad (gevel) en het dak, hetgeen bij NoM bijna altijd gebeurt, bij aan de reductie van de hoeveelheid afval (circulaire gedachte).



Figuur 1: Thermisch compartimenteren. Het warme compartiment is groen omlijnd.

Alvorens dit concept grootschalig kan worden toegepast, moet in de praktijk worden aangetoond of dit concept inderdaad leidt tot de gewenste energetische en financiële effecten. Het doel van het onderhavige project is om te evalueren in hoeverre het renovatieconcept *Thermisch compartimenten* (i) bijdraagt aan de kostenreductie voor de energetische renovatie van tussen- en eindwoningen gebouwd tussen 1946 en 1964, (ii) in hoeverre de gestelde energetische doelen worden behaald bij dit type woningen en (iii) in hoeverre het concept bijdraagt aan het reduceren van overlast voor (buurt)bewoners.

3 Werkwijze

Om deze vragen te beantwoorden, zijn vier werkpakketten (WP) opgesteld. WP I en II hebben betrekking op de renovatie van in totaal vier prototype woningen volgens het *Thermisch compartimenteren* concept, met de daarbij behorende metingen, simulaties en analyses. De belangrijkste verschillen in de vier prototype woningen zijn op het gebied van het toegepaste hoogwaardige binnengevel isolatiemateriaal in het warme compartiment (woonkamer en keuken) en het toepassen van twee verschillende types warmtepompen.

In prototype woningen A en B (WP I) is Aerogeldoek toegepast als binnengevel isolatiemateriaal en zijn hoogtemperatuur (CO₂) lucht-water warmtepompen geplaatst. In prototype woningen C en D is SLEN toegepast als binnengevel isolatiemateriaal en zijn standaard laagtemperatuur lucht-water warmtepompen toegepast. De maatregelen per woning zijn opgenomen in Figuur 2.

WP III richt zich op de digitalisering en automatisering van het productieproces voor op maat gemaakte isolatiepakketten. WP IV omvat projectmanagement, kennisdisseminatie, het beschrijven van de proposities voor de verschillende betrokken partijen en het opstellen van een integraal opschalingsplan.

Thermisch compartimenteren: Renovatie naar aardgasloos
Warm wonen, koel slapen



Schil van de woning

- 1 Hoogwaardige isolatie aan binnenkant: 2 cm Bluedec
- 2 Nageïsoleerde spouwmuur (vorige renovatie)
- 3 Geïsoleerde verdiepingsvloer
- 4 Bodemisolatie (parels) of nieuwe vloer
- 5 Zolder, geïsoleerd tussen balken (vorige renovatie)
- 6 Geïsoleerde voor- en achterdeur
- 7 Extra isolerend dubbel glas kamer en keuken; Krypton HR++
- 8 Dubbel glas slaapkamers; HR++
- 9 Extra kierdichting gehele woning
- 10 Zolderluik extra geïsoleerd + kierdichting

Warmteproductie

- 11 Warmtepomp op zolder + buitenunit op platte dak of achter schuur

Prototypes C en D:
Laagtemperatuur warmtepomp

Prototypes A en B:
Hoogtemperatuur warmtepomp

Warmteafgifte

- 12 Woonkamer / keuken: bestaande radiatoren / speciale radiatoren
- 13/14 Slaapkamers / badkamer: bestaande radiatoren / Infraroodpanelen

Ventilatie

- 15 Woonkamer / keuken: mechanische aan- en afvoer + warmterugwinning
- 16 Overige: openen ramen
- 17 20 PV-panelen voor en achter op het dak
- 18 Monitoringsysteem
- 19 Elektrisch koken; b.v. inductie
- 20 Gasmeter en CV-ketel worden verwijderd

Figuur 2: Overzicht van maatregelen in de prototype woningen

4 Behaalde resultaten

Overeenkomstig de in Sectie 1 behandelde projectdoelen, worden hier de behaalde projectresultaten met betrekking tot de realisatie van kostenreductie (3.1), het behalen van de gestelde energetische doelen (3.2) en het reduceren van overlast voor (buurt)bewoners (3.3) behandeld.

4.1 Realisatie van kostenreductie

Aangetoond is dat het mogelijk is de kosten voor de renovatie terug te brengen tot een bedrag inclusief BTW van rond €58.000 voor een tussen- en rond €61.000 euro voor een eindwoning. Na aftrek van de onderhoudskosten leidt dit tot een bedrag tussen de €44.000 en €51.000 voor de energetische maatregelen. Zie Tabel 1.

