

Versnelling van energierenovaties in de gebouwde omgeving (MMIP 3)

Meerjarig Missiegedreven Innovatieprogramma

1 juli 2021



Samenvatting

Dit MMIP draagt bij aan de missie ‘een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050’, met als tussendoel dat de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving in 2030 met 3,4 Mton moet zijn verlaagd ten opzichte van 1990. Hiervoor moet het tempo van de verduurzaming vóór 2030 worden opgevoerd tot een ritme van 200.000 woningen per jaar. Na 2030 moet dit verder versneld worden zodat in 2050 alle woningen en utiliteitsgebouwen duurzaam worden verwarmd. Dit moet ertoe leiden dat tot 2030 1,5 miljoen woningen en 15% van de utiliteitsgebouwen worden verduurzaamd. MMIP 3 stimuleert technische, procesmatige en maatschappelijke innovaties die de energietransitie in de gebouwde omgeving kunnen versnellen.

In het Klimaatakkoord staat dat de CO₂-uitstoot van de gebouwde omgeving in 2030 met 3,4 Mton moet zijn verlaagd ten opzichte van 1990. De uitdaging is om voor 2050 ruim 7 miljoen woningen en 570.000 utiliteitsgebouwen te transformeren tot goed geïsoleerde panden, die met duurzame warmte verwarmd worden en waarin duurzaam opgewekte elektriciteit wordt gebruikt. Om deze missie te verwezenlijken zijn technische, procesmatige en maatschappelijke innovaties nodig. Daarom is besloten om vanuit Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's (MMIP's) te werken en partijen meerjarig met elkaar te verbinden in de innovatieketen. Het hoofddoel van dit MMIP is om innovaties te ontwikkelen die woningen en utiliteitsgebouwen gereedmaken voor een CO₂-vrije warmtevoorziening¹, en die de opschaling van het aantal energierenovaties versnellen. De uitvoering van dit programma levert waardevolle inzichten op die kunnen leiden tot verbeteringen in producten, processen of diensten.

MMIP 3 richt zich op het realiseren van integrale oplossingen, waarin in ieder geval invulling wordt gegeven aan de volgende drie aspecten: (1) ontwikkeling van integrale renovatieconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen, (2) industrialisatie en digitalisering van het renovatieproces en (3) gebouweigenaren en -gebruikers centraal bij energierenovaties. Er worden betaalbare en aantrekkelijke renovatieconcepten ontwikkeld voor belangrijke gebouwtypen (arrangementen), met een focus op gebouwen of gebouwtypen die een groot deel van de CO₂-uitstoot veroorzaken. De industrialisatie en digitalisering van het productie-, (ver)bouw- en installatieproces is nodig om de gewenste uitvoeringscapaciteit te bereiken en verdere kostenreductie te realiseren. Ook moeten de technische en procesmatige innovaties aansluiten bij de latente behoeften van eigenaren en gebruikers. Uiteindelijk besluiten zij immers om over te gaan tot een renovatie. Met deze arrangementen, opschaling en aandacht voor de gebruiker kan een efficiencyverbetering worden bereikt, die in 2030 leidt tot lagere systeemkosten (afhankelijk van het soort renovatiepakket). Zo is renoveren binnen korte tijd goedkoper, makkelijker en aantrekkelijker.

¹ Voor ruimteverwarming en tapwater



Leeswijzer

De tekst van MMIP 3 is in 2021 op verschillende plekken aangepast ten opzichte van de versie uit 2020. De belangrijkste wijzigingen zijn hieronder opgenomen:

Uniforme opzet MMIP 2 t/m 5

In de afgelopen jaren is de opzet van de omschrijvingen van MMIP 2 t/m 5 uitéén gaan lopen. Om deze reden is door de betrokken programmamanagers besloten tot een uniforme opzet. De tekst van het MMIP 3 is hiermee in overeenstemming gebracht. De belangrijkste wijzigingen zijn:

- Gewijzigde hoofdstuk volgorde
- Toevoeging onderdeel 'totstandkoming MMIP'
- Toevoeging onderdeel huidige stand van zaken in de omschrijving van de deelprogramma's (aan te vullen op basis van de input van de PAC q2 2021).
- Aanvulling van de doorsnijdende thema's met digitalisering, maatschappelijk verantwoord innoveren en veiligheid.
- Uniforme tekst met de andere MMIP's voor hoofdstuk 4: opzet van het Missiegedreven Meerjarige Innovatie Programma 3

Verschuiving subthema's BIPV en BEMS naar MMIP 3

In de afgelopen periode zijn twee onderwerpen vanuit andere MMIP's overgenomen door MMIP 3.

