



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

NOM-woningrenovatie op weg naar een kwaliteitsproduct

Een inventarisatie van korte termijn verbeter-mogelijkheden

NOM-woningrenovatie op weg naar een kwaliteitsproduct

Een inventarisatie van korte termijn verbeter-mogelijkheden

31 augustus 2017

Projectnr: 2016172
TSE1601660

Behandeld door:

Eric Willems (Huygen, projectverantwoordelijke), Haico van Nunen (BouwhulpGroep) en Rogier Laterveer (Hogeschool Utrecht).

Huygen Ingenieurs en Adviseurs B.V.
Parkweg 22B
6212 XN Maastricht
t 088 0322222
e algemeen@huygen.net

Rapport opgesteld in opdracht van:

RvO
t.a.v. de heer ir. D. van Rijn
Postbus 93144
2509 AC Den HAAG

Voor de Topsector Energy op verzoek van:

Stichting TKI Urban Energy
t.a.v. mevrouw ir. L. Sjerps - Koomen
Arthur van Schendelstraat 550
3511 MH UTRECHT

Dit project is begeleid door een stuurgroep:

Henk Miedema	TKI Urban Energy
Lianda Sjerps Koomen	TKI Urban Energy
Wijnand van Hoof	TKI Urban Energy
Daniel van Rijn	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RvO)

Intern klankbord:

Ivo Opstelten	Hogeschool Utrecht
Jelle Persoon	BouwhulpGroep
Peter op 't Veld	Huygen Ingenieurs & Adviseurs BV

INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK	BLZ.
SAMENVATTING	3
1 BIJDRAGE VAN NOM-RENOVATIE AAN BELEIDSDOELSTELLINGEN	15
1.1. DOELSTELLING	17
1.2. AFBAKENING	17
1.3. OPZET EN AANPAK VAN DIT ONDERZOEK	18
1.4. LEESWIJZER	18
2 ACHTERGRONDEN BIJ ENERGETISCHE KWALITEITSNIVEAUS BIJ WONINGRENOVATIE	19
2.1. ONTSTAAN VAN NOM-RENOVATIE EN DEFINITIE	19
2.2. VOORBEELDEN VAN GEREALISEERDE RENOVATIEPROJECTEN MET ENERGIEAMBITIE	19
2.3. CONCEPTEN IN DE WONINGBOUW	19
3 TECHNIEKBEHOEFTE UIT MARKTCONSULTATIE	21
4 BESCHIKBARE KENNIS	22
4.1. INNOVATIE GEZIEN VANUIT DE WONINGVOORRAAD	22
4.2. VERSNELLEN DOOR HERHALING	25
4.3. KENNIS UIT (INTER)NATIONAAL ONDERZOEK	25
5. INNOVATIEBEHOEFTE	27
5.1. OVERZICHT RESULTATEN INNOVATIEBEHOEFTE	29
5.2. RANDVOORWAARDEN EN BARRIÈRES	54
5.3. BEWONERSERVARINGEN	54
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	55
7. LITERATUURLIJST	56

BIJLAGEN

Bijlage I	State-of art aanbod woningrenovatie in NOM-matrix
Bijlage II	Identification of technological barriers and challenges based on EU-funded and IEA-EBC-Annex-projects
Bijlage III	Groslijst van voorbeeldprojecten en aanbieders in de markt (xlsx-bestand)
Bijlage IV	Resultaten interviews aanbieders
Bijlage V	Matrix met innovatievelden
Bijlage VI	Technische barrières uit TKI- en DEI-projecten
Bijlage VII	Bewonerservaringen uit “Stroomversnelling” en “Schatgraven in de bestaande bouw”

SAMENVATTING

Uitgangspunt is dat volgens de recente Europese en nationale beleidsstukken [1] uiterlijk in 2050 de gebouwde omgeving energie neutraal dient te zijn. Dit betekent, met de huidige renovatiecyclus voor woningen van ca. 30 jaar en de gangbare financieringsmethoden, dat elke ingreep aan een woning (natuurlijke monumenten) benut moet worden om die woning minimaal energieneutraal te renoveren (Net Zero Energy- NZE) en liever nog energieleverend (gemaximeerd op duurzame energieproductie). Daarom liggen er juist door renovatie grote kansen voor maximale duurzaamheid. Daarnaast blijft bij renovatie veel materiaal van het gebouw behouden in vergelijking met sloop/nieuwbouw waardoor de totale milieubelasting beperkt kan blijven.

Aan een renovatie-aanpak zoals die in de huidige markt wordt aangeboden kleven een aantal belemmeringen zowel aan het tempo als aan de mate van het energieneutraal maken van de woningvoorraad, te weten:

- Er is geen breed passend aanbod.
- Het aanbod dat er wel is, kent technisch gefragmenteerde oplossingen.
- Het huidige aanbod speelt onvoldoende in op individuele woonwensen van de bewoners en op verschillen tussen woningen.
- Een groot deel van de werkzaamheden wordt op de bouwplaats uitgevoerd waar allerlei aansluitproblemen, vaak ad hoc, opgelost moeten worden met allerlei overlast voor bewoners van dien.
- Er is onvoldoende zekerheid over de kwaliteit van het eindresultaat.
- De renovatieconcepten zijn star en zijn nog steeds slechts met veel breekwerk aanpasbaar op veranderende woonwensen.
- De bewoner ziet geen noodzaak om tot verbetering over te gaan.
- De financiële mogelijkheden voor een verbetering zijn beperkt.

Dit rapport beschrijft de korte termijn (< 4 jaar) innovatiebehoefte die een belangrijke bijdrage kan gaan leveren aan de praktische technische mogelijkheden en de kwaliteitsverbetering van NOM-renovatiemethoden. Tevens is het bedoeld om een gemeenschappelijke kennisbasis te vormen van waaruit prioriteiten kunnen worden gegeven aan stimulering van innovatie om de kwaliteit van NOM-renovaties te bevorderen. De beoogde doelgroepen van dit rapport zijn o.a. aanbieders van NOM-renovatieconcepten, aannemers, installateurs, woningcorporaties en andere woningeigenaren, gemeenten en projectontwikkelaars. Naast de opgedane kennis over NOM-renovatie kan een deel van deze kennis ook worden toegepast op NOM-nieuwbouwwoningen.

De aanpak gaat er vanuit dat een NOM-woningrenovatie een samenhangend geheel is van maatregelen, ook wel uitgedrukt als 'energieconcept'. Er zijn acht interviews gehouden met aanbieders van zogenaamde NOM-renovatieconcepten waarin de behoefte aan technische innovatie centraal staat.

Deze inventarisaties hebben geleid tot een set aan generieke (toepasbaar op alle renovatieconcepten) en specifieke verbetermogelijkheden.

Deze verbetermogelijkheden zijn vertaald in innovatiebehoeftes die we hebben gegroepeerd naar:

- Productinnovatie
- Procesinnovatie
- Marktbenadering en diensten

Vanuit deze positionering is de geschetste innovatiebehoefte getoetst aan de beschikbare kennis uit onderzoeksprojecten van de TKI, EU-H2020 en IEA-EBC-Annex-projecten. Tevens zijn de bronnen waar het huidige kennisniveau is beschreven eraan toegevoegd. Per innovatiebehoefte is aangegeven of de innovatie generiek (G) of specifiek (S) is en of deze uit de interviews (I) of uit onderzoek (O) naar voren zijn gekomen. Niet opgenomen zijn de fundamentele innovatiebehoeftes die langere onderzoekstermijnen vergen en/of innovaties die niet direct bijdragen aan energieaspecten van de NOM-renovatie.

In de onderstaande tabel zijn de 22 onderscheiden innovatiebehoeftes beschreven waarbij ook is aangegeven wat de beschikbare kennis uit onderzoek op dit moment is. In hoofdstuk 5 is per onderdeel een uitgebreidere beschrijving opgenomen op basis van deze tabel. Deze geselecteerde innovatiebehoeften bevelen wij aan de TKI en RvO aan voor het samenstellen van een innovatieagenda voor de korte termijn (< 4 jaar).

	A. Thema	B. Stand van zaken/StoA	C. Technische en/of institutionele impasses	D. Te maken stappen en innovaties	E. Beschikbare kennis
	Product innovatie				
1 G-I-O	Installaties en installatie systeem	Op dit moment zijn installatiecomponenten niet uitwisselbaar. Installaties voor verwarmen en ventileren zijn volledig gescheiden. Onderdelen van het apparaat hebben verschillende technische levensduur.	Fabrikanten en leveranciers doen weinig moeite om hun apparaten op elkaar te laten aansluiten, zowel technisch als functioneel als de aansturingprotocollen. Onderdelen zijn niet uitwisselbaar bij defect of bij onderhoud.	Afstemmen technische aansluitingen die universeel zijn (modulaire installatieaansluitingen) waardoor minder arbeid en technisch beter presterende installatiesystemen ontstaan. Er is behoefte aan modulariteit binnen één apparaat en modulariteit op woningniveau (tussen apparaten).	H2020 More-connect http://www.more-connect.eu/ gericht op onderzoek naar compacte en geïntegreerde opstelling van woninginstallaties en in de gevel geïntegreerde distributiesystemen met eenvoudige verbindingen. H2020 P2Endure www.P2Endure-project.eu gericht op Plug&Play renovatietechnieken en -systemen.
2 S-I+O		De functies voor verwarmen, koelen en ventileren zijn niet geïntegreerd, waardoor groot ruimtebeslag en veel arbeidsgangen op de bouwplaats nodig zijn. Installatieconcepten bestaan uit losse producten en niet uit geïntegreerd ontworpen producten.	Fabrikanten hebben weinig kennis van en belangstelling voor elkaars producten en vereiste prestaties. Ook de bouwkundige consequenties van hun producten overzien fabrikanten maar beperkt. Er zijn geen gestandaardiseerde oplossingen voor een unit voor conversie, opslag en ventilatie met regeling en aansluitingen voor distributie.	Ontwikkelen van een geïntegreerde en ruimtebesparende unit voor conversie, warmtapwaterbuffer en ventilatie incl. geluiddemping voor universele toepassing in woningbouw. Hierbij rekening houdend met de levensduur (en bijbehorend onderhoud) van het totale installatiesysteem, de apparaten afzonderlijk en de onderdelen van de apparaten.	Afstudeeronderzoek Hogeschool Utrecht: Slimme installatiekast voor NOM-woningen In H2020 More Connect www.more-connect.nl is een projectonderdeel gericht op het ontwerp van een centrale woninginstallatie als 'Engine'.
3 G-I		Het buffervat voor warmtapwater is meestal een vat voor hoge druk in ronde vorm. Dat is een	Buffervaten zijn gestandaardiseerde en uniforme onderdelen, vaak van grote afmetingen en door de ronde	Eisen voor buffervaten voor warmtapwater opstellen en toepassen op willekeurige vormen die efficiënt	In de jaren 1990-2000 is er door ECN in Petten een onderzoek gedaan naar andere vormen van buffervaten, o.a. ook het plaatsen onder de woning en op basis van

		gestandaardiseerde kwaliteit waardoor weinig flexibiliteit bij inpassing. Dit vergt een groot ruimtebeslag. In het verleden is er wel onderzoek gedaan naar andere vormen van buffervaten, maar is niet doorgezet.	vorm vergt het veel bouwkundige ruimte.	zijn weg te werken in bouwkundige ruimten zoals hoekige loze ruimten e.d.	andere materialen dan metaal maar dit is destijds niet doorgezet.
4 G-I-O		Binnenluchtkwaliteit en gezondheid als stuurparameter zijn momenteel beperkt gedefinieerd. Bovendien is er geen betekenisvolle terugkoppeling aan bewoner bekend.	Bewoner kan alleen inzicht krijgen in CO ₂ - (en VOS-) concentratie als indicator van de luchtkwaliteit en deze automatisch bewaken en regelen. NOM-keur heeft hier al eisen voor opgenomen maar dat is nog onvolledig.	Aansturing (o.a. middels sensoren) en monitoring van gezondheid* als parameter voor verder ontwerp van een 'gezonde*' woning. De vraag is welke stoffen in de binnenlucht gemeten moeten worden en met welke sensoren. *Exacte betekenis gezondheid moet uit fundamenteel onderzoek blijken.	Een uitgebreid onderzoek gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek van instanties zoals de GGD, WHO, RIVM, TNO en diverse (technische) universiteiten wat heeft geleid tot prestatie-eisen voor luchtkwaliteit, en een gezond binnenmilieu. Onderzoek aan de Universiteit van Maastricht: http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2017.1307647 'Healthy excursions outside the thermal comfort zone', Wouter van Marken Lichtenbelt e.a. Department of Human Biology, NUTRIM School, Maastricht University Medical Center, Maastricht, the Netherlands;
5a S-I		Luchtwarmtepompen hebben buitenunits die geluid produceren en hinder kunnen veroorzaken. De combinatie tussen ventilatie van de woning en luchtwarmtepompen verdient aandacht.	(lucht)Warmtepompen met buitenunit zijn populair bij NOM-oplossingen. Hoe ontwikkelt de geluidproductie van de units in de tijd? (Door)ontwikkeling van lucht-warmtepompen is een wereldmarkt, op korte termijn alleen end-of pipe-oplossingen haalbaar.	Blijvend stiller maken van installaties in het algemeen en luchtwarmtepompen specifiek, zowel binnen als buiten de woning.	In 2017/18 wordt onderzoek gedaan bij de Hogeschool Utrecht aan een woongebouw in het project Inside Out (http://tki-inside-out.nl/). Bewonerservaringen en meetresultaten zijn beschikbaar uit Nul op de Meter Woningen in Heerhugowaard (Energiesprong/Platform31 – mei 2016) en Concepten Nul op de Meter en 80% besparing (Energiesprong/Platform31 – mei 2015).

5b		Bij NOM oplossingen vergt ventilatie aandacht. Het gebruik van systeem C (zonder warmte terugwinning) is mogelijk maar moet regeltechnisch gecompenseerd worden. Systeem D (met WTW) kan energetisch efficiënter zijn maar heeft in de renovatie een groot ruimtebeslag. Daarnaast verdient de combinatie tussen ventilatie en andere systemen (zoals een warmtepomp) aandacht.	Installatieconcepten worden nog niet integraal ontwikkeld. Met name bij renovatie zijn het leidingverloop en het ruimtebeslag die nodig zijn voor een goed ventilatiesysteem een probleem. Uiteindelijk komt dit de op te leveren kwaliteit niet ten goede.	Verbeteren geluiddemping ventilatiesystemen. Onderzoek naar nieuwe eisen en oplossingen t.a.v. geluidniveaus binnen en buiten de woning en met name de toepassing van integrale oplossingen, tussen aanbieders van installatie onderdelen. Inpassen van systemen en kanalen, vrijstaand en integraal verdient aandacht.	In H2020 More Connect www.more-connect.nl is een projectonderdeel gericht op het ontwerp van een centrale woninginstallatie als 'Engine'. In TKI-Monicair is het gedrag van diverse typen ventilatiesystemen uitvoerig onderzocht.
6 S-I		Duurzame koeling is een bijproduct van warmtepompen met bodem warmtewisselaars/wko maar is nog niet uitontwikkeld. Vaak is het zelfs noodzakelijk voor regeneratie van de bodem. Bij toepassing van luchtwarmtepompen (of andere technieken) is duurzame koeling niet voorhanden.	Bewoners waarderen koeling en zien het steeds meer als een op zichzelf staande kwaliteit. Bewoners van een NOM woning met een luchtwarmtepomp hebben geen duurzame koeloptie. De kans bestaat dat ze massaal een (mobiele) airco aanschaffen.	Koeling als geïntegreerde toepassing en geënt op klantwensen en met prestatie-eisen gebaseerd op duurzame wijze. Alternatieve oplossingen voor (top)koeling van woningen op een duurzame wijze.	Huidige boortechieken voor verticale bodemwarmtewisselaars (verticaal, horizontaal) en wko-bronnen (zie richtlijnen BodemenergieNL). Diverse ISSO-publicaties voor ontwerpmethoden voor dimensionering van koude-afgifte in woningen.
7 S-I		Regeling van de binnentemperatuur voor de totale woning meestal gebaseerd op een referentie-	Aansturing gericht op een specifieke ruimte of op gemiddelden, zonder rekening te houden met individualiteit van vetrekken.	Uitwerken van een regeling per vertrek, waarbij actuatoren nodig zijn per afgiftelichaam. Dit kan betekenen dat er ook naar andere afgiftelichamen	In TKI-Monicair is het gedrag van diverse typen ventilatiesystemen uitvoerig onderzocht. Daarnaast is in TKI-Treco

		vertrek (woonkamer). Bij woningen waar de ventilatie op CO ₂ -concentratie gestuurd wordt vindt dit meestal op basis van een vertrek (woonkamer) en soms nog op een tweede plek.		gekeken kan worden dan traditioneel toegepast.	onderzoek gedaan naar individueel comfort en gezondheidsaspecten van een wisselende binnentemperatuur.
8 S-I		Duurzame opwekking op het kavel wordt toegepast maar is vaak ontoereikend voor het halen van de NOM-doelstellingen bijv. bij hoogbouw.	Het is slechts beperkt mogelijk voor hoogbouw-complexen om voldoende energie op te wekken voor NOM. Dit hangt bovendien af van de omschrijving van de toepasbare schaalgrootte (buurt, postcoderoos of nabijheid) die hiervoor gehanteerd wordt.	Oplossingen voor maximalisatie duurzame energie opwekking voor hoogbouw, op het vlak van zonne-energie en ook bijvoorbeeld windenergie. Dit t.a.v. beschikbaar dakoppervlakte en ook t.a.v. beschikbaar kavel vanuit een grotere ontwerpvisie.	Door zowel gebruik te maken van winddruk als van windsnelheid kan de productie van windenergie substantieel worden vergroot, en wordt het dak getransformeerd tot een energiecentrale. In het FITS project is het doel het ontwikkelen van een gevelpaneel met een onzichtbare geïntegreerde thermische zonnecollector (FITS).
9 G-I	Bouwkundige componenten	I.v.m. bewonersoverlast wordt de aanpak van de begane grondvloer tot een minimum beperkt zoals alleen het verhelpen van vochtproblemen.	Isolatie van de begane grondvloer wordt vaak vermeden i.v.m. fundering op staal of door een complex bereikbare kruipruimte.	Ontwikkelen van een techniek voor hoogwaardig isoleren van bestaande begane grondvloeren, ook waar niet directe toegang is (kruipruimte of vloeren op zand) met minimum aan overlast voor bewoner. Hierbij gelijktijdig aandacht voor optimalisatie van luchtdichting en vochtuithouding.	Het is mogelijk gebleken om zand onder een woning weg te zuigen en dit te vervangen door isolatiemateriaal, bijvoorbeeld schelpen of schuim. Dit is een complexe operatie omdat er gaten worden geboord en nog geen gangbare praktijk. Bovendien kan dit alleen als er voldoende constructieve stabiliteit is van de woning. De huidige werkzaamheden leiden alsnog tot grote overlast voor bewoners. Op dit vlak is weinig onderzoek bekend.
10a G-I		Gevelisolatie en HR++ beglazing met hoge warmteweerstanden worden gecombineerd met	Hoogwaardige gevelisolatie, hoge luchtdichtheid en triple glas worden steeds meer de standaard.	Ontwikkeling isolerende (voor)deur, die ook blijvend in hoge mate luchtdicht en geluiddicht is. Toepassing	De ambitie om de deur te herontwerpen is door diverse NOM aanbieders benoemd als belangrijk. Tevens inspiratie bij oplossingen