Tabel 1: Bedragen in euro's bij opschaling (inclusief BTW)

	Tussenwoning	Eindwoning
Investering	56.000 - 60.000	59.000 – 63.000
Onderhoudsdeel van de investering	12.000	12.000
Energetische verduurzamingsdeel van de investering	44.000- 48.000	47.000 – 51.000

Van het totaalbedrag is iets meer dan de helft voor bouwkundige, en iets minder dan de helft voor installatietechnische maatregelen, waarbij de bedragen gebaseerd zijn op een project met enkele tientallen woningen. Uitgaande van het feit dat een NoM-renovatie gemiddeld €100.000 kost [1] is dit een kostenreductie van ongeveer €40.000. Hierbij moet wel de kanttekening geplaatst worden dat de eindproducten van een NoM-traject volgens de Stroomversnellingsaanpak (aan de buitenkant van gevel en dak) en *Thermisch compartimenten* (aan de binnenkant) anders zijn. Compartimenteren is een energetische renovatie gecombineerd met het benodigde grootonderhoud. NoM volgens de Stroomversnellingsaanpak [2] is een soort vernieuwbouw. Beiden hebben ze hetzelfde energetische doel, namelijk op jaarbasis geen fossiele energie gebruiken, en de benodigde duurzame energie op het niveau van de woning opwekken.

4.2 Behalen van energetische doelen

Door de uitvoering en analyse van *blower door* (ten behoeve van de bepaling van de luchtdoorlatenheid) en *co-heating testen* (ten behoeve van de bepaling van de kwaliteit van de thermische schil), in drie van de vier prototypewoningen, werd vastgesteld dat de kwaliteit van de thermische schil van de gerenoveerde woningen is verbeterd, zowel in termen van de luchtdoorlatendheid ($q_{v,10}$, per m² vloeroppervlak) als in termen van de algehele warmteverliescoëfficiënt (HLC, per m² thermische schil [ts]). Zie Tabel 2. Zoals verwacht mag worden op basis van de toegepaste isolatiemaatregelen, presteert het warme compartiment beter dan de hele woning.

De vier prototype woningen zijn daarnaast uitgerust met uitgebreide monitoringssystemen, waarmee het energiegebruik, de energieopwekking en het rendement van de warmtepompen (Seasonal Performance Factor, SPF) worden gemonitord. De laagtemperatuur warmtepompen doen het

gedurende de winterperiode (december 2019 – april 2020) naar verwachting met een SPF van 3, ten opzichte van een theoretische COP (Coefficient of Performance) van 3,5.

De prestaties van de twee hoogtemperatuur (CO₂) warmtepompen vielen tegen. Het bleek dat deze nog in de testfase zitten. Bij een van de twee werd een SPF van 2 behaald over de winterperiode. Samen met de importeur en de fabrikant wordt op het moment van het schrijven van dit rapport gekeken naar het optimaliseren van de instellingen. De andere hoogtemperatuur warmtepomp gaf niet te verhelpen storingen. Deze is daarom vervangen.

Tabel 2: Resultaten blowerdoor ($q_{v,10}$) en co-heating testen (HLC)

	Voor renovatie		Na renovatie	
	Luchtdoorl. $q_{v,10}$ (l s ⁻¹ m ⁻²)	HLC W K ⁻¹ m ⁻² ts	Luchtdoorl. $q_{v,10}$ (l s ⁻¹ m ⁻²)	HLC W K ⁻¹ m ⁻² ts
Prototype A				
Hele woning	6,57	2,12	5,15	1,66
Warme compartiment			1,07	1,44
Prototype B				
Hele woning			5,77	1,79
Warme compartiment			0,68	1,36
Prototype C				
Hele woning	8,39	2,28	6,90	1,74
Warme compartiment			0,65	1,36

Op basis van de monitoringsresultaten in de periode december 2019 – april 2020, wordt verwacht dat het voorgenomen energetische doel van nul op de meter in twee van de vier prototype woningen wordt gerealiseerd. Wanneer in de warmteverliesberekening de theoretische COP wordt vervangen door de werkelijke gemeten SPF, kan worden berekend dat zeven aanvullende PV-panelen (320 Wp) nodig zijn in de woningen met hoogtemperatuur warmtepompen. In één van de woningen is het consumptieve energiegebruik hoger dan de toegekende bundel van 2500 kWh per jaar. Consumptief elektriciteitsverbruik is de eindverantwoordelijkheid van de bewoner, maar hier is begeleiding en advisering van de bewoners door de corporatie nodig. Bij NoM vanuit de Stroomversnelling worden hiervoor bundels toegepast van maximaal 2600 kWh per jaar aan consumptief elektriciteitsverbruik. Als de bewoner meer consumptief verbruikt, koopt hij of zij door een duurdere bundel zelf extra (bij grote voorkeur natuurlijk duurzaam geproduceerde) elektriciteit bij. Een vergelijkbare constructie moet er ook komen bij compartimenteren.