- 'Gebouweïntegreerde PV' was eerst onderdeel van MMIP en wordt onderdeel van MMIP 3 deelprogramma 3.1 Ontwikkeling Integrale Renovatieconcepten, subthema 3.1.1 Renovatieconcepten voor belangrijke gebouwtypen.
- 'Gebouwbeheer systemen (GBS) en Building Energy Management Systems (BEMS) waren onderdeel van MMIP 5 en wordt onderdeel van deelprogramma 3.1 Ontwikkeling Integrale Renovatieconcepten, subthema 3.1.2 Prestatiecriteria, monitoring en optimalisatie.

Overige wijzigingen

- Toevoeging stakeholderanalyse onder 'Doel MMIP'
- Aanvulling KPI's MMIP 3 met Woonlasten neutraliteit, Arbeidsproductiviteit en KPI's die de verbinding met MMIP 2, 4 en 5 borgen.
- Vaststelling SMART KPI's.
- Omschrijving relatie MMIP 3 en kennisagenda BTIC en TNO (pag. 8).
- Herschreven speerpunten voor competentieontwikkeling als onderdeel van de Human Capital paragraaf.
- Verwijderen bijlages



Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Leeswijzer	3
1 Inleiding	5
Totstandkoming MMIP	5
Doel MMIP	5
Samenhang met andere MMIP's en kennisagenda's	11
Korte beschrijving deelprogramma's	12
2 Beschrijving van de deelprogramma's	15
Deelprogramma 3.1 – Ontwikkeling van integrale renovatieconcepten	15
Deelprogramma 3.2 – Industrialisatie en digitalisering van het renovatieproces	22
Deelprogramma 3.3 – Gebouweigenaren en -gebruikers centraal bij energierenovaties	25
3 Doorsnijdende Thema's	29
3.1 Human Capital	29
3.2 Digitalisering	30
3.3 Maatschappelijk Verantwoord Innoveren	31
3.4 Circulariteit	32
3.5 Veiligheid	33
4 Opzet van het Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma (MMIP 3)	34
4.1 Meerjarige missiegedreven aanpak	34
4.2 Instrumenten en financiering	35
4.3 Monitoring en evaluatie	38
4.4 Valorisatie, marktcreatie en wettelijke kaders	39
4.5 Standaardisatie, normering, en certificering	42
4.6 Communicatie, leren en disseminatie	43
4.6.1. Uptempo	43
4.7. Samenwerking in regionale en internationale context	44
5 Colofon	45



1 Inleiding

Totstandkoming MMIP

Het kabinet heeft met het nationale Klimaatakkoord een centraal doel: het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen in Nederland.

Als onderdeel van het Klimaatakkoord is een Integrale Kennis en Innovatieagenda opgesteld (IKIA), waarin beschreven is welke kennis en innovatie nodig is om de doelen in het klimaatakkoord mogelijk te maken. De IKIA formuleert dertien *Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's* (MMIP's).

Dit document betreft het MMIP 3; Versnelling van energierenovaties in de gebouwde omgeving. Dit MMIP draagt bij aan missie B van het Klimaatakkoord (een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050) en de tussendoelen die voor 2030 geformuleerd zijn.

De verschillende kennis- en innovatievraagstukken in elk deelprogramma zijn gekozen vanwege hun beoogde bijdrage aan het bereiken van de missie. Daarnaast wordt er ruimte geboden voor disruptieve ontwikkelingen en wordt er onderzoek gedaan naar het potentiële effect van nieuwe ontwikkelingen waarvan de impact nog onbekend is.

Dit MMIP is onder verantwoordelijkheid van TKI Urban Energy tot stand gekomen, met medewerking van een breed scala aan personen en organisaties vanuit het bedrijfsleven, kennisinstellingen, de overheid en verschillende brancheverenigingen (zie colofon). Als vertrekpunt voor het opstellen van dit innovatieprogramma, is een analyse gemaakt van de huidige stand van zaken en het huidige innovatiesysteem (het maatschappelijk, ruimtelijk, financieel en institutioneel speelveld). Beide analyses zijn in de bijlage toegevoegd (bijlage 1 en 2).