2016172

Inventarisatie van innovatiebehoefte voor Nul-op-de-meter of energieneutrale renovatieconcepten voor woningen

		standaard matig thermisch isolerende deur.	Bijzondere voorzieningen zoals de deur blijven hierbij in kwaliteit achter.	in andere sectoren zoals deuren van huishoudelijke apparaten en auto's kunnen hier als inspiratie dienen.	die fabrikanten in de automotive- en witgoed-industrie kiezen. Binnen de bouw is de bestaande kennis beperkt.
10b G-I		Isolatie van de gevel is de eerste stap bij het uitwerken van een NOM-concept.	Specifieke bouwconstructies vertonen koudebruggen, die niet altijd eenvoudig of gestandaardiseerd op te lossen zijn. Nieuwe ontwikkelingen op isolatievlak zijn kostbaar.	Het toepassen van specifieke oplossingen bij koudebruggen, onder meer in de hoogbouw.	Onder meer: 'Vacuum Insulation Panels Applied in Building Constructions', M. Tenpierik, TU Delft (2010)
11 G-I-O		Bestaande producten/oplossingen worden geoptimaliseerd (triple glas, hogere Rc waarde) en niet herontworpen.	Productiekosten worden hoog omdat er diverse lagen nodig zijn. Er worden oplossingen gestapeld vanuit de bouwtraditie maar niet heroverwogen/ herontworpen met toepassing van andere materiaalsoorten.	Opnieuw ontwikkelen van een product, met als uitgangspunt de gewenste prestaties en niet de traditionele opbouw en materiaalkeuze. Bijvoorbeeld kozijnloze oplossingen of een gevel uit één materiaal (prestatiegericht ontwerpen).	IEA EBC Annex 50. Verder is er weinig onderzoek bekend
12 G-I		Bewoners in de woning hebben nog veel overlast van de renovatie. Er zijn aanbieders die diensten aanbieden zoals afdekken en compartimenteren maar dit werkt in de praktijk niet afdoende.	Bouwers zijn nog niet veel op de particuliere markt actief, waardoor de aandacht voor de bewoners ook anders is. Huurders zijn immers meer naar de werkwijze van de woningbouwcorporatie gericht.	Een zo min mogelijk invasieve renovatiestrategie, waardoor een zo groot mogelijke groep bewoners blij is met het renovatieproces. Een hoognodige ontwikkeling betreft een flexibel stofschoot, met de kwaliteitseisen van cleanroom of asbestsanering als uitgangspunt, zodat bewoners daadwerkelijk geen stofoverlast ervaren.	Voor zover bekend is er geen onderzoek gaande op dit vlak dat direct toepasbaar is voor de bouw. Er zijn wel enkele oplossingen in de markt, maar daar wordt te weinig gebruik van gemaakt of ze zijn te kostbaar.
13 G-I-O	Data acquisitie en data analyse	Data is onbereikbaar voor bewoners behoudens een app of ander display.	Energieprestaties worden vaak verkocht met een kleine overmaat aan PV waardoor goed haalbaar in de praktijk.	Analyse van gebruiksdata waardoor het voor aanbieders eenvoudiger wordt om een energieprestatie van componenten te tonen. Bijvoorbeeld	In TKI-TRECO en OPSCHALER is onderzocht welke data reductie mogelijk is voor een voldoende nauwkeurige voorspelling en

			<p>Naast energiedata is er ook data nodig voor onderhoud en beheer van de woning.</p> <p>Bewoner wordt op jaarbasis met complexe data bediend die niet kan worden beoordeeld.</p>	<p>het meten van COP en conversierendementen en systeemverliezen.</p> <p>Data analyse waardoor geen impliciete marge meer nodig is op de prestatieafspraken.</p> <p>Structuur om data op woningniveau te beheren en zinvol te presenteren aan de bewoner waarop hij tijdig inzicht krijgt in zijn gedrag en staat van onderhoud. Transparante informatie van data waarover de bewoner kan beschikken hoe, wanneer en aan wie deze vrij te geven.</p>	<p>bepaling van de energieprestaties en inzicht in gebruikersgedrag.</p>
	Proces innovatie				
14 G-I-O	Opname fase	<p>3D-scan met puntenwolk soms toegepast. Verwerking tot tekening/BIM-model en materialisatie gebeurt nog met de hand.</p>	<p>Nauwkeurigheid digitaal inmeten vaak onvoldoende of onbetrouwbaar voor maatvoering. Alsnog handwerk en controle nodig.</p> <p>Omzetten van puntenwolk naar BIM door handwerk.</p>	<p>Verbetering van de nauwkeurigheid van 3D-scan puntenwolken.</p> <p>Geautomatiseerd proces van digitaal inmeten naar gematerialiseerd BIM-model, gericht op de aansturing van productie.</p> <p>Ontwikkelen van standaard bibliotheken van constructies en bouwkundige details.</p>	<p>Insiter, https://www.insiter-project.eu/en gericht op inspectie technieken met behulp van 3d.</p> <p>Bertim, http://www.bertim.eu/ gericht op de ontwikkeling van een renovatieconcept, gebaseerd op BIM aansturing.</p> <p>EASEE, http://www.bertim.eu/ met als onderdeel het in 3D scannen van de gevel.</p> <p>Impress, http://www.project-impress.eu/software-development/ is gericht op nieuwe gevelpanelen, maar wel gebaseerd op 3D opname en verwerking.</p>
15 G-I-O	Ontwerp fase	<p>Er is nog maar beperkt aanbod waarin bewoners een keuze in het ontwerp kunnen maken.</p>	<p>Er wordt te veel ingezet op een vast systeem, dat niet om kan gaan met afwijkingen zoals een aanwezige</p>	<p>Ontwikkelen van een proces waarin niet altijd de volledige oplossing nodig is, maar waarin keuzevrijheid is, zodat toepasbaarheid van de oplossing niet</p>	<p>More-connect: http://www.more-connect.eu/, gericht op een aanpak in componenten.</p>

2016172

Inventarisatie van innovatiebehoefte voor Nul-op-de-meter of energieneutrale renovatieconcepten voor woningen

			uitbouw, zonwering of dakkapel ('accessoires').	afhankelijk is van enkele bouwsystemen. Dit binnen de woning maar ook t.b.v. de renovatie van accessoires en gevelontwerp voor bijvoorbeeld een bijdrage aan een wisselend straatbeeld.	Go-refurb: http://go-refurb.eu/ , gericht op een one-stop-shop oplossing voor particulieren. Daarnaast zijn er in de markt enkele aanbieders van renovatie oplossingen op component niveau.
16 G-I-O	Productie fase	Gevelafwerking nog traditioneel met semi-geautomatiseerde steenstrip-verwerking en handmatig pleisterwerk op bouwplaats.	Geautomatiseerd verwerken van producten alleen i.s.m. de fabrikant te ontwikkelen t.a.v. productie, verwerking en opslag van materialen. Nog teveel gericht op een handeling en niet op totale proces.	Automatiseren door robottechnologie en ketensamenwerking t.b.v. automatisering van het gehele proces. In plaats van stapelen van traditionele materialen innovatie naar een nieuwe opbouw van constructies. Vraagbundeling vanuit de bouwsector om deze stap te kunnen maken, kennis opdoen bij andere industriële sectoren.	Er is veel onderzoek voorhanden uit andere industriële sectoren waar robots gebruikt worden. De kansen van robots voor een project in de bouw zijn tot nu toe beperkt tot prefabricage. Bertim: http://www.bertim.eu/ , gericht op industrieel fabriceren. www.p2endure-project.eu , gericht op industrieel geproduceerde plug&play oplossingen voor renovatie.
17 G-I-O	Activiteiten op bouwplaats	Installaties vergen aparte arbeidsgangen. In bedrijf stellen en inregelen gebeurt meestal eenmalig vaak op basis van fabrieksinstellingen.	Installatiecomponenten maken weinig gebruik van elektronica en ICT om het proces van in bedrijf stellen en inregelen en blijvend ingeregeld te houden kwalitatief te verbeteren.	Klik en klaar montage. Zelf inregelend installatie systeem door standaardisatie, doordacht ontwerp, slimme sensoren en software. Dit zelf inregelend systeem hangt samen met het toepassen van sensoren en het afstemmen van onderhoud. Daarnaast vergt dit integratie met andere regelsystemen.	E E2vent systems: http://www.e2vent.eu/ , gericht op de installaties in de gevel. Mobistyle: http://www.mobistyle-project.eu/ , gericht op monitoring van het binnenklimaat. Sepemo, http://sepemo.ehpa.org/ , gericht op de monitoring van warmtepompen.
18 G-I-O		Meerdere arbeidsgangen door onvoldoende kwaliteit van aansluitingen en details tussen bouwdelen en tussen te	Aansluitdetails tussen componenten en bouwdelen onvoldoende	Verbindingen tussen bouwdelen / componenten nog verder in standaard details uitwerken en inherent hoge	De aanbieders van geïndustrialiseerde renovatie-oplossingen werken ieder voor zich aan een concept voor een specifiek

		renoveren woning en bestaande aangrenzende woningen.	waardoor veel handmatige nabewerking. Details van verschillende toeleveranciers niet afgestemd. Afstemming maatvoering bouwplaats en geproduceerde component nog onvoldoende.	kwaliteit (koudebrug, luchtdichtheid) meegeven. Ontwikkelen van standaard details voor prefab bouw-oplossingen, dusdanig dat oplossingen van meerdere aanbieders onderling te combineren zijn. Opzetten onderzoek naar samenwerking tussen de concept aanbieders.	marktsegment. De ontwikkeling van de details komt nog maar mondjesmaat op gang omdat in de praktijk met handmatige nabewerking de onvolkomenheden nog zijn op te lossen. In het EU project More-Connect is onderzoek gedaan naar betere aansluitdetails. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar slimme connectoren voor lucht- en waterdistributie die zijn verwerkt in bouwkundige elementen.
19 G-I-O		Woningcorporaties hebben beleid op het verkopen van woningen voordat groot onderhoud plaatsvindt. Er is nauwelijks aanbod voor de particuliere woningen.	Er ontstaat hierdoor gespikkeld bezit in complexen wat een uniforme aanpak belemmert. Verduurzamingsopgave komt maar beperkt van de grond. Individuele keuze is vrijwel niet mogelijk voor opties binnen de woning.	Specifieke technische aanpak voor gespikkeld bezit ontwikkelen, zodat er gerenoveerd kan worden in de serie van één. Dit is toepasbaar op het gespikkeld bezit en de particuliere markt. Aansluitingen op belendende woningen optimaliseren. Tevens aanpak voor individuele wensen binnen de woning.	Er zijn onderzoeken uitgevoerd naar de realisatie van (bijna) energie neutrale renovaties voor individuele woningen: Cohereno: http://www.cohereno.eu/about.html , gericht op een aanbod voor de particulier. Nezer: http://www.nezer-project.eu/ , gericht op de realisatie van energie neutrale renovaties. More-Connect: http://www.more-connect.eu/ , gericht op de serie van één en componenten.
	Marktbena dering en diensten				
20 G-O	Voorlichting gebruik en gezondheid	Bewoners krijgen gefragmenteerde informatie van bouwkundige zaken en diverse installatiecomponenten zonder samenhang en zonder indicator voor een gezonde	Bewoners willen een gezonde woning maar aanbieders weten niet goed wat dat is.	Inzicht krijgen in de indicatoren omtrent gezondheid. Verkenning van de wetenschap en de operationalisering van deze kennis in renovatieconcepten. En integraal nadenken over de interactie met het	Via apps krijgen bewoners technische informatie te zien over binnentemperatuur en CO2-concentratie en bijvoorbeeld draaiuren van een apparaat. Daarnaast zijn er vaak per installatieonderdeel (verwarmen, ventileren) displays in de

		woning of gezond binnenklimaat.		energieconcept. Dit kan dan resulteren in diensten voor gezonde woningen.	woning waarmee een apparaat tevens bediend kan worden. Recent onderzoek (Pereboom 2017) levert een verkenning op van de gezondheidsindicatoren in relatie tot het energieconcept.
21 G-O		Informatie is te complex voor bewoners.	Bewoners leggen de veel te complexe informatie naast zich neer waardoor verkeerd gebruik in de hand wordt gewerkt en klachten ontstaan.	Begrijpelijke informatie over het gebruik van een woning gebaseerd op feiten zonder verborgen marges. Vooraf als bewoners een keuze kunnen maken over vrijgave van data en de terugkoppeling die je daarop wenst.	In H2020 project Mobistyle worden methoden ontwikkeld om IoT wearables en sensoren in de woning te koppelen. Deze data wordt door middel van gamification aan de gebruiker gepresenteerd om blijvende gedragsverandering te bevorderen.
22 G-I-O		Bewoners staan argwanend tegenover de bouwbranche, en hebben bovendien het gevoel dat hun woning hun technisch boven het hoofd groeit.	Bewoners vertrouwen geen informatie meer over energiebesparing en binnenmilieu.	Ontzorgen van bewoners door prestaties uniform zichtbaar te maken en creëer een kwaliteitsbeleving gebaseerd op werkelijke onderzoeksresultaten en energiedata. Creëer aantrekkelijke delimiters.	Project "Beyond the Current met project nummer 14569". Hier wordt door middel van de vignet methoden een onderzoek gedaan naar de reactie van bewoners van te renoveren portiekflats naar aanleiding van het label, esthetiek, huurprijs en dergelijke. http://www.stw.nl/nl/content/beyond-current-user-preference-tested-design-solutions-energy-efficient-housing-renovation H2020Mobistyle www.mobistyle-project.eu waarin vanuit leefstijl wordt gekeken hoe je bewoners kunt beïnvloeden richting een leefstijl met bewuste aandacht voor energie en binnenmilieu. Ervaringen bij recente NOM renovaties.

BEWUST LEEG

1 BIJDRAGE VAN NOM-RENOVATIE AAN BELEIDSDOELSTELLINGEN

Uitgangspunt is dat uiterlijk in 2050 de gebouwde omgeving energie neutraal dient te zijn volgens de recente Europese en nationale beleidsstukken [1]. Dit betekent, met de huidige renovatiecyclus voor woningen van ca. 30 jaar en de gangbare financieringsmethoden, dat elke ingreep aan een woning (natuurlijke monumenten) benut moet worden om die woning minimaal energieneutraal te renoveren (Net Zero Energy- NZE) en liever nog energieleverend (gemaximeerd op duurzame energieproductie). Daarom liggen er juist door renovatie grote kansen voor maximale duurzaamheid. De nieuwbouw heeft een jaarlijks productievolume van amper 1% van de bestaande woningvoorraad en kent reeds financierbare Nul-op-de-Meter (NOM)-oplossingen en wordt daarom in deze beschouwing niet meegenomen. Daarnaast blijft bij renovatie veel materiaal van het gebouw behouden in vergelijking met sloop/nieuwbouw waardoor de totale milieubelasting beperkt kan blijven.