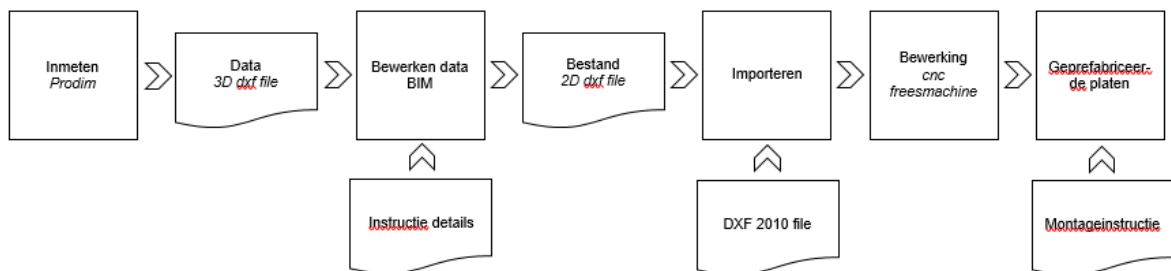
Uit continuering van de monitoring over het kalenderjaar 2020 kan uiteindelijk definitief vastgesteld worden of de beoogde energetische renovatiedoelen worden behaald in elke prototype woning. Bij het schrijven van dit rapport zijn de gegevens tot en met april 2020 verwerkt. Dus de koude periode is gemonitord, maar Saxion blijft monitoren. Op basis van een volledig jaar monitoren zal hierover extern gerapporteerd worden.

4.3 Reductie van overlast

De werkzaamheden in en rond de woning zijn zo ingericht dat de uitvoering uit vijf werkdagen bestaat; een dag voorbereiding, drie dagen uitvoering en een dag afhandeling en nazorg. Tijdens de voorbereiding en de nazorg is er beperkte overlast. Bij de drie dagen uitvoering spreek je van overlast. Uit de bewonersenquête kwam dat zij dit aanvaardbaar vinden. Er zijn twee varianten voor de renovatie van de begane grondvloer die erg bepalend zijn voor de overlast. Als de bestaande houten vloer niet wordt vervangen en de bodem wordt geïsoleerd dan hoeven in de woonkamer alleen de meubels verplaatst te worden naar het midden van de kamer. Vaak zijn het echter houten vloeren van mindere kwaliteit. In dat geval wordt een renovatievloer toegepast en moet de kamer een dag ontruimd worden.

Prefabricage van de binnengevel isolatiepakketten is van belang om de uitvoeringsprocessen te bespoedigen en overlast te reduceren. In het project is het proces van inmeten tot en met de machinale prefabricage en de montage prototypisch getest op een wanddeel van een bewoonde woning. Het proces is schematisch weergegeven in Figuur 3.

De proof of concept toonde aan dat de datastroom van inmeten tot snijden werkt. Er zijn nog wel enkele aandachtspunten t.a.v. van het bewerken van de twee hoogwaardige isolatiematerialen. Bij alle testen zijn bij Bluedec aerogeldoek de randen strakker dan bij SLEN. De schuimplaat SLEN brokkelt vrij snel af. Bij alle vormen van bewerken van het Bluedec aerogeldoek zijn messen en beitels snel stomp en veroorzaakt het bewerken van het doek veel stof. Hierbij moet bij het kiezen van een snijmachine rekening worden gehouden.



Figuur 3: Stappen prefabricatie binnengevelisolatie pakketten

5 Perspectief voor toepassing

In het onderhavige project werden rijenwoningen, gebouwd tussen 1946 en 1964, beschouwd. Alle corporaties bezitten veel van deze rijenwoningen (zie Tabel 3). Deze woningen worden vaak bewoond door één- en tweepersoonshuishoudens, hetgeen ze geschikt maakt voor het renovatieconcept *thermisch compartimenteren*.