Doel MMIP

Nederland staat aan de vooravond van de energietransitie. Klimaatverandering en uitputting van grondstoffen vragen om een duurzame transformatie van de gebouwde omgeving. Die transformatie moet plaatsvinden in een tempo dat nog niet eerder is vertoond. In het Klimaatakkoord staat de ambitie om in een periode van vijf tot acht jaar te komen tot een enorme opschaling van het aantal energierenovaties in de bestaande bouw: van 50.000 bestaande woningen per jaar in 2021 tot 200.000 woningen per jaar in 2030. Zo moeten in 2030 circa 1,5 miljoen woningen en 15% van de utiliteitsgebouwen zijn verduurzaamd. Uiteindelijk is het de bedoeling dat alle 7,9 miljoen woningen en 1 miljoen utiliteitsgebouwen in Nederland aardgasvrij en duurzaam (CO₂-vrij) verwarmd worden in 2050. Om dit doel te bereiken, zijn technische, procesmatige en sociaal-maatschappelijke innovaties nodig. Dit MMIP stimuleert de ontwikkeling van deze innovaties en draagt zo bij aan een belangrijke missie uit het Klimaatakkoord: 'een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050'.

Het doel van MMIP 3 is om innovaties te bevorderen die gebouwen gereedmaken voor een CO₂-vrije warmtevoorziening² en de opschaling van het aantal energierenovaties

² Voor ruimteverwarming en tapwater



mogelijk te maken. Het programma is gericht op het realiseren van integrale oplossingen, waarbij drie deelprogramma's centraal staan: (1) ontwikkeling van integrale renovatieconcepten, (2) industrialisatie en digitalisering van het renovatieproces en (3) gebouweigenaren en gebruikers centraal bij energierenovaties.

Er worden renovatieconcepten voor belangrijke gebouwtypen ontwikkeld met betere prestaties en een lagere kostprijs dan de huidige concepten. Een industriële productieaanpak – gecombineerd met digitalisering en robotisering – draagt bij aan de opschaling van het aantal renovaties, aan betrouwbaardere producten en een verdere kostprijsreductie. De focus verschuift van technologieontwikkeling naar procesontwikkeling met oplossingen die kunnen rekenen op draagvlak en acceptatie. Daarom moeten marktpartijen (op natuurlijke momenten) proposities aanbieden die aansluiten bij behoeften van eigenaren en bewoners. Ook zijn ontzorgingsconcepten en financieringsmodellen een integraal onderdeel van de oplossingen, zodat het uitvoeren van een renovatie gemakkelijk is voor alle partijen.

MMIP 3 stimuleert de ontwikkeling van renovatieconcepten voor gebouwtypologieën/contingenten waarvoor deze nog niet beschikbaar zijn. Daarnaast stimuleert MMIP 3 innovaties waardoor renovatieconcepten tegen een significant lagere kostprijs beschikbaar komen en/of het opschalingspotentieel wordt vergroot doordat knelpunten in het productieproces worden weggenomen of doordat het renovatieconcept beter aansluit op de wensen en behoeftes van de gebouweigenaar/gebruiker. De MMIP 3 ondersteunt nadrukkelijk ook renovatieconcepten die veel verder gaan dan de standaard en streefwaarden mits duidelijk is dat deze renovatieconcepten meer kosteneffectief zijn of noodzakelijk voor het realiseren van de energietransitie in de gebouwde omgeving.

De uitvoering van dit programma vraagt om een intensieve samenwerking tussen opdrachtgevers, aanbiedende partijen, financiële instellingen en kennisinstituten. Partijen in de innovatieketen verbinden zich met elkaar in consortia om meerjarige innovaties te verwezenlijken. Hierbij is keteninnovatie cruciaal: als partijen hun activiteiten integreren over schakels van de aanbodketen, kunnen meer integrale en goedkopere oplossingen ontstaan, die bovendien gepaard gaan met minder overlast voor gebouweigenaren en -gebruikers. Naast innovaties in renovatieconcepten en productieprocessen is er dus een cultuurverandering nodig aan de aanbodzijde. Ook moet het aanbod meer dan voorheen worden afgestemd op de latente behoeften van gebouweigenaren en -gebruikers door oog te hebben voor de bredere context waarin zij hun keuzes maken. Kortom, MMIP 3 is niet alleen gericht op innovaties aan de aanbodzijde, maar ook aan de vraagzijde. Daarmee draagt het programma bij aan een integrale opgave: de opschaling van het aantal (spijtvrije) energierenovaties van woningen en utiliteitsgebouwen.