De huidige renovatie-aanpak zoals die in de markt wordt aangeboden kent een aantal belemmeringen voor het op tempo energieneutraal maken van de woningvoorraad. Anders dan bij projectmatige nieuwbouw speelt de bewoner in de bestaande bouw altijd een sleutelrol. Of het nu de eigenaar-bewoner betreft of een huurder, uiteindelijk zijn zij de beslissers over het al of niet nemen van energiebesparende maatregelen en renovatie. Hoe kan de markt haar aanbod laten aansluiten bij de wensen van de gebruiker? De verbetering moet duidelijk voordelen opleveren voordat een bewoner over gaat tot actie. Deze voordelen gaan verder dan financierbaarheid, en zal onder meer betrekking moeten hebben op een functionaliteit, wijkverbetering, esthetiek, veilige woning (brand en inbraak), een woning waar je langer kunt blijven wonen (aanpasbaar, zorg) en comfort (gezond binnenmilieu, geluid geïsoleerd e.d.).



Figuur 1. Uitgevoerde NOM renovatie in Heerhugowaard in kader van de Stroomversnelling [4]

Barrières voor opschalen van NZE-renovatie

De overheidsambitie is om Net Zero Energy- NZE te renoveren, is aan opschaling toe. Er zijn verschillende aanbieders die een oplossing in de markt (proberen) te zetten. Ondanks dat deze oplossingen bijdragen aan de het overheidsstreven, worden ze niet op grote schaal omarmd door woningeigenaren.

We kunnen constateren dat de synergie ontbreekt tussen het aanbod uit de markt, gebaseerd op de hoge ambities van de overheden enerzijds, en de vraag vanuit de bewoners/consumenten anderzijds. Wij zien als voornaamste barrières:

- Er is geen breed passend aanbod, de markt is nog onvoldoende ontwikkeld. De consument heeft nog weinig te kiezen en komt daardoor ook niet in beweging.
- Het aanbod dat er wel is, kent technisch gefragmenteerde oplossingen waardoor de deeloplossingen, op zich goed zijn, maar als geheel onvoldoende kwaliteit bieden.
- Het huidige aanbod speelt onvoldoende in op individuele woonwensen van de bewoners en op verschillen tussen woningen zoals die de afgelopen decennia door allerlei ingrepen zijn ontstaan. Bovendien zijn vanuit de huidige demografische trends en is er vanuit de eindgebruiker een sterke behoefte aan levensloopbestendige renovatie concepten, inspeland op (toekomstige) zorgconcepten, er zijn hiervoor nog geen praktische flexibele oplossingen en concepten voorhanden.
- Een groot deel van de werkzaamheden wordt op de bouwplaats uitgevoerd waar allerlei aansluitproblemen, vaak ad hoc, opgelost moeten worden. Dit meestal onder ongecontroleerde (weers)omstandigheden wat leidt tot hoge kosten, lange uitvoeringstijd en hinder voor de bewoner.
- Er is onvoldoende zekerheid t.a.v. de kwaliteit van het eindresultaat: de uiteindelijke prestaties en kosten (prestaties / kosten / besparingen). De prestaties, die betrekking hebben op een veilige woning, een levensloopbestendige woning of een comfortabele woning, blijven onderbelicht.
- De renovatieconcepten zijn star en zijn nog steeds slechts met veel breekwerk in de toekomst aanpasbaar op veranderende woonwensen. Vanuit de eindgebruiker is er een duidelijke behoefte aan 'no-regret' oplossingen, dat wil zeggen, concepten die in de toekomst aanpasbaar en opschaalbaar zijn.
- De bewoner ziet geen noodzaak om tot verbetering over te gaan. Een verplichting vanuit regelgeving is niet wenselijk en een passend aanbod is er niet.
- De financiële mogelijkheden voor een verbetering zijn beperkt. Enerzijds is de kostprijs hoog (geen terugverdientijd van een ingreep), en anderzijds zijn de mogelijkheden om de middelen te verkrijgen uit dienstverleningsconcepten (Esco) te beperkt.

Ten aanzien van deze barrières zijn er verschillende probleemeigenaren te onderscheiden:

- Overheden die hun besparingsdoelstellingen willen halen.
- Bewoners waarvoor betaalbaarheid centraal staat en verduurzaming langzaam belangrijker wordt.
- Bewoners die geconfronteerd worden met een beperkt aanbod, zonder zicht op een passend aanbod om die specifieke kwaliteit te verhogen.
- Woningbouwcorporaties die hun voorraad op basis van nieuwe verdienmodellen moeten actualiseren.
- Bouw- en installatiesector en toelevende industrie die nieuwe markt zien in de bestaande bouw maar niet de vertaling naar aanbodgerichte productontwikkeling kunnen maken.
- Producenten en leveranciers zijn op zoek naar een samenhangend aanbod van bouwdelen zodat de prestaties van hun producten meer tot hun recht komen.

Om een beter inzicht te krijgen in het ontwikkelen of verbeteren van innovatieve technieken, producten en diensten ter bevordering van de NOM-aanpak van de bestaande woningbouw, is deze inventarisatie naar innovatiebehoefte uitgevoerd. Hierbij is rekening gehouden met diverse invalshoeken en belangen van deze 'probleemeigenaren' (stakeholders). Dit rapport is opgesteld in opdracht van RvO.nl voor de TopSector Energie (TSE) op verzoek van het TKI Urban Energy.

1.1. Doelstelling

Deze inventarisatie is bedoeld om een gemeenschappelijke kennisbasis te vormen van waaruit prioriteiten kunnen worden gegeven aan stimulering van innovatie om de kwaliteit van NOM-renovaties te bevorderen. De beoogde doelgroepen zijn o.a. aanbieders van NOM-renovatieconcepten, aannemers, installateurs, woningcorporaties en andere woningeigenaren, gemeenten en projectontwikkelaars. Naast de opgedane kennis over NOM-renovatie kan een deel van deze kennis ook worden toegepast op NOM-nieuwbouwwoningen.

Deze inventarisatie beschrijft de korte termijn (< 4 jaar) innovatiebehoefte die een belangrijke rol speelt bij praktische technische mogelijkheden en de kwaliteitsverbetering van NOM-renovatiemethoden. Daarbij is voor woningrenovatie de keuze voor NOM zeker niet de enige optie. Er zijn diverse situaties denkbaar waarin renovatie naar NOM niet zinvol is omdat de ruimtelijke ingrepen drastisch kunnen zijn en de kosten onevenredig hoog ten opzichte van alternatieve oplossingen in de gebouwde omgeving die eenzelfde energieprestatie kunnen realiseren zoals warmtenetten, duurzaam gas en gebiedsoplossingen voor de opwekking van duurzame elektriciteit. Daar waar NOM ambities genoemd zijn in dit rapport, geldt dit ook voor energie-efficiënte ambities die net niet NOM zijn.

De informatie in deze rapportage is gebaseerd op literatuurstudie, inventarisatie van onderzoeksprojecten uit de TKI Urban Energy, de Europese commissie (FP7 en Horizon2020), IEA EBC Annex-projecten en acht interviews met aanbieders en ontwikkelaars van NOM-renovatieconcepten in Nederland. Tevens heeft de stuurgroep een belangrijke bijdrage geleverd aan de totstandkoming van deze inventarisatie.

1.2. Afbakening

Bij NOM-renovatie gaan we uit van een renovatie van een bestaande woning of woningcomplex waarbij na renovatie de woning – over een jaar gemeten - zowel gebouwgebonden- als het huishoudelijke energiegebruik op het kavel worden opgewekt. Deze afbakening is gebaseerd op de NOM-aanpak zoals deze door de Energiespong is ontwikkeld. Dit betekent dat naast het energiegebruik voor ruimteverwarming en warmtapwater ook het gebruikersdeel van het energiegebruik mee wordt genomen bij het vaststellen van de omvang van de renovatiemaatregelen.

Gebiedsmaatregelen zijn niet in deze studie beschouwd.

De innovatievraagstukken die centraal staan in dit onderzoek hebben betrekking op bouwkundige maatregelen om energiegebruik te verminderen en op installatietechnische maatregelen. Daarnaast kan de innovatie ook betrekking hebben op de industriële productie van (gecombineerde) bouw- en installatieonderdelen als methode van kwaliteitsverbetering en kwaliteitsborging. Hierbij onderscheiden we een productiefase (niet op de bouwplaats, in industriële omgeving) en een assemblagefase (bouwplaats).

De maatschappelijke condities voor NOM renovaties, zoals financiering, communicatie en regelgeving maken geen onderdeel uit van de onderzoeksvraag.

1.3. Opzet en aanpak van dit onderzoek

De aanpak gaat er van uit dat een NOM-woningrenovatie een samenhangend geheel is van maatregelen, ook wel uitgedrukt als 'energieconcept'. Er zijn acht interviews gehouden met aanbieders van zogenaamde NOM-renovatieconcepten waarin de behoefte aan technische innovatie centraal staat.

Vanuit deze positionering is de geschetste innovatiebehoefte getoetst aan de beschikbare kennis uit onderzoeksprojecten van de TKI en de EU-H2020. Uit de ontbrekende innovatiekennis is een overzicht gegeven van het herhalingspotentieel van technische oplossingen. Met deze oplossingen is een innovatieagenda ontwikkeld die invulling geeft aan de komende 4 jaar.

1.4. Leeswijzer

Deze rapportage beschrijft in hoofdstuk 2 de achtergronden en de ontwikkeling van de NOM-innovatiematrix en de inventarisatie van voorbeeldprojecten van renovatie met hoge energie-ambitie. In hoofdstuk 3 is het resultaat van de marktconsultatie van aanbieders beschreven gevolgd door een beschrijving van de beschikbare kennis uit (inter)nationaal onderzoek in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is een uitwerking gegeven van 22 innovatiebehoefte voor de korte termijn waarna hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen bevat.

2 ACHTERGRONDEN BIJ ENERGETISCHE KWALITEITSNIVEAUS BIJ WONINGRENOVATIE

In dit hoofdstuk beschrijven we beknopt de ontstaansgeschiedenis van Nul-op-de-Meter (NOM). Daarnaast geven we voorbeelden van gerealiseerde renovatieprojecten met verregaande energieambitie. Vervolgens gaan we in op het ordenen van de verschillende oplossingsrichtingen die we in de huidige markt tegenkomen.

2.1. Ontstaan van NOM-renovatie en definitie

De focus in woningbouw is sinds 2010 verschoven van 60 tot 80 % energiereductie naar NOM. In 2013 is de Deal Stroomversnelling getekend, een initiatief van bouwers en woningcorporaties, om de NOM-renovatie van 11.000 huurwoningen mogelijk te maken. In 2015 is de vereniging Stroomversnelling opgericht om Nul op de Meter verder te brengen en op grote schaal mogelijk te maken voor bestaande bouw en nieuwbouw. Het gaat er daarbij om deze haalbaar en betaalbaar maken voor een breed publiek. Stroomversnelling is voortgekomen uit het innovatieprogramma Energiesprong en de Deal Stroomversnelling.

De Stroomversnelling hanteerde de volgende definitie van een NOM-woning [4]:

Bij een Nul op de Meter woning zijn de in- en uitgaande energiestromen voor gebouwgebonden energie (o.a. ruimteverwarming, -koeling, warm tapwater gebruik) en het gebruik van huishoudelijke apparatuur op jaarbasis per saldo nul, onder standaard klimaatcondities zoals die gelden in Nederlanden bij gemiddeld gebruik van de woning, zoals vastgelegd in de ontwerpuitgangspunten en onderbouwd door Nederlandse normen.

2.2. Voorbeelden van gerealiseerde renovatieprojecten met energieambitie

Een groslijst van gerealiseerde voorbeeldprojecten en aanbieders in de markt van (B)ENG en NOM-concepten is in een apart *.xlsx-bestand opgenomen als Bijlage III.

2.3. Concepten in de woningbouw

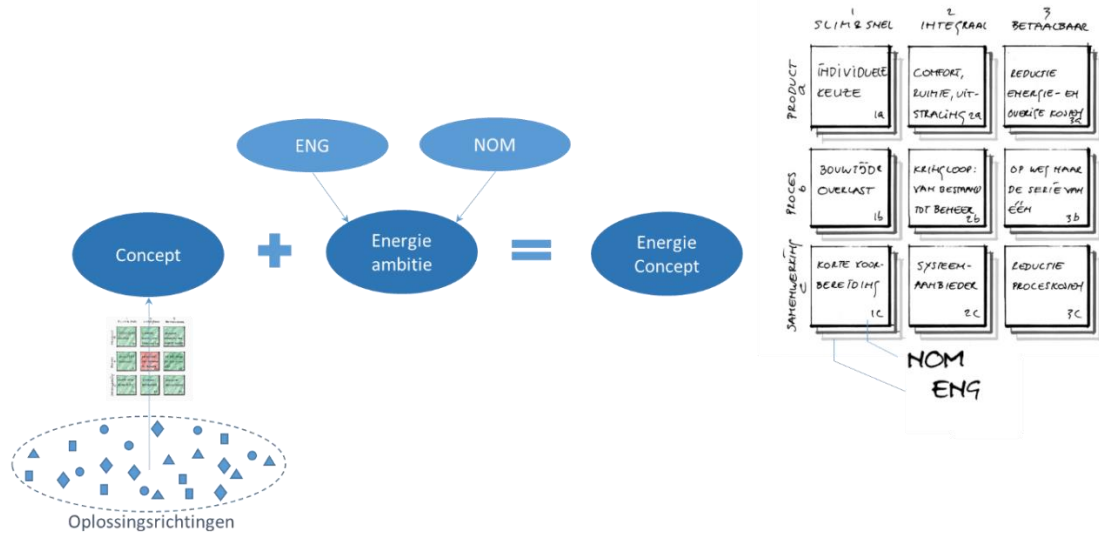
Bij de ontwikkeling van een renovatieconcept is er behoefte aan een structuur om te zoeken naar dat wat de oplossingen zowel technisch, procesmatig als in de markt onderscheidend maakt. We hebben hiervoor gebruik gemaakt van een matrix met innovatievelden. Deze matrix is ontwikkeld in het kader van de publicatie 'Pamflet Renovatie als Hollands Herontwerp' [2]. De matrix geeft een kapstok om naar de renovatie concepten te kijken, niet meer dan dat. Daarbij is telkens de vraag, waarin ben je als concept echt onderscheidend? In bijlage V is een toelichting op deze matrix opgenomen.

Definitie van energieconcept

Door aanbieders in de markt wordt hun aanbod in marketingtermen vaak 'een concept' genoemd maar eigenlijk betreft het een oplossingsrichting. Een oplossingsrichting definiëren we als een bepaalde oplossing van een bepaalde aanbieder. Wij zijn hier op zoek gegaan naar een bredere opvatting en hebben zes concepten onderscheiden, met behulp van de eerder genoemde matrix met prestatievelden.

Vervolgens is per concept de energie ambitie onderscheiden. Indien vervolgens een concept is gekoppeld aan een energieambitie noemen we een energieconcept. In eerste instantie is het onderscheid BENG (Bijna Energie Neutraal Gebouw), ENG (Energie Neutraal Gebouw) en NOM (Nul-op-de-Meter) aangehouden.

Gaandeweg zijn we erachter gekomen dat BENG ook bij renovatie goed in de praktijk te realiseren is met de hedendaagse technieken en oplossingen. Doordat de eisen voor nieuwbouw vanaf 2020 ook op BENG-niveau liggen zie je dat de markt hier al veel kennis over op doet. Daarnaast is het verschil in energieprestatie tussen BENG en ENG niet groot, een equivalent van ca. 4 m2 PV-paneel. Daarmee hebben we die ambities beperkt tot Energieneutraal (ENG) en Nul Op de Meter (NOM). In de onderstaande figuur staat deze gedachtegang weergegeven.



Figuur 3. Van oplossingsrichting naar energieconcept

3 TECHNIEKBEHOEFTE UIT MARKTCONSULTATIE

Vanuit de kennis van de onderzoeksgroep zijn er ruim vijftig oplossingsrichtingen uit de markt verzameld (zie bijlage III). Elke oplossingsrichting is beoordeeld aan de hand van de matrix en daar is een bijpassend concept bij benoemd. Dit is onderscheiden in een van de twee energie ambities (ENG of NOM).

Uit de benoemde oplossingsrichtingen zijn tien meest relevante herleid en zoveel mogelijk verdeeld over de te onderscheiden energieconcepten. In de beschrijving in Bijlage I is een korte typering aangegeven, er is benoemd over welke oplossingsrichtingen het gaat en bovendien is er vermeld welk prestatieveld het meest kenmerkende is voor die oplossingsrichting. Deze omschrijving dient als startpunt voor de gesprekken met aanbieders uit de markt. In tabel 2 staan de gekozen aanbieders waarmee een interview is gehouden, zoals uitgewerkt in Bijlage IV.