Tabel 3: Rijenwoningen in Nederland [3]

Bouwperiode	Aantal	Percentage NI woningvoorraad	Sociale huur	Particuliere eigenaar	Particuliere verhuur	Aantal soc. huurwoningen
t/m 1945	523.000	7,7%	23%	71%	6%	120.000
1946 t/m 1964	478.000	7%	57%	40%	3%	272.000
1965 t/m 1974	606.000	9%	47%	47%	6%	285.000

5.1 Perspectief bedrijven

De renovatiemarkt zal zich voorlopig vooral concentreren op woningcorporaties. Voor de bouwperiode 1946 - 1964 betreft het ruim 270 duizend corporatiewoningen. Daarvan is een deel al gerenoveerd of wordt op termijn gesloopt. Corporaties werken met jaarbudgetten voor renovaties, dus niet alle woningen komen gelijktijdig op de markt. Toch is er de komende jaren structureel markt voor het *Thermisch Compartimenteren*. Bovendien is het renovatieconcept geschikt voor de vervolgstap naar aardgasloos van reeds naar bijvoorbeeld label A of B energetisch verbeterde woningen.

Het aantal rijenwoningen uit de bouwperiode 1965 – 1974 is nog groter (zie Tabel 3). Hierbij gaat het om ruim 280 duizend corporatiewoningen. Deze woningen staan bij veel corporaties voor de komende jaren in de planning voor grootonderhoud. Op basis van de toenmalige bouwregelgeving en –praktijk is de bouwwijze anders, maar ze wijken niet structureel af van woningen met bouwperiode 1946 - 1964. Ze hebben bijvoorbeeld geen houten vloeren. Het concept zal daarvoor op een aantal punten aangepast moeten worden. Ook hier geldt dat de vervolgstap op een labelverbetering naar aardgasloos mogelijk is.

Bij de aanpak van de prototype woningen en de optimalisatie van de werkzaamheden is gewerkt naar kostenreductie met een verdienmodel voor bedrijven. In dit geval aannemer, installateur en de leverancier van het binnengevel isolatiemateriaal. Het perspectief van de bedrijven hangt in grote mate af van het perspectief van de klant en de klant van de klant. Met andere woorden: is het interessant voor de woningcorporaties en de huurders?

5.2 Perspectief woningcorporatie

Financieel is het thermisch compartimenteren volgens woningcorporatie Domijn voor hen en andere corporaties een interessant concept voor het aardgasloos maken van woningen. De investering voor verduurzamen van een grondgebonden woning moet volgens hen onder de 60 tot 65 duizend euro blijven om een haalbare business case te hebben. Hieraan voldoet compartimenteren wanneer het beste van de prototype woningen wordt vertaald naar een projectmatige aanpak. Afgerond gaat het om een investering van rond de 60.000 euro (zie Tabel 1). Voor een tussenwoning ligt het bedrag er iets

onder en voor en een eindwoning er iets boven. Zie Tabel 1. Dit bedrag is inclusief BTW en ongeveer 12.000 euro voor planmatig onderhoud. Bovendien wordt nog aan enkele kleine kostenreducerende aanpassingen gewerkt als vervolg op dit project.

De bedragen zijn exclusief bewonersvergoedingen, een eenvoudig monitoringssysteem, eventuele kosten bij andere projecten voor asbestsanering, het isoleren van het dak aan de binnenkant (was bij deze woningen al uitgevoerd), kosten voor ZAV-jes (zelf aangebrachte voorzieningen) en eventuele subsidies. De woning is klaar voor elektrisch koken. De exacte bedragen zullen per woning en project verschillen, maar de woningen van Domijn zijn zeer representatief voor de bouwperiode.

De aanpak van *Thermisch compartimenten* leent zich ook voor de aanpak per woning. Technisch kan dit. Wel zullen de kosten per woning dan hoger zijn. Opdrachtgevers (corporaties of particulieren) en vooral marktpartijen moeten dan immers 'het hele apparaat optuigen' voor één woning. Daarnaast zal het bedrag dan sterk afhangen van de specifieke staat van onderhoud van de betreffende woning. Het voordeel voor de corporaties bij realisatie bij mutatie is dat ze direct na de mutatie een hogere aanvangshuur kunnen doorvoeren.

5.3 Inkomsten corporatie

Het uitgangspunt van corporaties bij verduurzamen is het verlagen van de woonlasten van de sociale huurder. Dit heeft voor corporaties zelfs een hogere prioriteit dan het verduurzamen. Ze zien het als een deel van hun bestaansrecht. Daarom wordt bij verduurzamen ingezet op zijn hoogst gelijke woonlasten (huur plus energierekening) maar het heeft sterk de voorkeur te komen tot een lager bedrag.