Subdoelen

Om de innovaties in producten, processen en diensten te realiseren, kan het hoofddoel worden uitgesplitst in vijf subdoelen, die tijdens de uitvoering van het programma centraal staan:

Industrialisering en efficiencyverbetering leiden tot lagere systeemkosten. Zo wordt renoveren binnen korte tijd goedkoper, makkelijker en aantrekkelijker.

Verduurzaming

Het is belangrijk om betere renovatieconcepten (met een lagere warmtevraag) en ondersteunende diensten (zoals een klantreis) te ontwikkelen, die op meer enthousiasme van gebouweigenaren en -gebruikers kunnen rekenen. Daarbij is het ook van belang dat deze renovatieconcepten circulair zijn.

Schaalbaarheid

Voor industriepartijen is het belangrijk dat oplossingen de potentie van schaalbaarheid hebben, zodat de kosten en de bouw- of installatietijd worden gereduceerd. Ook optimale uitvoering op de bouwplaats is van belang, omdat een soepele uitvoering zorgt dat het aantal renovaties sneller kan worden opgeschaald.

Kosten

Het doel is om energierenovaties tegen acceptabele kosten uit te voeren. De initiële investeringskosten moeten opwegen tegen de cumulatieve verlaging van energiekosten, zodat de investering grotendeels betaald kan worden uit de verlaagde energierekening. Het doel is om de renovatiekosten in 2030 met 20-40% te hebben gereduceerd ten opzichte van 2019.

Maatschappelijke aspecten

Deze doelstelling richt zich op het maatschappelijk draagvlak en de sociale aspecten van renovaties. Hieronder vallen aspecten die te maken hebben met de aantrekkelijkheid voor gebruikers (zoals esthetiek, gebruikersgemak, comfort en binnenklimaat) en omwonenden (geluid).

Verbinding met andere MMIP's binnen de missie

Het in onderlinge samenhang uitvoeren van de MMIP's die vallen onder de Missie een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050. Hierbij gaat het voor MMIP 3 om de inpassing van hernieuwbare energieproductie in gebouwen, de samenhang tussen de beschikbare warmtebronnen en het gebruik daarvan in gebouwen en het voorkomen van overbelasting van de elektriciteitsinfrastructuur.

Bij de uitvoering van het programma wordt gestuurd op de volgende *key performance indicators* (KPI's) en *richtwaarden*:



Tabel 1: KPI's MMIP 3

Subdoel	KPI	Richtwaarde (voor 2030)	Deel-thema 1	Deel-thema 2	Deel-thema 3
Verduurzaming	CO ₂ Besparing	- 3,4MTon in 2030			
	Energieprestatie ³ (kWh/m ² /jaar)	- Woningen: ≥ Standaard en streefwaarden (warmtevraag) ⁴ incl. passende oplossing voor warmtapwater en warmteafgifte en BENG 2 ≤ 30 - 50 kWh/m ² primair energiegebruik ⁵ - Utiliteit: ≥ Paris Proof (DGBC) ⁶ en BENG 2 ≤ 40-130 kWh/m ² primair energiegebruik ⁷			
	Circulariteit	- MPG (bestaand en nieuwbouw) - ≤0,8 €/m ² BVO			
Schaalbaarheid	Productie-capaciteit (aantal renovaties/jaar)	- Aantal gebouwen per segment in 2030 - Einddoel 200.000 woningen, 75.000 ubouw per jaar - Per innovatieproject toepasbaar op 5.000 woningen of relevant aantal m ² BVO utiliteit per jaar			
	Beoogd marktvolume (aantal gebouwen in Nederland)	- % marktpenetratie x aantal gebouwen per segment in 2030 - Einddoel 200.000 woningen, 75.000 ubouw per jaar - Per innovatieproject toepasbaar op 5.000 woningen per jaar of relevant aantal m ² BVO utiliteit per jaar			

³ Activiteiten binnen de MMIP richten zich op kostenreductie, schaalbaarheid en aantrekkelijkheid van concepten die minimaal voldoen aan de KPI's voor energiebesparing. De MMIP 3 ondersteund nadrukkelijk ook activiteiten die veel verder gaan dan deze KPI's mits duidelijk is dat deze activiteiten meer kosteneffectief zijn of noodzakelijk voor het realiseren van de energietransitie in de gebouwde omgeving.