Tabel 1. Geïnterviewde aanbieders t.b.v. input voor de innovatieagenda

	Type aanbieder	Bedrijf/organisatie	Concept	Energieambitie
1	Toeleverancier	IBS	Slim&Snel	NOM
2	Concept-aanbieder	Happy Balance	Integraal	NOM
3	Concept-aanbieder	BJW	Product	NOM
4	One-stop-shop	ThuisBaas (Urgenda)	Betaalbaar	NOM
5	Toeleverancier	Alliantie+	Betaalbaar	ENG
6	Ontwikkellende aannemer	VolkerWessels	Slim&Snel	ENG
7	System integrator	Factory Zero	Samenwerking	NOM
8	Ontwikkellende aannemer	BAM	Proces	NOM

4 BESCHIKBARE KENNIS

In dit hoofdstuk is de beschikbare kennis opgenomen vanuit de eigenschappen van de woningvoorraad en ook vanuit beschikbare kennis uit onderzoeksprojecten met TKI en EU financiering alsmede IEA EBC-annex-projecten.

4.1. Innovatie gezien vanuit de woningvoorraad

De Nederlandse woningvoorraad is nu ruim 7,5 miljoen woningen groot. Met de huidige uitgangspunten is de rol die de bestaande bouw in de toekomst speelt groot: de gemiddelde energetische kwaliteit komt overeen met energielabel D/E, en de jaarlijkse toename van de woningvoorraad door nieuwbouw en sloop/vervanging bedraagt minder dan 1% van de bestaande woningvoorraad.

De behoefte aan zelfstandige woningen neemt toe. CBS voorspelt een toename tot 8,5 miljoen woningen in 2045. Gezien de huidige bouwcapaciteit van 55.000 woningen en de onttrekkingen die er jaarlijks zijn (15.000) hebben we een jaarlijkse toevoeging van ca. 40.000 woningen [3]. Dit is net voldoende om de gewenste groei in het aantal woningen te bewerkstelligen. Dit betekent dat ca. 90% van de woningen die er vandaag de dag staan in 2050 nog steeds staan. Maar deze woningen moeten wel aangepast worden aan de kwaliteitseisen van de toekomst.

Als we kijken naar de bestaande woningvoorraad dan zijn er een aantal aanknopingspunten om NOM-renovaties vanuit te beschouwen zoals:

- Woningtype
- Bouwjaar
- Eigendomsvorm
- Grondgebonden/gestapelde bouw

Tweedeling: aanbod per woning of naar woningtype

Bij de innovaties waar de partijen in de markt aan werken is een tweedeling te zien in de aanpak. Er zijn aanpakken waarbij het woningtype niet vooraf omschreven is.



Figuur 4. Voorbeeld van rijenwoningen uit jaren 50.

Deze aanbieders (veelal aannemers) nemen de klant met een bestaande woning als gegeven en kijken op basis van kennis en ervaring naar de mogelijkheden voor die specifieke woning. Bij deze woningen gaat het vaak om het toepassen van (bestaande) kennis en producten uit de markt. De gewenste vernieuwingen, vooral procesmatig, hebben dan ook vooral te maken met de vernieuwingen in de bouwketen en innovatie door toeleveranciers en onderaannemers.

Aan de andere kant zijn er ook aanbieders die specifieke oplossingen bedenken gericht op gemeenschappelijke bouwkundige- en installatie-eigenschappen van (een deel van) de woningvoorraad. Door zich te beperken tot een bepaald type woning en/of bouwperiode kunnen er betere kaders (efficiënter, effectiever) voor de oplossingsrichting worden opgesteld. Bij de indeling in woningtype zijn de eengezinswoningen en dan met name bouwperiode 1964-1975 een geliefde doelgroep.

VERDELING VAN WONINGSTYPEN NAAR BOUWJAAR 22/11/2012

BOUWJAAR WONINGSTYPE ↓	< 1 1945	2 1946-1964	3 1965-1975	4 1975-1991	5 1992-2011	TOTAAL
1 VESTSTRAATSE WONING	216.000	225.000	119.000	221.000	256.000	1.037.000
2 'TWEË-ONDEK-BERT' KAP	140.000	145.000	142.000	224.000	249.000	900.000
3 RIJESWONING	523.000	498.000	606.000	879.000	509.000	2.993.000
4 KANISCHWITTEWONING	113.000	113.000	22.000	94.000	57.000	399.000
5 SAALSWONING	~ 5000	64.000	174.000	109.000	162.000	514.000
6 POLITIEKANTORWONING	256.000	267.000	112.000	142.000	101.000	898.000
7 OVERIGE FLATWONING	49.000	50.000	125.000	125.000	196.000	545.000
TOTAAL	1.302.000	1.342.000	1.700.000	1.794.000	1.528.000	7.266.000

Blad: - A (ONTSCHAP.NE
- BOUWHULPGROEP
© 2013

Figuur 5. Overzicht van verschillende woningtypen als functie van de bouwperiode (Bon: Bouwhulpgroep)

Eigendom

Technisch gezien maakt het natuurlijk niets uit, in identieke woningen kunnen eigenaar/bewoners of huurders wonen. Het gaat echter om de context waarbinnen de beslissingen worden genomen. In de huursector ligt de benadering meestal op complex niveau. Dat betekent dat het in ieder geval om één blok woningen gaat, maar vaak meerdere blokken tegelijk worden aangepakt. Dit is procesmatig een eenvoudige manier omdat er slechts één opdrachtgever is waarmee de afstemming plaats hoeft te vinden. Bovendien zijn corporaties in staat om de benodigde financiering te organiseren, mede door inzet van de Energie Prestatie Vergoeding. Dit betekent dat het voor partijen interessant is om voor de corporatiemarkt en professionele huurmarkt passende oplossingen te ontwikkelen.

Bij eigenaar bewoner is één woning het onderwerp van discussie en is er één opdrachtgever per woning. Het is daar complexer om de benodigde financiering van de grond te krijgen voor een hele woning.

Ondanks dat de Nederlandse markt voor 60% uit koopwoningen bestaat richten de meeste partijen zich nu op de huursector voor het aanbieden van NOM renovaties. Dit is dus vooral ingegeven door direct toepasbare oplossingen en niet op waar daadwerkelijke de grootste opgave ligt. Daarnaast is de markt nog bijzonder klein en zijn er legio groeikansen. Daarom is nog niet nodig voor bedrijven grote bedrijfseconomisch risico's te lopen.

Periode na 1975

De jongere voorraad is net zo interessant voor energetische renovatie, maar daar is nog weinig aandacht voor. Voor deze woningen geldt ook dat op korte termijn een onderhoudsgreep noodzakelijk is. Wel is vanuit de bouwregelgeving van die tijd isolatie aanwezig in dak, gevel en vloer (beperkt) en zelfs dubbel glas in de woonvertrekken (1979). Daarmee blijven de ergste gebreken achterwege en is de noodzaak vanuit energie-oogpunt om deze groep woningen te verbeteren minder groot.

Eengezins- en meergezinswoningen

De meeste aandacht gaat op dit moment uit naar eengezinswoningen. Je kunt daar per woning de opgave naar NOM meestal goed oplossen, de mogelijkheden voor installaties zoals een warmtepomp zijn eenvoudiger om toe te passen (opstelruimte, grondboring), en je kunt overal vanaf maaiveld bij. Bovendien heb je voldoende dakoppervlak bij een eengezinswoning om energieopwekking op grote schaal toe te passen.

Meergezinswoningen vragen om een collectieve verbetering van een blok als geheel. Dit maakt de toepassing van NOM renovatie in de bestaande meergezinswoningen complex. Er zijn dan ook maar een beperkt aantal oplossingen die zich hier op richten. Daarbij geldt dat de huidige toepassingen voor de gestapelde bouw vaak afgeleiden zijn van een oplossing die voor de eengezinswoningen is bedacht. Een andere reden (naast de complexiteit) is dat de omvang van deze groep woningen kleiner is.



Figuur 6. Voorbeeld van gestapelde bouw uit de jaren 60.

4.2. Versnellen door herhaling

Aanbieders kiezen nu meestal voor herhaling op het vlak van de context: eigendomsvorm, doelgroep, gewenste kwaliteit en investeringsvermogen. Het is mogelijk om daar een project overstijgende oplossing voor te bedenken, al merk je dat het nu toch vaak gaat om het realiseren van het eerste project om vandaar uit de stap te maken naar het volgende project. Echt project overstijgend ontwikkelen komt nog maar mondjes maat van de grond.



Figuur 7. Voorbeeld van een NOM-renovatie in een serie-van-één (Bron: Heerhugowaard, stroomversnelling)

Desondanks blijkt dat vanuit gebouwtypologie er ook een groot herhalingspotentieel in grondgebonden woningen. Het lijkt aannemelijk dat er uniforme technische oplossingen toepasbaar zijn met daarin ruimte voor diverse kwaliteitsniveaus in afwerking en esthetica.

Aan aanbieders is er uiteindelijk de keuze om een innovatie te kiezen in een bepaald marktsegment door een match te maken tussen de gewenste context en het technische herhalingspotentieel.

4.3. Kennis uit (inter)nationaal onderzoek

In deze paragraaf is een overzicht gegeven van afgeronde en lopende onderzoeks- en kennisontwikkelingsprojecten met subsidie uit TKI en EU-regelingen.

TKI- en DEI-projecten

De gesubsidieerde TKI- en DEI projecten hebben onderwerpen in alle drie de innovatie-velden en streven soms meerdere doelen in een project na. Er zijn ca. 10 projecten die relevant zijn voor NOM-renovaties. De technische prioriteiten vatten we als volgt samen, die aanbevelingen kunnen zijn voor een innovatie agenda:

- Er is geen innovatie op efficiënt inmeten van bestaande woningen en BIM als ontwerp en beheerinstrument. De markt past veelvuldig handmatig werken toe bij inmeten en het maken van tekeningen van de bestaande toestand. Drang tot innovatie, en bijbehorende omscholing van een belangrijk deel van het personeelsbestand lijken voorname belemmeringen.

- Er wordt niet ingegaan op (geautomatiseerde) productieprocessen van prefab bouwdelen.
- Nadruk ligt op technische prestaties van bouwelementen, installaties en compacte warmteopslag.

Een overzicht van onderzochte projecten is opgenomen in Bijlage VI.

EU-projecten en IEA-EBC-annex projecten

Er is een inventarisatie uitgevoerd naar afgeronde en lopende onderzoeksprojecten met financiering van de Europese commissie en van IEA-EBC-Annex-projecten. Een uitvoerig rapport is opgenomen in Bijlage II.

Ongeveer 30 projecten en hun ontwikkelde oplossingen zijn bekeken. Niet alle definitieve resultaten en analyses van de technieken zijn geïmplementeerd in de demonstratieprojecten. Daardoor was het niet mogelijk om te controleren of de daadwerkelijke resultaten succesvol zijn. We zijn nagegaan of deze nieuwe mogelijkheden voor renovatie en trends kunnen worden toegepast voor NOM-renovaties. Naast het ontwikkelen van nieuwe technische oplossingen (producten), illustreren deze projecten dat een renovatie concept als een geheel moet worden beschouwd. Hierbij is inbegrepen het optimaliseren van renovatie processen, het ontwikkelen van nieuwe producten en het opzetten van nieuwe vormen van samenwerking.

De volgende punten zijn een prioritering op technologisch gebied die gerelateerd zijn aan de renovatie-oplossingen. Op basis van Bijlage II en de 'lessons learnt' uit deze projecten, maken wij de volgende ontwikkelingen t.a.v. innovatiebehoefte op:

- De ontwikkeling van technologische bouwdelen is nog altijd niet volledig geautomatiseerd en geoptimaliseerd. Dit kan worden bereikt met een verbeterd productieproces dat gebruik kan maken van een op BIM gebaseerd renovatie proces. De voorbereiding wordt geautomatiseerd door een geautomatiseerd proces tussen 3D landmeten, scannen van technologieën aan BIM modelleren en in de gebruiksfase van de woningen de monitoring van verbeterde gebouw prestaties.
- Ontwikkeling van geoptimaliseerde modulaire geautomatiseerde processen (fabrieken) en productiehandelingen (bijvoorbeeld plakken van steenstrips) voor de productie van prefab technische oplossingen (producten), en verbetering van de software gedreven technologie voor bevordering van de uitvoering van de state-of-the-art oplossingen op de bouwplaats.
- Verdere ontwikkeling van de relevante technologische oplossingen is afhankelijk van de specifieke technologische rijpheid (geavanceerde EU innovatieconcepten, verbetering van hun TRL tot TRL8+).

5. INNOVATIEBEHOEFTE

Uit de inventarisatie van onderzoeksprojecten en interviews blijkt dat bepaalde technische barrières steeds terug komen. Anderzijds zijn er technische verbeteringen in het ontwerp en bouwproces die inherent zijn aan de specifieke kwaliteit van de te renoveren woning of het gebouw. We maken daarom onderscheid tussen:

- (G) Generieke technische innovatiebehoeften die bij elke woningrenovatie bijdragen aan kwaliteitsverbetering.
- (S) Specifieke technische innovatiebehoefte die specifiek bijdragen aan de kwaliteitsverbetering van een bepaald aspect of energieconcept uit de NOM-innovatiematrix.

Per onderwerp is aangegeven of dit is aangedragen uit:

- (I) Interviews met aanbieders.
- (O) Onderzoeksprojecten.

In het onderstaande overzicht staat de geïnventariseerde generieke innovatiebehoeften, ingedeeld naar de verschillende fases van een NOM-renovatieproces:

Opname fase

Van digitaal inmeten (puntenwolk) naar bouwtekening (G+I+O)

Van bouwtekening naar BIM-model (G+O)

Ontwerpfase

Criteria voor een gezonder woning (G_I+O)

Thermisch isoleren met geïntegreerde installaties (G+I).

Individuele keuze voor bewoner (S+I+O)

Hoe sluiten componenten in de tijd op elkaar aan, ook van andere aanbieders. (don't pull this label) (S+I)

Techniek: systeemgevel met geïntegreerde verwarming/ventilatie, installatie-engine (S+I+O)

Productie fase

Aansluiting van bouwkundige componenten zoals dak en gevel (I+O)

Fabricageproces van kozijnloze oplossingen (S+I)

Gevelbewerking - bijvoorbeeld steenstrips of isolatie met stucwerk - verder automatiseren van productie (S+I)

Installaties

Centrale compacte unit voor verwarmen, ventileren en opslag warmtapwater, inclusief regeling en sensoren (G+I+O)

Montage op de bouwplaats

Isolatie van de begane grondvloer (G+I)

Korte assemblagetijd (G+I+O)

Minimale overlast voor bewoners (G+I)

Steigerloos bouwen (S+I+O)

Monitoring/beheerfase

Betrouwbaarheid van prestaties (bouwkundig en installaties) (G+I+O)

Uitleg aan bewoner hoe een woning te gebruiken (G+I)

Living lab voor het opdoen van praktijkervaringen onder verschillende gebruiksomstandigheden (G+I)

Ontwikkeling en integratie van sensoren t.b.v. onderhoud, energiemonitoring etc (G+I)

ICT-toepassingen voor feedback aan bewoners (G+I+O)

Zelfinregelen installaties (G+I)

Open communicatieprotocol voor regeltechniek tussen installaties van diverse fabrikanten (S+I)

Beveiliging en opslag van woninggebonden data (G+I+O)

5.1. Overzicht resultaten innovatiebehoefte

In deze paragraaf is het overzicht gegeven van de innovatie-behoeften gestructureerd naar:

- Productinnovaties
- Procesinnovatie
- Marktbenadering en diensten

Productinnovatie

1. Modulariteit van installatiecomponenten en installaties (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatiesysteem	Op dit moment zijn installatiecomponenten niet uitwisselbaar. Installaties voor verwarmen en ventileren zijn volledig gescheiden. Onderdelen van het apparaat hebben verschillende technische levensduur.	Fabrikanten en leveranciers doen weinig moeite hun apparaten op elkaar te laten aansluiten, zowel technisch als functioneel als de aansturingprotocollen. Onderdelen zijn niet uitwisselbaar bij defect of bij onderhoud.	Afstemmen technische aansluitingen die universeel zijn (modulaire installatieaansluitingen) waardoor minder arbeid en technisch beter presterende installatiesystemen ontstaan. Er is behoefte aan modulariteit binnen één apparaat en modulariteit op woningniveau (tussen apparaten).

Er zijn twee punten waarop modulariteit bij installaties een rol speelt.

- De apparaten die samen het installatiesysteem vormen (warmteopwekking en ventilatie) zijn niet zonder meer uitwisselbaar. Dit pleit er voor om een meer uniforme aansluiting en afmetingen te hanteren. Als voorbeeld de standaardmaten in keukens, waardoor inbouwapparatuur (ongeacht het merk) altijd past.
- Onderdelen binnen één apparaat hebben een andere levensduur (bijvoorbeeld de pomp binnen een warmtepomp of cv), maar is dit nog niet altijd met een deelvervanging te repareren. De totale levensduur van het apparaat wordt daarmee afhankelijk van de kortste levensduur van een onderdeel.