De corporaties kunnen in principe drie varianten toepassen voor de bijdrage van bewoners voor het (gedeeltelijk) terugverdienen van de extra investering in duurzame maatregelen:

1. Servicekosten voor de geleverde zonnestroom
2. Afspraken met de huurders op basis van de "Vergoedingentabel voor Duurzaamheidsinvesteringen"
3. De EPV (Energieprestatievergoeding)

Ad 1: Servicekosten voor de geleverde zonnestroom

Op basis van jurisprudentie [8] kunnen tegenwoordig slechts servicekosten worden gevraagd van de door (een deel) van de PV-installatie opgewekte elektriciteit voor het niet-gebouwgebonden energieverbruik. Het betreft voor de prototypes een vergoeding van 33 euro per maand.

De uitspraak van het Gerechtshof in Amsterdam [8, 9], dat zonnepanelen integraal onderdeel uitmaken van het concept, maakt de servicekostenvariant voor NoM risicovol. De achterliggende redenatie is dat het concept niet werkt zonder deze panelen. Verder onderzoek moet uitwijzen of deze bekostigingsvariant wel of niet kan worden toegepast voor *Thermisch compartimenteren*.

Ad 2: Vergoedingentabel

Tabel 4 maakt onderdeel uit van het Sociaal Huurakkoord tussen Aedes en de Woonbond. Hierin staat de gemiddelde besparing op de energierekening voor huurders aangegeven. Deze tabel kan gebruikt worden bij onderhandelingen tussen corporatie en huurders over de te betalen vergoeding voor de energiebesparende maatregelen. Of voor deze aanpak ruimte is wordt medebepaald door het verschil tussen de huidige huur en de aftoppingsgrenzen in het kader van passend toewijzen (607,46 euro voor één- en tweepersoonshuishoudens en 651,03 euro voor drie- en meerpersoonshuishoudens).

Bij de prototypes ging het om een labelsprong van B naar A++. Volgens Tabel 4 zou dat een besparing van gemiddeld 45 euro per maand opleveren.

Tabel 4: Vergoedingentabel [5]

		A++	A+	A	B	C	D	E	F
A+	Besparing energielasten	€ 11							
A	Besparing energielasten	€ 37	€ 26						
B	Besparing energielasten	€ 45	€ 35	€ 10					
C	Besparing energielasten	€ 50	€ 40	€ 13	€ 3				
D	Besparing energielasten	€ 60	€ 50	€ 22	€ 13	€ 10			
E	Besparing energielasten	€ 60	€ 50	€ 24	€ 15	€ 11	€ 2		
F	Besparing energielasten	€ 60	€ 50	€ 24	€ 15	€ 12	€ 2	-	
G	Besparing energielasten	€ 60	€ 50	€ 23	€ 14	€ 10	€ 1	-	-

Ad 3 EPV

De EPV kent drie groepen op basis van het netto warmteverlies per vierkante meter gebruiksoppervlak (zie Tabel 5).

Tabel 5: Energieprestatievergoeding [6]

Energieprestatievergoeding voor huurwoning die zelf energie opwekt

Hoe minder energie uw huurhuis verbruikt (warmtevraag), hoe hoger de EPV:

EPV per 1 juli 2019 voor huurwoning die zelf energie opwekt

Netto warmtevraag in kilowattuur per vierkante meter per jaar	Maximale EPV per vierkante meter per maand
0 tot en met 30	€ 1,45
31 tot en met 40	€ 1,24
41 tot en met 50	€ 1,04

Bij de prototypes kwam uit de berekening een netto warmteverlies van 88 kWh/m²go over het warme en koude compartiment samen. Dit maakt de EPV niet geschikt voor de bekostiging van *Thermisch compartimenteren*. Dit terwijl de woning wel aardgasloos wordt, op jaarbasis het energieverbruik en de opwekking in balans zijn en de huurder beduidend lagere woonlasten heeft. De belemmering is dat de EPV is opgezet voor woningen die als geheel gelijkwaardig zijn geïsoleerd, dus niet voor het concept van *Thermisch compartimenteren*.