⁴ [Kamerbrief Standaard en Streefwaarden](#)

⁵ Volgens [Advies BENG eisen woningbouw - BZK](#)

⁶ Volgens [De berekening achter Paris Proof - Dutch Green Building Council \(dghbc.nl\)](#)

⁷ Volgens [Advies BENG eisen utiliteitsbouw - BZK](#)



Subdoel	KPI	Richtwaarde (voor 2030)	Deel-thema 1	Deel-thema 2	Deel-thema 3
Kosten	Kostprijs-reductie (t.o.v. huidige kosten)	- 20-40% besparing op initiële investeringskosten t.o.v. autonome kostenontwikkeling (pijldatum: 2019) incl. kosten energiesysteem, overhead en klantbegeleiding.			
	Woonlastenneutraliteit ⁸ en exploitatielasten-neutraliteit	- Balans kosten, baten, financiering en subsidie over de levensduur die leidt tot woonlasten- of exploitatielastenneutraliteit met zo min mogelijk subsidie (<20%) ⁹ .			
Maatschappelijke aspecten	Aantrekkelijkheid (overlast, esthetiek, comfort, geluid, gezondheid, gebruikersgemak)	- Verhogen conversieratio met >10% - Klanttevredenheidsscore ≥ 7,8 of een Net Promoter score (NPS) ≥ 0 ¹⁰ - Prestatie op comfort en binnenmilieu conform afnameovereenkomst renovatie met gegarandeerde energieprestaties ¹¹ , of voor utiliteit: Binnenklimaatlabel A			
	Ontzorging (betrouwbaarheid, flexibiliteit, snelheid, eenvoud)	- Gebruikerstevredenheid: Klanttevredenheidsscore ≥ 7,8 of een Net Promoter score (NPS) ≥ 0 ¹⁰			
	Arbeidsproductiviteit	- Afname van de ratio tussen werkgelegenheid en bouwproductie (hetzelfde werk met minder mensen kunnen uitvoeren) – Arbeidsproductiviteit met 30% gestegen t.o.v. 2017 ¹² - Uitbreiding arbeidspotentieel: - zorgen dat het werk minder/andere kennis en vaardigheden vereist - zorgen dat meer mensen de benodigde kennis en vaardigheden krijgen (Arbeidsvolume = 481.000 tov 445.000 in 2018) ¹³			

⁸ Voor de definitie van woonlasten neutraliteit gebruiken wij de methodiek die wordt voorgesteld door de Stroomversnelling:

[Woonlastenbenadering bij financiering verduurzaming woningen](#)

⁹ Het streven is naar minder dan de circa 20% subsidie die wordt geboden via de ISDE.

¹⁰ [Rapport Customer Experience en NPS Benchmark Nederland 2021 - Integron.nl](#)

¹¹ [AEDES, Stroomversnelling en Bouwend Nederland](#)

¹² [Microsoft Word - Bouwagenda 062020_bm_finaal2.docx \(debouwagenda.com\)](#)

¹³ [EIB-publicatie](#)



Subdoel	KPI	Richtwaarde (voor 2030)	Deel-thema 1	Deel-thema 2	Deel-thema 3
Verbinding met de andere MMIP's binnen de missie	Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving (MMIP2)	<ul style="list-style-type: none"> - $\geq 13\%$ beschikbare dak- en geveldelen worden benut voor productie van duurzame energie (elektriciteit, of warmte): toepassingspotentieel 23,6 TWh/j¹⁴ - Woningen BENG 3 $\geq 40 - 50\%$^{5/15} - Utiliteit BENG 3 $\geq 30 - 40\%$^{6/15} 			
	Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving (MMIP 4)	<ul style="list-style-type: none"> - Balans tussen de warmtevraag van gebouwen ten opzichte van de potentie voor duurzame warmteproductie en distributie in het gebied - Woningen BENG 3 $\geq 40 - 50\%$^{5/15/16} - Utiliteit BENG 3 $\geq 30 - 40\%$^{6/15/16} - Oplossingen voor gebouwtypologiën voor zowel all-electric als warmtenet beschikbaar. 			
	Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving (MMIP 5)	<ul style="list-style-type: none"> - Verlagen piekbelasting van elektriciteitsgebruik en duurzame elektriciteitsproductie vanuit het gebouw (4GW gebouwde omgeving¹⁷) - Leveren energiediensten door mitigeren piekbelasting van elektriciteitsgebruik en duurzame elektriciteitsproductie vanuit het gebied (door opslag en slimme aansturing energiegebruik) (0,5 GW capaciteit¹⁸) 			