Daarnaast zijn installaties voor warmteopwekking en ventilatie volledig gescheiden in montage en opbouw wat vaak tot onoverzichtelijke situaties leidt en tot een onnodig groot ruimtebeslag. Uit praktijkervaring blijkt dat fabrikanten en leveranciers gescheiden productontwikkeling doorvoeren en hun apparaten zelden wat betreft opbouw en functionaliteit op elkaar laten aansluiten. Er is meer behoefte aan modulariteit van apparaten, waarbij integratie en afstemming van technische aansluitingen tussen verschillende installaties plaats moet vinden. Het doel is minder ruimtebeslag, betere prestaties en snellere montage van de installatie.

Beschikbare kennis:

H2020 More-connect <http://www.more-connect.eu/> gericht op onderzoek naar compacte en geïntegreerde opstelling van woninginstallaties. Daarnaast wordt er onderzoek gedaan naar in de gevel geïntegreerde distributiesystemen met eenvoudige verbindingen.

H2020 P2Endure www.P2Endure-project.eu gericht op Plug&Play renovatietechnieken en -systemen.

2. Geïntegreerde functies voor verwarmen en koelen (S-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatie systeem	De functies voor verwarmen, koelen en ventileren zijn niet geïntegreerd, waardoor groot ruimtebeslag en veel arbeidsgangen op de bouwplaats nodig zijn. Installatieconcepten bestaan uit losse producten en niet uit geïntegreerd ontworpen producten.	Fabrikanten hebben weinig kennis van en belangstelling voor elkaars producten en vereiste prestaties. Ook de bouwkundige consequenties van hun producten overzien fabrikanten maar beperkt. Er zijn geen gestandaardiseerde oplossingen voor een unit voor conversie, opslag en ventilatie met regeling en aansluitingen voor distributie.	Ontwikkelen van een geïntegreerde en ruimtebesparende unit voor conversie, warmtapwaterbuffer en ventilatie incl. geluiddemping voor universele toepassing in woningbouw. Hierbij rekening houdend met de levensduur (en bijbehorend onderhoud) van het totale installatiesysteem, de apparaten afzonderlijk en de onderdelen van de apparaten.

De (woning)bouw kent nog nauwelijks integratie van gebouwonderdelen. Daarbij is de integratie van de verschillende installaties al of niet met integratie in de gebouwschil een belangrijke uitdaging bij NOM renovaties om arbeidsgangen te reduceren en kwaliteit te vergroten. Dit kan op twee manieren:

- Het eenvoudig bij elkaar brengen van losse installatieonderdelen (lego blokjes).
- Alles integreren en optimaliseren in één compacte unit.

Door een compacte en geïntegreerde installatie wordt de overlast voor bewoners tijdens de montage geringer. De aanbieders en de installatiefabrikanten hebben nog geen algemeen toepasbare passende oplossingen. De twee strategieën die nu de boventoon voeren zijn het integreren van installaties in de gevel aan de voorkant van de woning en het integreren van de installaties voor PV, lucht en water verwarming in het daksysteem. Diverse onderzoeken wijzen uit dat het integreren van installaties en het ontwikkelen van een compacte ruimte complex is. In een paar projecten zijn de eerste stappen gezet. Ze hebben van een compacte ruimte aan de voorzijde van de woning toegewerkt naar het geheel integreren van de installatie in de woning. T.a.v. onderhoud en beheer is behoefte aan meer kennis over de levensduur van de diverse componenten en waar dit wel bekend is, is het zaak de levensduur te verlengen. Dit is een andere manier van denken en heeft als oorsprong de langere prestatiegarantie die oploopt tot 30 jaar.

Beschikbare kennis:

Afstudeeronderzoek Hogeschool Utrecht: Slimme installatiekast voor NOM-woningen

In H2020 More Connect www.more-connect.nl is een projectonderdeel gericht op het ontwerp van een centrale woninginstallatie als 'Engine'.

3. Bruikbaarere buffervat voor warmtapwater (G-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatie systeem	Het buffervat voor warmtapwater is meestal een vat voor hoge druk in ronde vorm. Dat is een gestandaardiseerde kwaliteit waardoor weinig flexibiliteit bij inpassing. Dit vergt een grote ruimtebeslag.	Buffervaten zijn gestandaardiseerde en uniforme onderdelen, vaak van grote afmetingen en door de ronde vorm vergt het veel bouwkundige ruimte.	Eisen voor buffervaten voor warmtapwater opstellen en toepassen op willekeurige vormen die efficiënt zijn weg te werken in bouwkundige ruimten zoals hoekige loze ruimten e.d.

Buffervaten zijn gestandaardiseerde en uniforme componenten van de installatie, vaak met een lastig inpasbare vorm, onhandige positie van leidingaansluitingen en weinig efficiënte afmetingen voor inpassing in bouwkundige ruimten. Ze zijn ontworpen als los product, en niet als in te passen element in een bouwkundige situatie. De buffervaten voor warmtapwater in individuele woningen, veelvuldig toegepast bij warmtepompen voor warmteopwekking, zijn meestal uitgevoerd als hoge drukvat (< 10 bar) in cilindrische vorm. Voor individuele woningen is een dergelijke kwaliteit van bijvoorbeeld drukbestendigheid niet nodig. Daarnaast is de cilindrische vorm een praktische keuze om de tap-efficiency hoog te houden, bijvoorbeeld in vergelijking met een liggend cilindrisch vat. Er is daardoor behoefte aan een nieuwe set van eisen voor buffervaten voor warmwater (ruimteverwarming en/of warmtapwaterverwarming). Bovendien is er behoefte aan slimmere afmetingen en leidingaansluitingen waardoor bouwkundige inpassing eenvoudiger is en het effectieve ruimtebeslag tot een minimum wordt beperkt maar de tap efficiency zo hoog mogelijk blijft.

Beschikbare kennis:

In de jaren 1990-2000 is er door ECN in Petten een onderzoek gedaan naar andere vormen van buffervaten, o.a. ook het plaatsen onder de woning en op basis van andere materialen dan metaal maar dit is destijds niet doorgezet.

4. Kwaliteit van binnenmilieu als stuurparameter (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatie systeem	Binnenluchtkwaliteit en gezondheid als stuurparameter zijn momenteel beperkt gedefinieerd. Bovendien is er geen betekenisvolle terugkoppeling aan bewoner bekend.	Bewoner kan alleen inzicht krijgen in CO ₂ - (en VOS-) concentratie als indicator van de luchtkwaliteit en deze automatisch bewaken en regelen. NOM-keur heeft hier al eisen voor opgenomen maar dat is nog onvolledig.	Aansturing (o.a. middels sensoren) en monitoring van gezondheid* als parameter voor verder ontwerp van een 'gezonde*'woning. De vraag is welke stoffen in de binnenlucht gemeten moeten worden en met welke sensoren. *Exacte betekenis gezondheid moet uit fundamenteel onderzoek blijken.

Het binnenmilieu is als parameter voor praktische toepassing en integratie in productsystemen een onderschat en nog beperkt ontwikkeld terrein in de woningbouw. Momenteel wordt op CO₂-concentratie gestuurd. Maar kan er op meer vlakken gestuurd worden zoals bijvoorbeeld fijnstof of andere stoffen. Er is nog weinig besef hoe groot de impact is van de kwaliteit van het binnenmilieu op de gezondheid. Het ontwikkelen NOM-renovatieconcepten is een kans om meteen de kwaliteit van het binnenmilieu naar een hoog niveau te trekken. Uit een recent onderzoek is het gezond binnenmilieu gedefinieerd wat voor de uitgangspunten zorgt voor de ontwikkeling van Nul-Op-de-Meter renovatiesystemen. In dit onderzoek is expliciet de luchtkwaliteit aan de orde gekomen als onderdeel van gezondheidsprestaties.

Daarom is er behoefte aan innovaties van het ventilatiesysteem waar een balans wordt gevonden tussen energie-efficiëntie en een hoogwaardig gezond binnenmilieu met toepassing van filters en ventilatierooster/toevoertechnieken op basis van goed inzicht in de brede gezondheidsmechanismen en de wijze waarop deze meerjarig gegarandeerd kunnen worden.

Beschikbare kennis:

Een uitgebreid onderzoek gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek van instanties zoals de GGD, WHO, RIVM, TNO en diverse (technische) universiteiten wat heeft geleid tot prestatie-eisen voor luchtkwaliteit, en een gezond binnenmilieu.

Onderzoek aan de Universiteit van Maastricht:

<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2017.1307647> 'Healthy excursions outside the thermal comfort zone', Wouter van Marken Lichtenbelt e.a. Department of Human Biology, NUTRIM School, Maastricht University Medical Center, Maastricht, the Netherlands;

5. Stille luchtwarmtepompen (S-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatie systeem	Luchtwarmtepompen hebben buitenunits die geluid produceren en hinder kunnen veroorzaken. De combinatie tussen ventilatie van de woning en luchtwarmtepompen verdient aandacht.	(lucht)Warmtepompen met buitenunit zijn populair bij NOM-oplossingen. Hoe ontwikkelt de geluidsproductie van de units in de tijd? (Door)ontwikkeling van lucht-warmtepompen is een wereldmarkt, op korte termijn alleen end-of pipe-oplossingen haalbaar.	Blijvend stiller maken van installaties in het algemeen en luchtwarmtepompen specifiek, zowel binnen als buiten de woning.

De buiten- en binnenunits van (lucht)warmtepompen maken nog veel geluid waarbij het geluid ook nog toeneemt bij veroudering. Dit is opgemerkt bij monitoring bij diverse NOM-(renovatie)projecten. Daarom is er behoefte aan blijvend stille binnen- en buitenunits van warmtepompen. Daarnaast is er een toenemende behoefte aan buitenunits die beter kunnen presteren dan de milieuwetgeving toelaat en met prestaties die beter aansluiten bij hinderdrempels van mensen. Het stiller maken - tot aan het einde van hun technische levensduur - van buitenunits kan door bronmaatregelen of door overdrachtsmaatregelen zoals

afscherming en het gericht afschermen van de geluidbron. In dit geval is het de wens om verlaging van het geluidniveau door bronmaatregelen te realiseren. Voor de bestaande units is ook behoefte aan overdrachtsmaatregelen die compact genoeg en esthetisch acceptabel zijn.

Beschikbare kennis:

In 2017/18 wordt onderzoek gedaan bij de Hogeschool Utrecht aan een woongebouw in het project Inside Out (<http://tki-inside-out.nl/>). Bewonerservaringen en meetresultaten zijn beschikbaar uit Nul op de Meter Woningen in Heerhugowaard (Energiesprong/Platform31 – mei 2016) en Concepten Nul op de Meter en 80% besparing (Energiesprong/Platform31 – mei 2015).

5b. Ventilatie (S-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatie systeem	Bij NOM oplossingen vergt ventilatie aandacht. Het gebruik van systeem C (zonder warmte terugwinning) is mogelijk maar moet regeltechnisch gecompenseerd worden. Systeem D (met WTW) kan energetisch efficiënter zijn maar heeft in de renovatie een groot ruimtebeslag. Daarnaast verdient de combinatie tussen ventilatie en andere systemen (zoals een warmtepomp) aandacht.	Installatieconcepten worden nog niet integraal ontwikkeld. Met name bij renovatie zijn het leidingverloop en het ruimtebeslag die nodig zijn voor een goed ventilatiesysteem een probleem. Uiteindelijk komt dit de op te leveren kwaliteit niet ten goede.	Verbeteren geluiddemping ventilatiesystemen. Onderzoek naar nieuwe eisen en oplossingen t.a.v. geluidniveaus binnen en buiten de woning en met name de toepassing van integrale oplossingen, tussen aanbieders van installatie onderdelen. Inpassen van systemen en kanalen, vrijstaand en integraal verdient aandacht.

Bij woningen waar van oorsprong ventilatiesysteem A (natuurlijk) of C (mechanische afvoer) aanwezig is, moeten veel kanalen worden toegevoegd om een gebalanceerd systeem te realiseren (D). Tot nu toe levert gebalanceerde ventilatie binnen een NOM concept het meeste rendement, met name doordat de warmte uit de afgevoerde lucht wordt benut. Het ontwerp van het leidingverloop bepaalt de weerstand en tevens het geluidniveau. Nu zie je bijvoorbeeld dat aanbieders leidingen in de gevel op gaan nemen. Deze leidingen mogen niet te dik worden, aangezien de isolatie waarde ter plaatse dan afneemt. Andere oplossingen in de markt zijn lokale ventilatiesystemen, met WTW. Nadeel hiervan is dat er een geluidbron dicht bij (of in) het vertrek geplaatst wordt.

Er moet bij het ontwikkelen van installatiesystemen niet alleen gekeken worden naar het brongeluid van het apparaat, maar ook naar het complete systeem inclusief leidingverloop.

Beschikbare kennis:

In H2020 More Connect www.more-connect.nl is een projectonderdeel gericht op het ontwerp van een centrale woninginstallatie als 'Engine'.

In TKI-Monicair is het gedrag van diverse typen ventilatiesystemen uitvoerig onderzocht.

6. Duurzame koeling (S-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatie systeem	Duurzame koeling is een bijproduct van warmtepompen met bodem warmtewisselaars/wko maar is nog niet uitontwikkeld. Vaak is het zelfs noodzakelijk voor regeneratie van de bodem. Bij toepassing van luchtwarmtepompen (of ander technieken) is duurzame koeling niet voorhanden	Bewoners waarderen koeling en zien het steeds meer als een op zichzelf staande kwaliteit. Bewoners van een NOM woning met een luchtwarmtepomp hebben geen duurzame koeloptie. De kans bestaat dat ze massaal een (mobiele) airco aanschaffen.	Koeling als geïntegreerde toepassing en geënt op klantwensen en met prestatie-eisen gebaseerd op duurzame wijze. Alternatieve oplossingen voor (top)koeling van woningen op een duurzame wijze.

Duurzame koeling uit de bodem (verticale bodemwarmtewisselaars) en grondwater (wko) kent een hoge acceptatie en tevredenheid bij bewoners. Het is bij nieuwbouwwoningen en renovaties vaak een exclusief verkoopargument. Desondanks is deze koeling in technische zin vaak een bijproduct omdat koelen warmte genereert voor de beheersing van de energiebalans in de bodem.

Daar komt bij dat bij de populaire luchtwarmtepompen geen duurzame koeling beschikbaar is. De optie voor mechanische koeling (bijvoorbeeld een airco) wordt niet altijd gekozen, en daar waar dit wel gebeurt drijft dit het energiegebruik op. De dimensionering van de koeling gebeurt meestal voor een stationaire toestand en voor de woning als geheel.

Daarom is er behoefte aan onderzoek gericht op het ontwikkelen van een techniek gericht op het leveren van duurzame koude uit de omgeving. Dit kan als gekoppeld systeem met de warmtepomp maar meer nog als losstaand aanvullend systeem op bijvoorbeeld een lucht-lucht of lucht-water warmtepomp. Daarnaast is er behoefte aan het ontwerpen van een in de woning geïntegreerd koelsysteem dat per ruimte aan de prestatie-eisen volgens de bewoners kan voldoen. Oplossingsrichtingen die hiervoor mogelijk gebruik kunnen worden zijn het verder uitwerken van grondbuisventilatie, nachtventilatie en bodemlussen of een koudwaterinstallatie.

Beschikbare kennis:

Huidige boortechnieken voor verticale bodemwarmtewisselaars (verticaal, horizontaal) en wko-bronnen (zie richtlijnen BodemenergieNL).

Diverse ISSO-publicaties voor ontwerpmethoden voor dimensionering van koude-afgifte in woningen.

7. Regelstrategie binnenklimaat (S-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatie systeem	Regeling van de binnentemperatuur voor de totale woning meestal gebaseerd op een referentievertek (woonkamer). Bij woningen waar de ventilatie op CO ₂ -concentratie gestuurd wordt vindt dit meestal op basis van een vertrek (woonkamer) en soms nog op een tweede plek.	Aansturing gericht op een specifieke ruimte of op gemiddelden, zonder rekening te houden met individualiteit van vertrekken.	Uitwerken van een regeling per vertrek., waarbij actuatoren nodig zijn per afgiftelichaam. Dit kan betekenen dat er ook naar andere afgiftelichamen gekeken kan worden dan traditioneel toegepast.

De gangbare en veel toegepaste regelingen voor de binnentemperatuur en gebalanceerde ventilatie zijn in hoofdzaak gebaseerd op een regelaar/thermostaat in een hoofdvertrek, meestal de woonkamer met al of niet een open keuken. Er worden ook regelingen toegepast op retourstromen waarbij de aansturing slechts gebaseerd is op gemiddelde waarden van diverse vertrekken. Uit hoofde van energiebesparing en comfortwensen is het wenselijk een regeling per vertrek toe te passen. Dit sluit beter aan bij het individuele gebruik wat vandaag de dag in de woningen plaatsvindt. Het biedt de woningen meer flexibiliteit. Er is behoefte aan regelorganen en sensoren die een regeling van de ruimtetemperatuur per vertrek eenvoudig toepasbaar maken op installaties met individuele warmtepompen en op installaties voor luchtverversing. De uitwerking van een dergelijke regeling zou in nauwe samenhang moeten plaatsvinden met de toe te passen afgiftecomponenten voor ruimteverwarming en ventilatietechniek. In de utiliteit bestaan dit soort regelingen, maar zijn voor de woningbouw te groot en te kostbaar. Naast de bestaande technieken zoals radiatoren, wand- en vloerverwarming zijn ook stralingspanelen en warmtewanden mogelijke oplossingsrichtingen om het binnenklimaat individueel regelbaar te maken, of zelfs persoonlijk regelbaar middels Near Field Communication technieken (NFC).