5.4 Perspectief Huurders

Uit enquêtes onder buurtbewoners bleek dat bij heel veel huurders de verlaging van de kosten voorop staat; in dit geval huur plus energierekening. Bij sociale huur gaat het immers om mensen met een laag inkomen. Comfortverbetering en uitvoeren van achterstallig onderhoud komen op een tweede plaats.

Voor de prototypes bedroeg de gemiddelde energierekening per maand in 2018 honderdveertig euro. Domijn heeft de inschatting gemaakt dat de energierekening zal variëren tussen 5 en 55 euro per maand. Aangevuld met de vergoeding van de servicekosten voor de zonnestroom. Dat betekent een besparing van 85 tot 132 euro per maand t.o.v. het gemiddelde verbruik. Gedetailleerde cijfers hiervoor kunnen pas aangeleverd worden na een jaar monitoren en de bijbehorende vergelijking met een gemiddeld klimaatjaar.

Wat wel duidelijk wordt is dat bij alle drie de vergoedingsvarianten dit gunstig is voor de huurders. Ook bij andere projecten zal dat niet veel anders zijn, omdat landelijk de gemiddelde energierekening niet veel afwijkt. Deze is voor een tussenwoning ongeveer 161 euro per maand bij twee, 172 euro bij drie en 181 euro bij vier personen. Voor hoekwoningen is die afgerond telkens ongeveer 20 euro hoger [4].

6 Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling

In deze sectie wordt ingegaan op de bijdragen van het project aan de doelstellingen van de regeling, namelijk een duurzame energiehuishouding (Sectie 5.1) en het versterken van de kennispositie (Sectie 5.2).

6.1 Bijdragen aan duurzame energiehuishouding

Thermisch compartimenteren draagt met een gestandaardiseerde en betaalbare aanpak bij aan het aardgasloos en energieneutraal maken van woningen, het verbeteren van de kwaliteit van de woning door de combinatie van gepland grootonderhoud en het verbeteren van het binnenklimaat (decentrale balansventilatie in kamer-keuken en natuurlijke ventilatie in het andere compartiment). Met deze aanpak kunnen bewoners een duurzame, energieneutrale huishouding voeren.

Deze aanpak is middels vier prototypes getest en gereed voor opschaling voor rijenwoningen gebouwd in de periode 1946 – 1964. Met enkele technische aanpassingen is deze aanpak geschikt te maken voor de bouwperiode 1965 – 1974. Potentieel is het toepasbaar voor heel veel woningen. Deze beiden groepen woningen samen vormen zo'n zestien procent van de Nederlandse woningvoorraad (zie Tabel 3) en het is toepasbaar op zowel complex- als woningniveau.

6.2 Bijdragen aan het versterken van kennispositie

Het renovatieconcept *thermisch compartimenteren*, met als doel deze woningen te renoveren naar aardgasloos en CO₂-neutraal, is in deze vorm nog niet eerder middels verschillende prototypes getest en onderzocht. De kennispositie is versterkt op het gebied van de techniek, het uitvoeringsproces, businesscases en niet in de laatste plaats de bewonersacceptatie. Het is vernieuwend en heeft een grote marktpotentie voor niet alleen de consortiumpartners, maar ook voor de rest van de bouwkolom (aannemers, installateurs, etc.) en eigenaren als corporaties en particulieren (zie ook Sectie 4).

7 Spin-off binnen en buiten de sector

Als vervolg op onderhavig project wordt gewerkt aan de opschaling over de andere woningen van het complex waar de showcases deel vanuit maken. Daarbij wordt aan kleine optimalisaties gewerkt. Ook is de aanpak ten gevolge van de presentaties en bijeenkomsten in beeld bij verschillende corporaties.

Binnen de bouwkolom kan *Thermisch compartimenteren* voor structurele omzet en werkgelegenheid zorgen. Ter illustratie: *Thermisch compartimenteren* kost ongeveer 60.000 euro per woning. Op basis van cijfers per medewerker van het EIB (Economisch Instituut voor de Bouw) met een omzet van 388.000 euro per medewerker per jaar [7] en 2000 woningen per jaar levert dat ruim 300 manjaren werk op.

Daarnaast gaat het om omzet en werkgelegenheid in de toelevering voor vooral installatietechnische zaken als warmtepompen, balansventilatie, PV-panelen en hoogwaardige isolatiematerialen als Bluedec.

8 Overzicht van openbare publicaties

Binnen het onderhavige project hebben diverse activiteiten met betrekking tot kennisdisseminatie plaatsgevonden. Sectie 7.1 omvat een overzicht van publicaties als gevolg van de projectwerkzaamheden. Sectie 7.2 omvat een overzicht van presentaties en bijeenkomsten, en Sectie 7.3 omvat een overzicht van nieuwsberichten naar aanleiding van het onderhavige project.