¹⁴ [Ruimtelijk potentieel van zonnestroom in Nederland \(topsectorenergie.nl\)](https://topsectorenergie.nl)

¹⁵ Activiteiten binnen de MMIP richten zich op kostenreductie, schaalbaarheid en aantrekkelijkheid van concepten die minimaal voldoen aan de KPI's m.b.t. BENG 3. De MMIP 3 ondersteund nadrukkelijk ook activiteiten die veel verder gaan dan deze KPI's mits duidelijk is dat deze activiteiten meer kosteneffectief zijn of noodzakelijk voor het realiseren van de energietransitie in de gebouwde omgeving.

¹⁶ Eventueel gebruik makend van de Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG)

¹⁷ [Flexibiliteit en warmte in de gebouwde omgeving.pdf](#)

¹⁸ [Markt en Flexibiliteit \(uu.nl\)](#)



Samenhang met andere MMIP's en kennisagenda's

In MMIP 3 worden duurzame renovatiepakketten voor verschillende bouwtypen ontwikkeld, opgeschaald en ingepast. Een groot deel van de componenten is afkomstig uit de andere MMIP's, zoals BIPV(T) (MMIP 2), warmtepompen, PVT-oplossingen, warmteopslag-systemen, warmte-afgiftesystemen voor warmtenetten (MMIP 4) en slimme diensten voor het ontsluiten van flexibiliteit in gebouwen (MMIP 5). Een groot deel van deze componenten wordt in MMIP 3 toegepast als onderdeel van integrale renovatieconcepten. Er bestaan dus duidelijke raakvlakken met de andere MMIP's:

Voorheen werden in MMIP 2 BIPV(T)-componenten ontwikkeld. Dit is vanaf 2021 opgenomen in MMIP 3. Een renovatieconcept met zonne-energieopwekfunctie kan namelijk alleen succesvol worden ontwikkeld in een integraal proces. Daarnaast kunnen energiemanagementsystemen voor het slim aansturen van deze componenten worden ontwikkeld en helpen om flexibiliteit te ontsluiten en tot waarde te maken. In MMIP 4 worden innovatieve componenten, collectieve systemen en socio-economische innovaties ontwikkeld voor duurzame warmte en koude. Ook warmteopslag (kleinschalig en grootschalig) is onderdeel van MMIP 4.

MMIP 5 richt zich op het ontwikkelen van oplossingen voor en het faciliteren van een betrouwbaar, efficiënt, betaalbaar, slim, integraal en maatschappelijk gedragen systeem van opwek, opslag, conversie, transport en gebruik van elektriciteit in de gebouwde omgeving. MMIP 3 en 4 ontwikkelen oplossingen die zorgen voor een elektrificatie van het lokale energiesysteem. MMIP 5 komt met slimme oplossingen om deze transitie te faciliteren en om de potentieel beschikbare flexibiliteit vanuit deze ontwikkelingen te ontsluiten en tot waarde te maken.

MMIP 13 is gericht op de transitie naar een duurzaam en maatschappelijk gedragen energiesysteem. Daarbij wordt gezorgd voor systeemintegratie op lokale, regionale, nationale en Noordwest-Europese schaal. MMIP 13 zorgt voor de randvoorwaarden voor de uitvoering van MMIP 3: een solide ruimtelijke inpassing, strategieën voor participatie en methoden om tot afgewogen besluiten te komen.