Beschikbare kennis:

In TKI-Monicair is het gedrag van diverse typen ventilatiesystemen uitvoerig onderzocht. Daarnaast is in TKI-Treco onderzoek gedaan naar individueel comfort en gezondheidsaspecten van een wisselende binnentemperatuur.

8. Opwekking duurzame energie per kavel (S-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Installaties en installatie systeem	Duurzame opwekking op het kavel wordt toegepast maar is vaak ontoereikend voor het halen van de NOM-doelstellingen bijv. bij hoogbouw.	Het is slechts beperkt mogelijk voor hoogbouw-complexen om voldoende energie op te wekken voor NOM. Dit hangt bovendien af van de omschrijving van de toepasbare schaalgrootte (buurt, postcoderoos of nabijheid) die hiervoor gehanteerd wordt.	Oplossingen voor maximalisatie duurzame energie opwekking voor hoogbouw, op het vlak van zonne-energie en ook bijvoorbeeld windenergie. Dit t.a.v. beschikbaar dakoppervlakte en ook t.a.v. beschikbaar kavel vanuit een grotere ontwerpvisie

Om (B)ENG en NOM woningbouw te realiseren is het gewenst om duurzame energie op het eigen gebouw of het eigen kavel op te wekken. In de dagelijkse praktijk wordt dit ook veelvuldig toegepast. Vaak is een maximale benutting van het dakoppervlak door bijvoorbeeld PV-panelen niet voldoende voor het realiseren van NOM-doelstellingen. Dit komt o.a. doordat dakoppervlak ook benut wordt voor diverse andere installaties en bouwkundige opbouw voor liften en schachten en schoorstenen. Dit probleem uit zich in het bijzonder bij hoogbouw-projecten. Het is dan slechts beperkt mogelijk om voldoende duurzame energie op te wekken om NOM-doelen te bereiken omdat er meerdere lagen woningen boven elkaar zijn gelegen. Daarom is er behoefte aan verdergaande oplossingen voor maximalisatie van duurzame energie opwekking bij hoogbouw op het vlak van zonne-energie en wind en waarbij specifiek het nog vrije deel van het dak wordt beschouwd. Ook is behoefte om vanuit een grotere ontwerpvisie naar de duurzame energiepotentie van een gebouw en het beschikbare kavel te kijken.

Beschikbare kennis:

In het TKI-BREEZE project is het Ventec-dak ontwikkeld. Het Powerdak is een doorontwikkeling van het Ventecdak. Door zowel gebruik te maken van winddruk als van windsnelheid kan de productie van windenergie substantieel worden vergroot, en wordt het dak getransformeerd tot een energiecentrale.

In het FITS project is het doel het ontwikkelen van een gevelpaneel met een onzichtbare geïntegreerde thermische zonnecollector (FITS).

Isoleren begane grond vloer (G-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Bouwkundige componenten	I.v.m. bewonersoverlast wordt de aanpak van de begane grondvloer tot een minimum beperkt zoals alleen het verhelpen van vochtproblemen.	Isolatie van de begane grondvloer wordt vaak vermeden i.v.m. fundering op staal of door een complex bereikbare kruipruimte.	Ontwikkelen van een techniek voor hoogwaardig isoleren van bestaande begane grondvloeren, ook waar niet directe toegang is (kruipruimte of vloeren op zand) met minimum aan overlast voor bewoner. Hierbij gelijktijdig aandacht voor optimalisatie van luchtdichting en vochthuishouding.

Het isoleren van de schil van de woning is vaak de eerste en meest noodzakelijk stap richting NOM-niveau. Vervangen van het dak en van de gevel zijn alom geaccepteerde oplossingen, waarbij warmteweerstanden van minimaal 4,5 m²K/W of hoger kunnen worden behaald. Daarentegen is het isoleren van de begane grondvloer technisch vaak complex. Vloeren met een kruipruimte kunnen nageïsoleerd worden op verschillende manieren, bijvoorbeeld aanbrengen van dekens, platen of spuiten of folies. Indien de kruipruimte niet direct toegankelijk is vanuit de woning kan er van buitenaf toegang gegraven worden, of via de vloer in het vertrek een toegang worden gecreëerd.

In het geval dat de kruipruimte helemaal niet bereikbaar is of dat de vloer op zand ligt dan kan de vloer niet op voorhand geïsoleerd worden. Dit zorgt ervoor dat in de totale schil de isolatiewaarde van de vloer achterweg blijft. Dit leidt tot een onevenredig hoog warmteverlies door de vloer en een lager comfort. Als alternatief kan dan de vloer van bovenaf geïsoleerd worden. Dit kan slechts in beperkte mate in verband met de beschikbare vrije hoogte binnen, maar veel belangrijker nog, het brengt grote overlast met zich mee voor de bewoner. Een veelvoorkomende situatie is dat er houten vloeren aanwezig zijn in de woonkamer, maar dat in de gang en de keuken wel een vloer op zand ligt. Ook hier kan die vloer niet geïsoleerd worden.

Er is daarom behoefte aan oplossingen voor het aanbrengen hoogwaardige vloerisolatie ($R_c > 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$), in het geval van moeilijk of niet bereikbare kruipruimten. Daarbij dient gelijker tijd aandacht voor de luchtdichting en de vochthuishouding van de kruipruimte te worden gegeven. Bij het verbeteren van de isolatiewaarde van de vloer zijn daardoor meer kwaliteitsaspecten die in ogenschouw moeten worden genomen. Denk aan de luchtdichting, optrekkend vocht, maar ook bijvoorbeeld integratie van vloerverwarming en andere installaties.

Beschikbare kennis:

Het is mogelijk gebleken om zand onder een woning weg te zuigen en dit te vervangen door isolatiemateriaal, bijvoorbeeld schelpen of schuim. Dit is een complexe operatie omdat er gaten worden geboord en nog geen gangbare praktijk. Bovendien kan dit alleen als er voldoende constructieve stabiliteit is van de woning. De huidige werkzaamheden leiden alsnog tot grote overlast voor bewoners.

Op dit vlak is weinig onderzoek bekend.

9. a. Hoogwaardige en functionele voordeur (G-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Bouwkundige componenten	Gevelisolatie en HR++ beglazing met hoge warmteweerstanden worden gecombineerd met standaard matig thermisch isolerende deur.	Hoogwaardige gevelisolatie, hoge luchtdichtheid en triple glas worden steeds meer de standaard. Bijzondere voorzieningen zoals de deur blijven hierbij in kwaliteit achter.	Ontwikkeling isolerende (voor)deur, die ook blijvend in hoge mate luchtdicht en geluiddicht is. Toepassing in andere sectoren zoals deuren van huishoudelijke apparaten en auto's kunnen hier als inspiratie dienen.

Het integreren van functies in bouwdelen is belangrijk voor het verhogen van de bouwkwaliteit en de reductie van het aantal arbeidsgangen op de bouwplaats. Het herontwerpen van de deur is daarbij een belangrijk onderdeel van waar de afgelopen jaren weinig aandacht aan is besteed. De deur is de zwakste schakel in de thermische isolatie en luchtdichtheid. In andere industrieën, zoals de automotive en witgoed sector (koelkasten, magnetrons en ovens) besteden ze veel aandacht aan de prestaties, bedieningsgemak en gebruiksbeleving van de deur. Parameters die belangrijk zijn hebben invloed op de luchtdichtheid, isolatiewaarde, geluidsichtheid, mogelijke informatiebehoefte bij binnenkomst, het geluid bij het dichtvallen van de deur en kostenreductie. Daarom is er behoefte aan een nieuw ontworpen deur die beantwoordt aan prestaties die passen bij het NOM-concept. Een Rc waarde van bijvoorbeeld 3,0 a 4,0 m²K/W is gewenst naast andere kwalitatief hoogwaardige eigenschappen. Daardoor lijkt toepassing van andere materialen dan het gangbare hout of aluminium in deze ontwikkeling belangrijk, evenals de wijze van opbouw in een kozijn en de detaillering van de sponning.

Beschikbare kennis:

De ambitie om de deur te herontwerpen is door diverse NOM aanbieders benoemd als belangrijk. Tevens inspiratie bij oplossingen die fabrikanten in de automotive- en witgoed-industrie kiezen. Binnen de bouw is de bestaande kennis beperkt.

10. b. Isoleren koudebruggen (hoogbouw) (G-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Bouwkundige componenten	Isolatie van de gevel is de eerste stap bij het uitwerken van een NOM-concept.	Specifieke bouwconstructies vertonen koudebruggen, die niet altijd eenvoudig off gestandaardiseerd zijn op te lossen zijn. Nieuwe ontwikkelingen op isolatievlak zijn kostbaar.	Het toepassen van specifieke oplossingen bij koudebruggen, onder meer in de hoogbouw.

Voor het isoleren van grote delen van het gebouw zijn passende oplossingen voorhanden. Echter bij doorvoeren, consoles, galerij en andere aangestorte voorzieningen kan niet zonder meer een isolatiepakket van 15 cm aangebracht worden. Hoogwaardig isolatiemateriaal zoals PIR of resolschuim bieden hier maar beperkt een oplossing voor. Er zijn oplossingen in de markt, zoals Vacuüm Isolatie Panelen (VIP), maar de kosten hiervan zijn hoog.

Om ook de lastige plekken van woningen op een hoogwaardige manier te isoleren is er behoefte aan betaalbare isolatieoplossingen, passend bij de algehele ambitie Nul-Op-de-Meter.

Beschikbare kennis:

Onder meer: 'Vacuum Insulation Panels Applied in Building Constructions', M. Tenpierik, TU Delft (2010)

10. Prestatiegericht ontwerpen (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Bouwkundige componenten	Bestaande producten/oplossingen worden geoptimaliseerd (triple glas, hogere Rc waarde) en niet herontworpen.	Productiekosten worden hoog omdat er diverse lagen nodig zijn. Er worden oplossingen gestapeld vanuit de bouwtraditie maar niet heroverwogen/ herontworpen met toepassing van andere materiaalsoorten.	Opnieuw ontwikkelen van een product, met als uitgangspunt de gewenste prestaties en niet de traditionele opbouw en materiaalkeuze. Bijvoorbeeld een kozijnloze oplossingen of een gevel uit één materiaal (prestatiegericht ontwerpen).

In de uitvoerende kant van de bouwsector ervaren we erosie van kennis. Bij de ontwikkeling van NOM-renovatieconcepten is hier ook sprake van. Daarnaast blijkt dat de traditionele wijze van bouwen belemmerend werkt bij de ontwikkeling van NOM-renovatieconcepten waarbij bewoners een minimum aan overlast ervaren. De bouwwijze is ontstaan uit de beschikbaarheid van materialen vanuit het verleden. Dit betreft bijvoorbeeld het kozijn. Vroeger was het een overgang tussen baksteen en glas. We konden immers niet zomaar glas in metselwerk zetten zonder interface. Daarmee is het een onderdeel geworden dat uit (esthetische) gewoonte nog steeds toegepast wordt. Met de geïntegreerde gevels, waar steenstrips en andere platte afwerkingen de boventoon voeren is het tijd om de functie van het kozijn en van andere materialen en functionele onderdelen te heroverwegen. Nu zijn veel aanbieders bezig met Houtskeletbouw maar, ter illustratie, kan bij toepassing van andere recyclebare materialen ook de gehele gevel in 2D geperst worden. Hoe minder materiaal in de gevelelementen komt hoe minder kosten en dus handelingen in de fabriek, wat ook weer de doorlooptijd verkleint. Een vraag die er aan een gevel ontwerp kan worden gesteld is waarom er een opbouw met een spouw gemaakt moet worden, als de gewenste prestatie uit te drukken is in een draagkracht, constructieve stijfheid, warmteweerstand en weersbestendigheid.

Daarom is er behoefte aan onderzoek naar geschikte materialen in combinatie met fabriceerbaarheid voor de prestatie-eisen die we aan een gevel stellen vanuit de NOM-renovaties. Hier kunnen tegelijkertijd de thema's circulaire economie en bio-based materialen in worden geïntegreerd.

Beschikbare kennis:

Op dit terrein is nog weinig specifiek onderzoek bekend.

11. Renoveren in bewoonde toestand - ontwikkeling van een stofschoot (G-I)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Bouwkundige componenten	Bewoners in de woning hebben nog veel overlast van de renovatie. Er zijn aanbieders die diensten aanbieden zoals afdekken en compartimenteren maar dit werkt in de praktijk niet afdoende.	Bouwers zijn nog niet veel op de particuliere markt actief, waardoor de aandacht voor de bewoners ook anders is. Huurders zijn immers meer naar de werkwijze van de woningbouwcorporatie gericht.	Een zo min mogelijk invasieve renovatiestrategie, waardoor een zo groot mogelijke groep bewoners blij is met het renovatieproces. Een hoognodige ontwikkeling betreft een flexibel stofschoot, met de kwaliteitseisen van cleanroom of asbestsanering als uitgangspunt, zodat bewoners daadwerkelijk geen stofoverlast ervaren.

Er is een trend waarneembaar waarin het renoveren steeds sneller gaat. Binnen een week kan een woning naar Nul-Op-de-Meter gerenoveerd worden. Deze tijd is te overzien en er wordt daarom aangegeven dat de werkzaamheden in bewoonde toestand uitgevoerd kunnen worden. Het voordeel daarvan is dat daardoor mensen niet tijdelijk uit hun huurwoning hoeven, waardoor er geen tijdelijke woningen beschikbaar hoeven te zijn en er ook geen verhuiskostenvergoeding betaald hoeft te worden. Bij de particulier is het in de woning blijven wonen nog meer van belang, zij hebben vaak geen andere plek om naar toe te gaan en wonen gedurende de renovatie in de woning. Renoveren in bewoonde toestand betekent dat er voldoende afscherming moet komen tussen de werkzaamheden en de ingerichte vertrekken van de bewoner. Traditioneel wordt er dan met hout en zeil een stofschoot gemaakt.

Er is behoefte aan een beter functionerend stofschoot dat eenvoudig te plaatsten is, zonder zichtbare sporen weer te verwijderen en in hoge mate het (bouw)stof tegenhoudt. Als uitgangspunt wordt hier gedacht aan afdichtingen en technieken zoals bij asbestsanering of zelfs bij cleanrooms toegepast worden, al dan niet met afzuiging of overdruksysteem.

Het stofschoot is maar één voorbeeld. Om overlast bij renoveren te verminderen zijn er andere oplossingen nodig voor: steigerbouwen, ontgraven en leidingwerk, bodemboringen.

Beschikbare kennis:

Voor zover bekend is er geen onderzoek gaande op dit vlak dat direct toepasbaar is voor de bouw. Er zijn wel enkele oplossingen in de markt, maar daar wordt te weinig gebruik van gemaakt of ze zijn te kostbaar.

12. Data acquisitie en data analyse (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Data acquisitie en data analyse	Data is onbereikbaar voor bewoners behoudens een app of ander display.	Energieprestaties worden vaak verkocht met een kleine overmaat aan PV waardoor goed haalbaar in de praktijk. Naast energiedata is er ook data nodig voor onderhoud en beheer van de woning Bewoner wordt op jaarbasis met complexe data bediend die niet kan worden beoordeeld.	Analyse van gebruiksdata waardoor het voor aanbieders eenvoudiger wordt om een energieprestatie van componenten te tonen. Bijvoorbeeld het meten van COP en conversierendementen en systeemverliezen. Data analyse waardoor geen impliciete marge meer nodig is op de prestatieafspraken. Structuur om data op woningniveau te beheren en zinvol te presenteren aan de bewoner waarop hij tijdig inzicht krijgt in zijn gedrag en staat van onderhoud. Transparante informatie van data waarover de bewoner kan beschikken hoe, wanneer en aan wie deze vrij te geven.

De huidige dataverzameling is ontoereikend om prestaties op systeem en componentniveau te bepalen. Energieprestaties worden vaak verkocht met een kleine overmaat aan PV waardoor goed haalbaar in de praktijk. Naast energiedata is er ook data nodig voor onderhoud en beheer van de woning (bijv contracten, hoeveelheden) om goede kwaliteit in de tijd te bieden (zowel particulieren als verhuurders). Verder is het van belang om de juiste data te verzamelen voor analyses van gebruiksdata, waardoor het voor aanbieders eenvoudiger wordt om een energieprestatie van componenten te tonen, bijvoorbeeld door het meten van COP's, conversierendementen en systeemverliezen. Er is daarom behoefte aan data en data analyse waardoor geen impliciete marge meer nodig is om tot prestatie afspraken te komen. Deze data kan dan bijvoorbeeld ook gebruikt worden voor het tijdig inzicht te krijgen over de staat van onderhoud.