8.1 Overzicht van publicaties

Omschrijving

1. Artikel geaccepteerd voor het 12^e Nordic Symposium on Building Physics 2020: *Towards the evaluation of a thermal compartmentation renovation concept through in-situ measurements*. Verwachte publicatie in september 2020.

8.2 Overzicht van presentaties en bijeenkomsten

Omschrijving

1. In 2019 hebben diverse woningcorporaties de thermisch gecompartmenteerde prototypewoningen bezocht.
2. Op 27 mei 2019 hebben we een open huis en voorlichting voor buurtbewoners gehouden in de thermisch gecompartmenteerde prototypewoningen.
3. Op 28 mei 2019 hebben we open huis gehouden voor woningcorporaties en de bouwkolom in de thermisch gecompartmenteerde prototypewoningen.
4. Op 28 mei 2019 is GroenLinks Enschede op bezoek geweest in de thermisch gecompartmenteerde prototypewoningen.
5. Op 12 juni 2019 hebben we een presentatie verzorgd op de Uptempo! Matchmaking bijeenkomst TKI Urban Energy.
https://drive.google.com/drive/folders/1ZX_0RTYA3at7IGUqy8EydrztgOAKXLj?usp=sharing
6. Op het Jaarevent Pioneering op 20 juni 2019, inspiratiesessie Duurzaam aanbesteden, is compartimenteren geïntegreerd in de totaalpresentatie.
7. Op 14 juni 2019 hebben we een presentatie verzorgd op de Saxion Research Conference.
8. Op 1 juli 2019 zijn Tweede Kamerleden op bezoek geweest in de thermisch gecompartmenteerde prototypewoningen.
9. Op 20 september 2019 is gesproken over het *Thermisch compartimenten* concept met gedeputeerde van Overijssel Tijs de Bree.
10. Met de visitatiecommissie voor het Saxion lectoraat SBTM, hebben we de gecompartmenteerde prototypes bezocht op 10 september 2019.
11. Op 18 september 2019 hebben we een presentatie op het landelijke duurzaamheidscongres Vastgoed Belang verzorgd. Drie projecten gepresteerd, waaronder Compartimenteren. Zaal met ruim 350 bezoekers.
<https://www.samenenergiebesparen.nl/nieuws/presentatie-gerard-salemink-duurzaamheidscongres-vastgoed-belang/>
12. Op 31 oktober 2019 hebben we een presentatie verzorgd op de Werkconferentie Topsector Energie 2019.
<https://www.topsectorenergie.nl/agenda/werkconferentie-topsector-energie-2019/werksessies-ochtend#toc-thermisch-compartimenteren-en-praktijkgericht-onderzoek-in-de-energietransitie->

8.3 Overzicht van nieuwsberichten

	Medium	Link
1.	ZuidWester	https://issuu.com/zuidwester/docs/zuidwester_juni_2019
2.	Huis-aan-Huis Enschede	https://www.huisaanhuisenschede.nl/reader/56057/1139083/bijzondere-proef-bij-renovatie-alleen-isoleren-waar-nodig
3.	De Stentor	https://www.destentor.nl/enschede/domijn-en-saxion-maken-duurzame-woningen-in-enschede~ae8b9863/
4.	De Gelderlander	https://www.gelderlander.nl/enschede/domijn-en-saxion-maken-duurzame-woningen-in-enschede~ae8b9863/
5.	1Twente	http://enschede.1twente.nl/video-%7c-domijn-en-saxion-maken-duurzame-woningen-in-enschede/content/item?1134343 Link YouTube film: https://www.youtube.com/watch?v=zRiZ5X_cRh44
6.	Enschede Onderneemt	https://www.enschedeonderneemt.nl/nieuws/rss/domijn-en-saxion-maken-duurzame-woningen-in-enschede-1419964
7.	TC Tubantia	https://www.tubantia.nl/enschede/domijn-en-saxion-maken-duurzame-woningen-in-enschede~ae8b9863/
8.	Pioneering	http://www.pioneering.nl/bibliotheek/nieuws/924/succesvol-open-huis-thermisch-compartimenteren
9.	Saxion (SaxTV)	https://youtu.be/CnwAMJwFj1c middels een berichtje op LinkedIn: https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6543094358718193664
10.	TKI-Urban Energy	https://www.topsectorenergie.nl/spotlight/compartimenteren-woningen-met-binnen-isolatie-op-maat https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/bij-metingen-bleek-dat-het-warmteverlies-lager-dan-berekend Als follow-up van de Uptempo! Matchmaking bijeenkomst TKI Urban Energy: ▪ Innovatieve concepten verlagen kosten ombouw naar energieneutrale, aardgasvrije huizen https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/innovatieve-concepten-verlagen-kosten-ombouw-naar-energie-neutrale-aardgasvrije-huizen ▪ Een rechtstreekse deellink naar alle presentaties (PDF), incl. scans van alle ingevulde formulieren per oplossing: https://drive.google.com/drive/folders/1ZX0RTYA3at7IGUqy8EydrztgOAKXLj?usp=sharing ▪ De Padlet-publicatie van de bijeenkomst (incl. video's, presentaties en aanvullende documenten), met dank aan Peter Linders: https://padlet.com/peter_linders/uptempo01
11.	Domijn	https://vimeo.com/343226768 (downloaden: https://we.tl/t-3BCWVqmS9R)
12.	Vakblad warmtepompen	https://www.vakbladwarmtepompen.nl/techniek/artikel/2020/03/testresultaten-co2-warmtepomp-voor-woningen-zijn-veelbelovend-1015785#.XoH18abn8fU.email