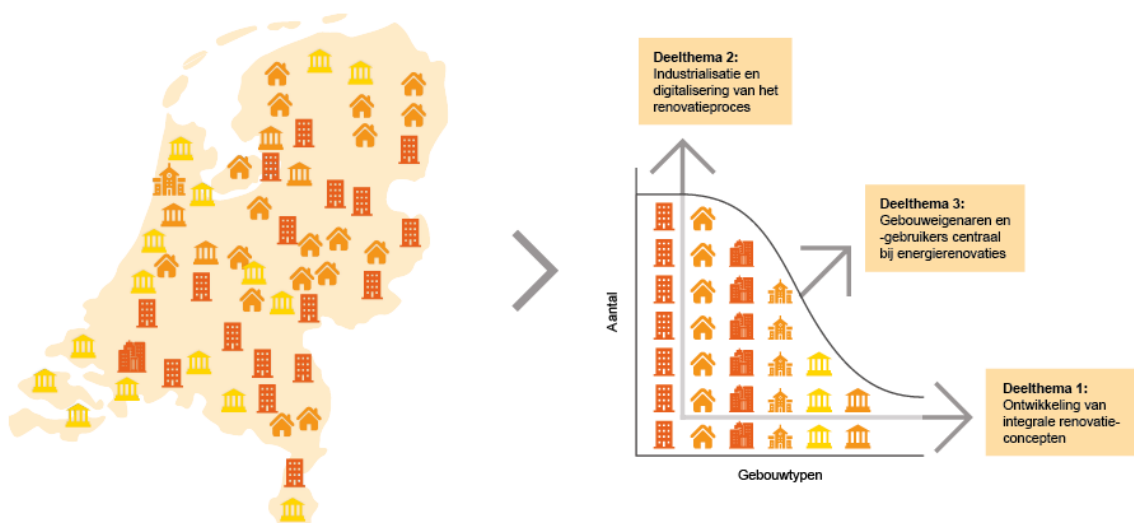
Daarnaast is er een duidelijke relatie tussen MMIP 3 en de kennisagenda van het BTIC programma Integrale Energietransitie Bestaande Bouw en de Kennisagenda Energie in de Gebouwde Omgeving en de onderliggende Vraaggestuurde Programma's van TNO. Deze kennisagenda's worden in onderlinge samenhang ontwikkeld. Deze afstemming vindt plaats door deelname van deze partijen in het Programma Advies College, de BTIC-raad, het halfjaarlijks overleg tussen TNO en BZK en kwartaaloverleg tussen TKI Urban Energy en TNO.



Korte beschrijving deelprogramma's

De Nederlandse voorraad van woningen en gebouwen laat zich onderverdelen in een aantal typen met ruwweg dezelfde karakteristieken. De focus ligt op de belangrijkste woning¹⁹- en gebouwtypen²⁰. Voor ieder type kan een verzameling verduurzamingsoplossingen gedefinieerd worden die – integraal of gefaseerd uitgevoerd – leiden tot een aardgasvrij pand. De verzameling van deelaanpassingen noemen we een renovatieconcept. Zoals overeengekomen in het Klimaatakkoord is in 2021 een standaard voor het prestatieniveau van de woning- en gebouwtypen gedefinieerd (in kWh/m²/jaar). MMIP 3 is een integraal programma dat is gericht op de ontwikkeling en industriële opschaling van arrangementen die minimaal voldoen aan die geformuleerde standaard. Arrangementen zijn gestandaardiseerde of industrieel vervaardigbare pakketten voor energiebesparing en duurzame energie- en warmteoplossingen. Om ervoor te zorgen dat het ontwikkelde aanbod daadwerkelijk wordt afgenomen draait het derde deelprogramma om de belangen van gebouweigenaren en -gebruikers. De deelprogramma's worden hieronder beschreven en uitgebreid toegelicht in Hoofdstuk 8.

Inspelen op behoeften van bewoners en gebouweigenaren vormt de kern waar de ontwikkeling van innovatieve renovatieproducten omheen zal groeien.



Figuur 2: Schetsmatige deelprogramma's MMIP 3

¹⁹ De belangrijkste woningtypes zijn volgens RVO: Vrijstaande woningen, Twee-onder-een-kap, Hoekwoningen, Tussenwoningen, appartementen met één woonlaag, en appartementen met meerdere woonlagen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar bouwjaren: <1945, 1946-1964, 1965-1974, 1975-1991, 1992-2011. Volgens de Standaard en Streefwaarden wordt onderscheid gemaakt tussen: Eengezinswoningen voor 1945, Eengezinswoningen na 1945, Meergezinswoningen voor 1945, Meergezinswoningen na 1945 en een verdeling naar compactheid (A_{LS}/A_g) van >1,00 of <1,00.