Beschikbare kennis:

In TKI-TRECO en TKI-OPSCHALER is onderzocht welke data reductie mogelijk is voor een voldoende nauwkeurige voorspelling en bepaling van de energieprestaties en inzicht in gebruikersgedrag.

Proces innovatie

13. Digitale opname in 3D en productie (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Opname fase	3D-scan met puntenwolk soms toegepast. Verwerking tot tekening/BIM-model en materialisatie gebeurt nog met de hand.	Nauwkeurigheid digitaal inmeten vaak onvoldoende of onbetrouwbaar voor maatvoering. Alsnog handwerk en controle nodig. Omzetten van puntenwolk naar BIM door handwerk.	Verbetering van de nauwkeurigheid van 3D-scan puntenwolken. Geautomatiseerd proces van digitaal inmeten naar gematerialiseerd BIM-model, gericht op de aansturing van productie. Ontwikkelen van standaard bibliotheken van constructies en bouwkundige details.

De ontwikkeling in de markt vindt plaats van handmatig opnemen met pen en papier, via de tablet naar volledig automatisch digitaal opnemen. Het 3D-scannen voor opname van een bestaande woning heeft de laatste tijd een grote vlucht genomen. Ondanks dat technologisch al veel mogelijk is, vergt het omzetten van een puntenwolk tot een betrouwbaar (BIM-)model nog steeds het nodige handmatig werk. De achterliggende wens van vele partijen is dat vanuit een digitale opname (scan) gegevens voorhanden zijn voor een ontwerp, en ook de stap naar ontwerptekening en productie gemaakt kan worden. Het gaat daarbij om snelheid, eenvoud en vooral ook om op maat alle benodigde onderdelen te kunnen produceren in een (vol)automatisch proces. Het dilemma hier is met name het geautomatiseerd kunnen koppelen van de verschillende stappen die nodig zijn. Als eerste het vastleggen van de punten, vervolgens het vormen van een werkbaar model op basis van de punten, om dan vanuit het model de productie aan te kunnen sturen. Dat is niet alleen ICT-gerelateerde opgave, maar tevens een logistieke en productietechnische uitdaging. Er zijn diverse onderzoeksprojecten waar delen van deze vraag in terug komen. De meeste van deze onderzoeken richten zich op een onderdeel van de productieketen, en niet op het totaal.

Beschikbare kennis:

Insiter, <https://www.insiter-project.eu/en> gericht op inspectie technieken met behulp van 3D

Bertim, <http://www.bertim.eu/> gericht op de ontwikkeling van een renovatieconcept, gebaseerd op BIM aansturing.

EASEE, <http://www.easee.eu/> met als onderdeel het in 3D scannen van de gevel

Impress, <http://www.project-impress.eu/software-development/> is gericht op nieuwe gevelpanelen, maar wel gebaseerd op 3D opname en verwerking.

14. Individuele keuze in ontwerp (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Ontwerpfase	Er is nog maar beperkt aanbod waarin bewoners een keuze in het ontwerp kunnen maken.	Er wordt te veel ingezet op een vast systeem, dat niet om kan gaan met afwijkingen zoals een aanwezige uitbouw, zonwering of dakkapel ('accessoires').	Ontwikkelen van een proces waarin niet altijd de volledige oplossing nodig is, maar waarin keuzevrijheid is, zodat toepasbaarheid van de oplossing niet afhankelijk is van enkele bouwsystemen. Dit binnen de woning maar ook t.b.v. de renovatie van accessoires en gevelontwerp voor bijvoorbeeld een bijdrage aan een wisselend straatbeeld.

Door een focus op de sociale woningbouw wordt de diversiteit van het aanbod minder. One-Size-Fits-All is het devies vanuit bouwkostenbeheersing. Dit betekent echter een verschraving van het aanbod, wat weer impliceert dat iedereen het zelfde wilt. Dit gaat niet op in de particuliere markt, waardoor deze markt achter gesteld is.

Dit heeft mede te maken dat een eigenaar/bewoner een eigen keuze wil hebben (hij is zelf opdrachtgever). Bovendien zijn de woningen in de tijd dat hij er woont (en nog daarvoor) aangepast met allerlei voorzieningen bijvoorbeeld een dakkapel, een uitbouw, andere kozijnen of een verplaatste badkamer. Dit maakt dat de particuliere markt steevast om een oplossing op maat vraagt. Dit gaat in tegen de oplossingsrichtingen die momenteel in de markt gangbaar zijn bij de sociale woningbouw. Een woning met een uitbouw naast een woning zonder uitbouw past met moeite binnen die collectiviteit.

Er is daarom behoefte aan oplossingen die ontwerpkeuze bieden binnen oplossingen voor Nul-Op-de-Meter. Het betreft hier met name keuzes voor de particuliere opdrachtgever. Maar ook de individuele huurder kan gebruik maken van deze keuzes. De keuzes hebben enerzijds betrekking op maatwerk oplossingen (fysiek) en aan de andere kant gaat het om keuze in wie er meedoen en wat er dan wel en niet aan maatregelen wordt uitgevoerd.

Beschikbare kennis:

More-connect: <http://www.more-connect.eu/>, gericht op een aanpak in componenten.

Go-refurb: <http://go-refurb.eu/>, gericht op een one-stop-shop oplossing voor particulieren.

Daarnaast zijn er in de markt enkele aanbieders van renovatie oplossingen op component niveau.

15. Industrialisatie en robottechnologie (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Productie fase	Gevelafwerking nog traditioneel met semi-geautomatiseerde steenstripverwerking en handmatig pleisterwerk op bouwplaats	Geautomatiseerd verwerken van producten alleen i.s.m. de fabrikant te ontwikkelen t.a.v. productie, verwerking en opslag van materialen. Nog teveel gericht op een handeling en niet op totale proces.	Automatiseren door robottechnologie en ketensamenwerking t.b.v. automatisering van het gehele proces In plaats van stapelen van traditionele materialen innovatie naar een nieuwe opbouw van constructies. Vraagbundeling vanuit de bouwsector om deze stap te kunnen maken, kennis opdoen bij andere industriële sectoren.

Industrialisatie is een ontwikkelpunt waar diverse aanbieders van Nul-Op-de-Meter oplossingen zich richten. Het toewerken naar een Smart Manufacturing Industrie is hierbij een belangrijke innovatierichting. De gedachte achter de industrialisatie is dat het industrieel produceren en in massa produceren het mogelijk maakt investeringen te doen en daarmee goedkopere productiemiddelen in te zetten. Een specifiek voorbeeld dat wordt aangedragen door partijen is de inzet van een robot om steenstrips te plakken. Deze machine kan nog niet het volledige proces automatisch uitvoeren. Een ander voorbeeld is robottechnologie voor het aanbrengen en afwerken van buitenisolatie.

Beschikbare kennis: er zijn diverse industriële branches waarin robots worden ingezet. Ook in de bouw zijn er experimenten op dit gebied.

Belangrijk is deze losse procesverbeteringen als onderdeel te gaan zien van een gehele geautomatiseerde procesverbetering. Door een integrale benadering van een steeds verdergaande industrialisatie kan het gehele proces efficiënter. Met behulp van de Smart Industrie kan zelfs meer diversiteit binnen dezelfde efficiëntie worden verkregen.

Beschikbare kennis:

Er is veel onderzoek voorhanden uit andere industriële sectoren waar robots gebruikt worden. De kansen van robots voor een project in de bouw zijn tot nu toe beperkt tot prefabricage.

Bertim,; <http://www.bertim.eu/>, gericht op industrieel fabriceren.

www.p2endure-project.eu, gericht op industrieel geproduceerde plug&play oplossingen voor renovatie.

16. Zelf-inregelende installaties (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Activiteiten op bouwplaats	Installaties vergen aparte arbeidsgangen. In bedrijf stellen en inregelen gebeurt meestal eenmalig vaak op basis van fabrieksinstellingen.	Installatiecomponenten maken weinig gebruik van elektronica en ICT om het proces van in bedrijf stellen en inregelen en blijvend ingeregeld te houden kwalitatief te verbeteren.	Klik en klaar montage. Zelf inregelend installatie systeem door standaardisatie, doordacht ontwerp, slimme sensoren en software. Dit zelf inregelend systeem hangt samen met het toepassen van sensoren en het afstemmen van onderhoud. Daarnaast vergt dit integratie met andere regelsystemen.

Bij energieneutrale woningen speelt de installatie een belangrijke rol. Traditioneel gezien bestaat de installatie uit niet geïntegreerde en weinig op elkaar afgestemde onderdelen. Steeds vaker wordt de installatie ontworpen als één installatiesysteem. Voor een goede werking dient de installatie (waterstromen, luchtvolumestromen, setpoints etc.) ingeregeld te worden. Er is behoefte aan installaties die aan de hand van vooraf opgegeven parameters zichzelf bij kunnen stellen. Vanuit monitoring worden al steeds meer sensoren opgenomen in een installatie. Het adagio hierin is dan vooral om de benodigde sensoren voor monitoring niet alleen passief in te zetten voor terugkoppeling van gegevens, maar ook actief te benutten door het onderdeel van de klimaatregeling te maken.

De opgave die hier ligt is om de (sensor)onderdelen en actuatoren van het installatie systeem onderling te laten communiceren. Met als eerste taak om op moment van plaatsing de installatie af te stemmen en tot een juiste werking te komen. Vervolgens gaat het om het blijvend garanderen van een optimale werking (dienst) en tot slot om het vergaren van de juiste data om weer te gebruiken in toekomstig ontwerp en terugkoppeling aan de gebruiker

Beschikbare kennis:

De methodes van inregelen zijn bekend en vastgelegd in ISSO-publicaties voor verwarmen, koelen en warmtapwater in woningen en utiliteitsgebouwen.

E2vent systems: <http://www.e2vent.eu/>, gericht op de installaties in de gevel.

Mobistyle: <http://www.mobistyle-project.eu/>, gericht op monitoring van het binnenklimaat.

Sepemo, <http://sepemo.ehpa.org/>, gericht op de monitoring van warmtepompen.

17. Eenvoudige montage ter plaatse door betere aansluitdetails (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Bouwkundige pre-fab componenten	Meerdere arbeidsgangen door onvoldoende kwaliteit van aansluitingen en details tussen bouwdelen en tussen te renoveren woning en bestaande aangrenzende woningen.	Aansluitdetails tussen componenten en bouwdelen onvoldoende waardoor veel handmatige nabewerking. Details van verschillende toeleveranciers niet afgestemd. Afstemming maatvoering bouwplaats en geproduceerde component nog onvoldoende	Verbindingen tussen bouwdelen/componenten nog verder in standaard details uitwerken en inherent hoge kwaliteit (koudebrug, luchtdichtheid) meegeven. Ontwikkelen van standaard details voor prefab bouw-oplossingen, dusdanig dat oplossingen van meerdere aanbieders onderling te combineren zijn. Opzetten onderzoek naar samenwerking tussen de concept aanbieders

Afstemming van de maatvoering tussen geproduceerde componenten voor een eenvoudige plug&play montage is nog onvoldoende waardoor veel handmatige nabewerking nodig is. Bij renovatie van de bouwkundige schil van woningen in bewoonde staat zijn er meerdere arbeidsgangen noodzakelijk om voldoende kwaliteit van aansluitingen en aansluitdetails tussen bouwdelen te realiseren. Dit betreft de kwaliteit t.a.v. luchtdoorlatendheid, waterdoorlatendheid, voorkomen van koudebruggen en constructieve eigenschappen. Door het renoveren in bewoonde staat is juist de uitvoerbaarheid in relatie tot overlast een essentieel onderdeel (Design for Assembly). Daarom is er behoefte aan doordachte aansluitdetails die inherent de hoge kwaliteit bezitten die voor NOM-renovaties is vereist.

Mogelijkheden voor uitwisselbare detaillering

Verbindingen tussen bouwdelen/componenten kunnen voor verschillende renovatieconcepten toch in standaard details uitgewerkt worden met inherent hoge kwaliteit (koudebrug, luchtdichtheid) meegeven. Op deze wijze kunnen componenten van verschillende leveranciers eenvoudig met elkaar worden gecombineerd en uitgewisseld. Er is behoefte aan een onderzoek naar samenwerking tussen de concept aanbieders waarbij de bouwkundige aansluitingen in de vorm van standaarddetailleringen worden uitgewerkt. Dit sluit nauw aan bij de kwaliteitsborging van onderdelen en de garanties die door partijen afgegeven dienen te worden.

Beschikbare kennis:

De aanbieders van geïndustrialiseerde renovatie-oplossingen werken ieder voor zich aan een concept voor een specifiek marktsegment. De ontwikkeling van de details komt nog maar mondjesmaat op gang omdat in de praktijk met handmatige nabewerking de onvolkomenheden nog zijn op te lossen. In het EU project More-Connect is onderzoek gedaan naar betere aansluitdetails. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar slimme connectoren voor lucht- en waterdistributie die zijn verwerkt in bouwkundige elementen.

18. Serie van één (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Individuele wensen	Woningcorporaties hebben beleid op het verkopen van woningen voordat groot onderhoud plaatsvindt. Er is nauwelijks aanbod voor de particuliere woningen.	Er ontstaat hierdoor gespikkeld bezit in complexen wat een uniforme aanpak belemmert. Verduurzamingsopgave komt maar beperkt van de grond. Individuele keuze is vrijwel net mogelijk voor opties binnen de woning.	Specifieke technische aanpak voor gespikkeld bezit ontwikkelen, zodat er gerenoveerd kan worden in de serie van één. Dit is toepasbaar op het gespikkeld bezit en de particuliere markt. Aansluitingen op belendende woningen optimaliseren. Tevens aanpak voor individuele wensen binnen de woning.

Er is een dringende behoefte aan het verbeteren van woning volgens wensen op individueel niveau. De grootste opgave, het particuliere woningbezit van unieke woningen, komt namelijk alleen maar in de serie van één voor. Maar ook bij corporaties is er in de loop der jaren veel verkocht, met het gevolg dat in wijken veel gespikkeld bezit voorkomt: verkochte huurwoningen tussen de andere huurwoningen. De afwerking tussen gerenoveerde en niet gerenoveerde woningen is belangrijk voor koudebruggen en luchtdichtheid. Tevens wordt de vraag binnen het sociale bezit ook steeds individueler wordt, vraaggestuurd renoveren (van keuken, douche en toilet) is bij veel corporaties de normaalste zaak van de wereld. Om instemming te krijgen van bewoners worden collectieve ingrepen vermeden (aangezien daar 70% instemming voor nodig is). Er is dus ook behoefte aan een individuele aanpak binnen de woning.

Maar het merendeel van het aanbod dat nu ontwikkeld wordt richt zich toch op de seriematige aanpak, waarbij herhaling de boventoon voert. Dit aanbod kan in de meeste gevallen niet met de serie van één omgaan. Er is dan ook een toenemende behoefte om individuele woningen te verbeteren en voor een individuele aanpak binnen de woning als aparte innovatietrajecten. Een dergelijk aanbod is nog nauwelijks voorhanden.

Beschikbare kennis: Er zijn onderzoeken uitgevoerd naar de realisatie van (bijna) energie neutrale renovaties voor individuele woningen:

Cohereno: <http://www.cohereno.eu/about.html> , gericht op een aanbod voor de particuliere markt.

Nezer: <http://www.nezer-project.eu/> , gericht op de realisatie van energie neutrale renovaties.

More-Connect: <http://www.more-connect.eu/> , gericht op de serie van één en componenten.

Marktbenadering en diensten

19. Bewoners krijgen gefragmenteerde informatie (G-O)

Thema	Beschikbare kennis	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Voorlichting gebruik en gezondheid	Bewoners krijgen gefragmenteerde informatie van bouwkundige zaken en diverse installatiecomponenten zonder samenhang in relatie tot een gezonde woning.	Bewoners willen een gezonde woning maar aanbieders weten niet goed wat dat is	Inzicht krijgen in de indicatoren omtrent gezondheid. Verkenning van de wetenschap en de operationalisering van deze kennis in renovatieconcepten. En integraal nadenken over de interactie met het energieconcept. Dit kan dan resulteren in diensten voor gezonde woningen.

De komende jaren zullen er steeds meer woningen NOM gerenoveerd worden. Bij deze renovaties die tot op heden nog niet grootschalig worden uitgevoerd, is het belangrijk om de bewoners goed voor te lichten over het gebruik van de woning, wat nog kan verschillen per energieconcept. De bewoners krijgen meestal gefragmenteerde informatie van bouwkundige zaken en van diverse installatiecomponenten zonder samenhang. De nodige veranderingen in gebruikersgedrag worden niet of ontoereikend uitgelegd bij bijvoorbeeld het over gaan van een traditioneel systeem met cv-ketel en hoge temperatuur radiatoren naar een systeem met een warmtepomp en lage temperatuur verwarming en CO₂-geregelde ventilatiesystemen.

Beschikbare kennis:

Via apps krijgen bewoners technische informatie te zien over binnentemperatuur en CO₂-concentratie en bijvoorbeeld draaiuren van een apparaat. Daarnaast zijn er vaak per installatieonderdeel (verwarmen, ventileren) displays in de woning waarmee een apparaat tevens bediend kan worden.