9 Colofon

9.1 Verkrijgen van het rapport

Dit rapport is gratis te downloaden via de website <https://www.saxion.nl/sbt> van het lectoraat Sustainable Building Technology van hogeschool Saxion, onder Publicaties.

9.2 Meer informatie

Meer informatie over het project Thermisch compartimenteren is te verkrijgen via:

Dhr. Gerard Salemink

Dhr. Pascal ten Berge

Saxion Hogeschool
Academie Business, Building &
Technology
Lectoraat Sustainable Building
Technology

Woningcorporatie Domijn

Postbus 70.000
7500 KB Enschede
Nederland

Postbus 1345
7500 BH Enschede
Nederland

g.a.m.salemink@saxion.nl

p.tenberge@domijn.nl

9.3 Verkregen subsidie

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

10 Referenties

- [1] Doodeman, M. (2018). Aedes-baas Marnix Norder over rekening van 108 miljard: 'Nul-op-de-meter kost nu ruim een ton.' *Cobouw*. https://www.cobouw.nl/woningbouw/nieuws/2018/05/marnix-norder-aedes-rekening-van-108-miljard-nul-op-de-meter-kost-nu-ruim-een-ton-101261448?_ga=2.214720543.92291546.1583145927-1836970623.1583145927
- [2] Energielinq. (2020). *Stroomversnelling*. <https://energielinq.stroomversnelling.nl/>
- [3] Agentschap NL. (2011). Voorbeeldwoningen 2011 Bestaande Bouw. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/4.%20Brochure%20Voorbeeldwoningen%202011%20bestaande%20bouw.pdf>
- [4] Goedkope energie en gas. (2020). *Gemiddelde energiekosten per maand in 2020*. <https://goedkopeenergieengas.nl/energie/energiekosten-per-maand/>
- [5] Aedes. (2019). Vergoedingentabel. <https://www.aedes.nl/artikelen/klant-en-wonen/huurbeleid/huurprijsbeleid/vergoedingentabel-helpt-bij-vaststellen-woonlasten-na-verduurzaming.html>
- [6] Rijksoverheid. (2020). *Energieprestatievergoeding voor energiezuinige huurwoning*. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/huurprijs-en-puntentelling/energieprestatievergoeding-energiezuinige-huurwoning>
- [7] EIB (2016). Bedrijfseconomische kerncijfers. https://www.eib.nl/pdf/Bedrijfseconomische%20kerncijfers%20b&u%20en%20gww%20bedrijven%202016_web.pdf
- [8] Atriensis. (2019). Aanscherping vergoeding zonnepanelen in servicekosten <https://www.atriensis.nl/nieuwsbericht-projecten/aanscherping-vergoeding-zonnepanelen-in-servicekosten>
- [9] Gerechtshof Amsterdam. (2019). https://www.atriensis.nl/file/download/default/6A45D7154BC3F0A1771357857D10B7C7/ECLI_5fNL_5fGHAMS_5f2018_5f2113%20Gerechtshof%20Amsterdam%20200.202.442_5f01%20NOM%20en%20zonnepanelen.pdf