Recent onderzoek aan de HU (Pereboom 2017) levert een verkenning op van de gezondheidsindicatoren in relatie tot NOM renovatieconcepten.

20. Informatie begrijpelijk maken voor bewoners (G-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Voorlichting gebruik en gezondheid	Informatie is te complex voor bewoners.	Bewoners leggen de veel te complexe informatie naast zich neer waardoor verkeerd gebruik in de hand wordt gewerkt en klachten ontstaan.	Begrijpelijke informatie over het gebruik van een woning gebaseerd op feiten zonder verborgen marges. Vooraf als bewoner een keuze kunnen maken over vrijgave van data en de terugkoppeling die je daarop wenst.

Door het toenemen van Internet of Things (IoT) in de bebouwde omgeving is er steeds meer data beschikbaar voor energie analyses. Deze data kan helpen om bewoners bewuster te maken van hun energiegebruik en gebruikersgedrag. Maar deze data is in vele gevallen te complex om door de bewoner te worden beoordeeld, zelfs als het op een app of via een display wordt weergegeven.

Na de renovatie of bouw van een woning krijgen de bewoners een uitleg over de bouwkundige en installatietechnische aspecten aan van hun woning. Na deze meestal korte en bondige uitleg krijgen de bewoners de complexe handleidingen van de onderdelen overhandigd. Deze handleidingen zijn vaak te complex voor de bewoners, waardoor zij deze informatie naast zich neerleggen. Dit kan resulteren in verkeerd gebruik van de woning waardoor er uiteindelijk klachten kunnen ontstaan over bijvoorbeeld het binnenklimaat of de werking van installatie onderdelen. Beschikbare voorlichting is meestal te technisch van aard en probeert de bewoner de techniek uit te leggen van waar uit het gebruik wordt toegelicht. Daarnaast is de informatie gefragmenteerd en alleen gebundeld en niet geïntegreerd. Daarom is er een behoefte om de bewoner begrijpelijke informatie te verschaffen over het gebruik van de woning die aansluit bij de belevingswereld van de bewoner, en die de beoordeling van de prestaties voor hem begrijpelijk en toegankelijk presenteert.

Beschikbare kennis:

In H2020 project Mobistyle worden methoden ontwikkeld om IoT wearables en sensoren in de woning te koppelen. Deze data wordt door middel van gamification aan de gebruiker gepresenteerd om blijvende gedragsverandering te bevorderen.

21. Vertrouwen van gebruikers (G-I-O)

Thema	Stand van zaken	Technische en/of institutionele impasses	Te maken stappen en innovaties
Acceptatie van innovaties door bouwkolom en gebruiker	Bewoners staan argwanend tegenover de bouwbranche, en hebben bovendien het gevoel dat hun woning hun technisch boven het hoofd groeit.	Bewoners vertrouwen geen informatie meer over energiebesparing en binnenmilieu.	Ontzorgen van bewoners door prestaties uniform zichtbaar te maken en creëer een kwaliteitsbeleving gebaseerd op werkelijke onderzoeksresultaten en energiedata. Creëer aantrekkelijke delighters.

Het realiseren van producten en diensten met als insteek de basisbehoeften (zoals isoleren, energie en ontzorgen) te vervullen is iets dat de bewoner niet over doet gaan tot aanschaf. Door prestatieverhogende items zal dit sneller gaan, maar door delighters zullen bewoners pas echt tot aanschaf over gaan. Dit betekent dat de productontwikkelaar binnen de NOM renovaties zeer goed onderzoek dient te doen naar de latente leefgewoontes, maar ook woonirritaties. De gegevens die daar uit komen dienen omgezet te worden naar diensten en producten. Denk hier bijvoorbeeld aan een bankje op de galerijflat dat opklapbaar is, een renovatie in 8 uur (men gaat naar het werk en komt terug en heeft een volledig gerenoveerde woning gereed om verder in te leven), een diepere vensterbank en plek voor de container. Het integraal monitoren met verrassende data die men niet dacht te krijgen is één van de mogelijkheden. Op dit moment is de monitoringinformatie niet effectief en bijdragend aan energiebewustwording en energiebesparing. Diverse apps en energiemanagers zijn beschikbaar maar ze wekken veelal geen vertrouwen bij de consument. Op het vlak van gedrag en beïnvloeding is in de consumentenmarkten voor elektronica en witgoed veel onderzoek gedaan. Deze kennis is nog matig geïntegreerd in toepassingen voor bewonersinformatie over de prestaties van hun woning en installaties. Daarom is er behoefte aan onderzoek welke informatie een bewoner begrijpelijk, toegankelijk en aantrekkelijk vindt in zijn huishouden aangaande energie, comfort en binnenmilieu. Bovendien is het nodig dat de bewoner de informatie over energiegebruik belangrijk gaat vinden. Ook is er onderzoek nodig naar de interactie tussen mens en informatie van de monitoring van het project daar waar de bewoner ook kan gaan reageren op de gekregen feedback.

Beschikbare kennis:

Project "Beyond the Current met project nummer 14569". Hier wordt door middel van de vignet methoden een onderzoek gedaan naar de reactie van bewoners van te renoveren portiekflats naar aanleiding van het label, esthetiek, huurprijs en dergelijke. <http://www.stw.nl/nl/content/beyond-current-user-preference-tested-design-solutions-energy-efficient-housing-renovation>

H2020Mobistyle www.mobistyle-project.eu waarin vanuit leefstijl wordt gekeken hoe je bewoners kunt beïnvloeden richting een leefstijl met bewuste aandacht voor energie en binnenmilieu.

Ervaringen bij recente NOM renovaties.

Onderstaande tabel geeft innovaties die **niet** binnen drie jaar oplosbaar zullen zijn en/of opgaven die niet binnen de scope van het onderzoek liggen (bijvangst).

	A. Thema	B. Stand van zaken	C. Technische en/of institutionele impasses	D. Te maken stappen en innovaties
I	Productinnovatie	Duurzame opwekking moet op het kavel plaatsvinden. Zeker om de NOM prestatie te halen.	Niet alle woningen hebben voldoende oppervlakte (bijvoorbeeld meergezins woningen), anderen hebben wellicht ruimte over.	Op beperkte schaal onderlinge uitwisseling (smart-grid). Dit komt ook de piek/dal capaciteit van het net ten goede. Het betreft vooral een institutionele oplossingsrichting
II	Procesinnovatie	Productie en montage van bouwkundige delen en installaties vrijwel volledig gescheiden.	Installaties zijn nauwelijks in prefab elementen geïntegreerd. Distributie van lucht en water niet gestandaardiseerd.	Gevel met geïntegreerde installaties en installatieunit.
III	Procesinnovatie	Kwaliteit van de woning als eindproduct is bepaald door de kwaliteit van activiteiten op de bouwplaats.	Uitwerking van aansluitingen onvoldoende waardoor arbeidsintensieve controle op de bouwplaats.	Kwaliteit van aansluitingen en integratie van installaties zodanig dat arbeid op de bouw minimaal is bij gegarandeerde kwaliteitsniveaus. Dit dient gekoppeld te worden aan garantstelling door partijen.
IV	Procesinnovatie	Bouwers realiseren een demonstratiewoning en een prototype (om te testen) in één, waardoor de verwachtingen van de bewoners in de wijken uiteenlopen	Investeren in de ontwikkelfase is nog niet hoog vergeleken met andere sectoren, waardoor prototypen niet zuiver worden gebruikt.	Testen van geïntegreerde systemen resulteert in een grotere innovatiesprong.
V	Procesinnovatie	Meerdere databases met data uit bijv. slimme meter, monitoringsysteem, regelsysteem en beheer data van leveranciers.	Leveranciers van sensoren en apps houden data gesloten (maw alleen zichtbaar op scherm) en bepalen wat een bewoner krijgt te zien, of kan downloaden. De dreiging van misbruik van data wordt slecht overzien en creëert soms angst bij uitwisselen van leerervaringen met data.	Bewoner als eigenaar van de data, opgeslagen in de woning (zie EU-regulering data privacy). Door bewoner te kiezen, welke feedback uit data hij verkiest. Meerdere mogelijkheden. Uit data begrijpelijk informatie presenteren aan bewoner ipv technisch georiënteerde data die bewoner niet in staat stellen gedrag aan te passen of invloed uit te oefenen op installaties.
VI	Procesinnovatie	Scheiding van bouwmaterialen wordt actief uitgevoerd bij sloop van gebouwen. Bij het ontwerp wordt er	Bouwmaterialen kunnen niet eenvoudig worden herkend bij sloop, voornamelijk visueel.	Chips inbedden in bouwelementen om traceren in afvalstromen en bij sloop.

		tot op zekere hoogte rekening mee gehouden.		
VII	Procesinnovatie	Bewoners gebruiken installaties verkeerd of hebben verwachtingen die technisch niet waargemaakt kunnen worden.	Methodes hoe bewoners te bereiken over installaties en binnenklimaat ontbreekt.	Meer kennis ontwikkelen op de perceptie en het comfort van nieuw ingezette technieken. Vloerverwarming die niet meer verwarmt wordt als koud ervaren.
VIII	Procesinnovatie	Bewoners worden niet meegenomen in ontwikkelproces van NOM renovatie productsystemen.	Renovatie sluit niet (goed) aan bij de behoeften van de bewoner.	Living lab voor opdoen van ervaringen met bewoners en bewoners meenemen in het ontwikkelen van te technische oplossing.
IX	Procesinnovatie	Monitoringsystemen zijn kostbaar en vaak niet afgestemd op communicatie met aanwezige installatiecomponenten.	Groot speelveld van leveranciers en fabrikanten die allen schroom hebben protocollen vrij te geven.	Universele data verzameling, waarbij bewoner het databeheer zelf kan uitvoeren. Bewoner kan zelf bepalen wanneer hij een dienst afneemt op basis van data die hij beschikbaar stelt. Mogelijk aansluiten bij Internet of Things van het gebouw maar ook onderdelen van het gebouw.
X	Marktbenadering en diensten	Bewoners nog argwanend tegenover prestatiegaranties. Bewoners hebben angst voor een overdaad aan techniek.	Informatie voor de bewoner is complex en technisch waardoor hij geen grip heeft op het besluitvormingsproces.	-
XI	Marktbenadering en diensten	Corporaties kiezen voor NOM renovaties als proef. Er zijn enkele particulieren die er voor kiezen.	Beschikbaarheid van een aanbod is nog maar beperkt. Of via de corporaties, of voor particulieren veelal via energieloket	Ontsluiting van een aanbod, waarin kwaliteit(borging) een onderdeel is.
XII	Binnenklimaat en gezondheid	Gezondheid wordt nog niet gekwantificeerd anders dan op basis van groepsdata zoals PMV en aanbevolen CO ₂ -concentraties.	Bewoners willen graag gezonde woning, aanbieders spelen daar op in zonder goede kwantitatieve onderbouwing.	Beoordeling van een gezond binnenmilieu en hoe de bewoner dit positief kan beïnvloeden. Op korte termijn met hedendaagse inzichten op het vlak van comfort en wisselende warmte/koude-sensatie verder uitwerken als toepasbaar instrument voor fysiologische gezondheid maat.

5.2. Randvoorwaarden en barrières

De technische barrières uit deze studie kunnen worden beslecht door het doen van allerlei toegepast onderzoek en praktijkexperimenten. Desondanks is het resultaat in de praktijk niet alleen afhankelijk van het succes van dit onderzoek. Ook andere aspecten zijn uiteindelijk bepalend voor het toepassingsbereik van nieuwe renovatie-oplossingen, zoals:

- Prijsniveaus van nieuwbouw vs. renovatie.
- Acceptatie van oplossingen door uitvoerders en opzichters van bouwbedrijven en woningcorporaties.
- Acceptatie door huurders en bewoners.
- Samenwerking tussen aannemers/toeleveranciers m.b.t. het goed toepassen van aangeleverde halffabricaten (zorg voor elkaars spullen).

Op deze randvoorwaarden is in deze studie niet specifiek ingegaan.

5.3. Bewonerservaringen

Bij woningen waar hogere energieambities gelden wordt vaker teruggekeken hoe deze ambities hun uitwerking hebben gehad. BAM heeft als een van de deelnemers in de stroomversnelling een onderzoek uit laten voeren naar de 55 NOM-woningen die zij in Heerhugowaard hebben opgeleverd. Al wat langer geleden is er door RVO een onderzoek uitgezet met de titel 'Schatgraven in de bestaande bouw' waarin woningen met een verhoogde energieambitie geëvalueerd zijn.

Beide onderzoeken hebben we nogmaals bekeken. Immers, het gaat over meer doen dan op dat moment verplicht is. Daarbij komen vaak nieuwe bouwwijzen en nieuwe producten bij kijken. Het door ons uitgevoerde onderzoek is in hoofdzaak opgesteld vanuit de perceptie van aanbieders van NOM-renovatieconcepten en vanuit hun visie op de gebruikers en bewoners. In dit hoofdstuk noemen we in het kort enkele ervaringen die vanuit bewoners zijn opgedaan bij projecten met een verhoogde energieambitie. Naast ervaring over het proces zijn er ook technische bezwaren. Deze passen goed bij de constatering die vanuit de aanbieders zijn verzameld. Een inhoudelijk overzicht van deze onderzoeken is opgenomen in Bijlage VII.

Kijken we naar zowel de evaluatie van de NOM woningen (1 complex) als naar de resultaten van Schatgraven (32 complexen), dan zien we dat klachten over geluid in beide gevallen genoemd worden. Communicatie werd bij Schatgraven in mindere mate genoemd, maar bij de NOM renovatie wel. Dit heeft natuurlijk te maken met de snellere doorlooptijd van het project. Opvallend is dat bij Schatgraven de ketenintegratie genoemd wordt, iets wat tien jaar later dus daadwerkelijk heeft plaatsgevonden. Bij Schatgraven was men minder tevreden met het comfort, terwijl dit bij de NOM woningen wel het geval is. Er zijn zaken veranderd in de loop der jaren. Toch zien we ook deels terugkerende problemen. De behoefte aan kwaliteitsborging is er nog steeds. Net als de noodzaak om kennis over te dragen naar de verschillende partijen. Het centraal stellen van de gebruikers werd ook al in Schatgraven genoemd. Dat komt niet in de NOM evaluatie vandaan, maar is wel in meerdere interviews aan de orde geweest.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Om in 2050 een energieneutrale gebouwde omgeving te realiseren zullen alle natuurlijke momenten in de renovatiecyclus van bestaande woningen benut moeten gaan worden om naar NOM te renoveren. Het aanbod in de markt van NOM-renovatieconcepten is nog onderontwikkeld. We zien de voornaamste barrières voor NOM-renovaties op het vlak van:

- Het passend aanbod in de markt.
- Beperkt kunnen inwilligen van individuele bewonerswensen.
- Overlast voor bewoners op de bouwplaats.
- Onzekerheid over de kwaliteit van het eindresultaat, beperkte aanbod van reële prestatiegaranties.
- Hoge investeringskosten en weinig aanbod van financiële dienstverlening (Esco).

Een inzicht in de praktische technische innovatiebehoefte op de korte termijn (< 4 jaar) hebben we verkregen door interviews te houden met acht vooraanstaande aanbieders van NOM-renovaties. Daarnaast is ook kennis vergaard uit onderzoeksprojecten met financiering vanuit de TKI, Europese Commissie en vanuit IEA-EBC-Annex-projecten.

Deze inventarisaties hebben geleid tot een set aan generieke (toepasbaar op alle renovatieconcepten) en specifieke verbetermogelijkheden. Deze verbetermogelijkheden zijn vertaald in innovatiebehoefte die we hebben gegroepeerd naar:

- Productinnovatie.
- Procesinnovatie.
- Marktbenadering en diensten.

In hoofdstuk 5 zijn 22 geïdentificeerde innovatiebehoefte uitgebreid beschreven waarbij ook is aangegeven wat de technische stand van kennis en onderzoek op dit moment is. In de samenvatting is een beknoptere tabel opgenomen. Deze innovatiebehoefte bevelen wij aan de TKI en RvO aan voor het samenstellen van een innovatieagenda voor de korte termijn (< 4 jaar).

7. LITERATUURLIJST

- [1] 'Energieagenda. Naar een CO2-arme energievoorziening', Ministerie van Economische zaken, december 2016
- [2] 'Pamflet, renovatie als Hollands-herontwerp' (2011), M. Liebrechts, Y. van Bergen, BouwhulpGroep
- [3] <https://www.cbs.nl/nl-nl/economie/bouwen-en-wonennieuwbouwwoningen>
- [4] <http://stroomversnelling.nl/over-stroomversnelling/wat-is-nul-op-de-meter/>

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Prinses Beatrixlaan 2 | 2595 AL Den Haag
Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag
T +31 (0) 88 042 42 42
E: klantcontact@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | december 2017
Publicatienummer: RVO-174-1701/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Dit document is in opdracht van RVO.nl opgesteld.
Neem contact met ons op als u een toegankelijkheidsprobleem ervaart.
Wij maken het dan graag alsnog voor u in orde!