²⁰ De belangrijkste gebouwtypes naar gebruiksfuncties volgens de NTA8800 zijn industriefunctie, kantoorfunctie, bijeenkomstfunctie, winkelfunctie, gezondheidszorg (klinisch en niet-klinisch), cellfunctie, logiesfunctie, onderwijsfunctie en sportfunctie



Deelprogramma 3.1: Ontwikkeling van integrale renovatieconcepten

Het eerste deelprogramma is gericht op de ontwikkeling van energetische renovatieconcepten voor de belangrijkste gebouwtypen. Een renovatieconcept is een op elkaar afgestemde verzameling van (deel)oplossingen die leidt tot de aardgasvrije verwarming (of koeling) van een gebouw, inclusief het leveren van een oplossing voor warm tapwater. Naast individuele oplossingen (zoals *all-electric*) kunnen dit ook oplossingen zijn die de koppeling met centrale bronnen (bijvoorbeeld een warmtenet) mogelijk maken. De concepten worden grotendeels prefab en circulair (met een zo laag mogelijke milieu-impact) gerealiseerd. Functies en modules worden geïntegreerd in de bouwdelen om een industrieel productieproces te ondersteunen. Het is essentieel dat de renovatieconcepten aansluiten bij de latente behoeften van gebouweigenaren en -gebruikers, want zij moeten uiteindelijk overgaan tot verduurzaming. Naast de ontwikkeling van (verbeterde) renovatieconcepten zijn tools nodig waarmee inzichtelijk wordt gemaakt welke verduurzamingsoplossingen verstandig zijn in specifieke situaties. En tot slot kan de monitoring van praktijkprestaties ervoor zorgen dat concepten beter worden ingezet en verder worden aangescherpt.

Deelprogramma 3.2: Industrialisatie en digitalisering van het renovatieproces

Het tweede deelprogramma is gericht op de industriële productie van renovatieconcepten voor de meest voorkomende gebouwtypen, en heeft als doel de opschaling naar de gewenste productiedoelen te realiseren en de variabele kosten van renovaties te verlagen. Daarvoor is het van belang een fabrieksmatig productieproces op te zetten voor complete renovatiedelen, bijvoorbeeld gevel- en dakdelen met geïntegreerde installaties, die samen een geprefabriceerd pakket vormen. Bij een industrieel productieproces is aandacht nodig voor standaardisatie (voor de vereenvoudiging van het proces) en configureerbaarheid (om in te spelen op behoeften van gebruikers). Verder is de modulariteit van componenten en bouwdelen essentieel, want het maakt een stapsgewijze aanpak en kosteneffectieve vervanging of reparatie gemakkelijker. Het realiseren van de beoogde productieaantallen wordt gefaciliteerd door vergaande digitalisering. Dit draagt bij aan de samenwerking tussen stakeholders, de aansturing van de (gerobotiseerde) fabricagelijnen en de uitvoering op de bouwplaats. Bovendien leiden standaardisatie en digitalisering tot een versnelde uitvoering, betrouwbaarder producten en lagere faalkosten. Normalisatie speelt een belangrijke rol bij het standaardiseren van productieprocessen, het modulair maken van verschillende componenten, data-uitwisseling en veiligheid. Normalisatie kan echter ook leiden tot een lock-in effect van bestaande werkwijzen, waarmee innovatie geremd kan worden.



Deelprogramma 3.3: Gebouweigenaren en -gebruikers centraal bij energierenovaties

De verduurzaming van de gebouwde omgeving is een technische, financiële en bestuurlijke opgave, maar bovenal een sociale opgave. Uiteindelijk moeten gebouweigenaren en -gebruikers besluiten over te gaan tot een renovatie. Ze zullen dat waarschijnlijk alleen doen als ze enthousiast zijn over de waarde die een renovatie hen biedt en als de aanschaf en uitvoering gemakkelijk zijn. Een groot deel van de mensen ziet een renovatie vooral als kans om hun gebouw of woning comfortabeler, gezonder, veiliger of leefbaarder te maken. Aanbiedende partijen kunnen deze 'koppelkansen' benutten door een propositie te ontwikkelen die aansluit op de (latente) behoeften van eigenaren en bewoners. Idealiter bieden marktpartijen hun maatwerkpropositie op natuurlijke momenten aan, als mensen toch al van plan zijn te verbouwen. Daarnaast is het van belang gebouweigenaren en -gebruikers te ontzorgen bij de renovatie. Daarom gaat deelprogramma 3 ook over innovatieve aanpakken, *tools* en instrumenten die de uitvoering of financiering van een renovatie vergemakkelijken (zoals ontzorgingsconcepten en financieringsarrangementen).



2 Beschrijving van de deelprogramma's

Deelprogramma 3.1 – Ontwikkeling van integrale renovatieconcepten

Het eerste deelprogramma is gericht op de ontwikkeling van integrale renovatieconcepten voor gebouwtypen die een groot deel van de CO₂-uitstoot veroorzaken. Een renovatieconcept is een op elkaar afgestemde verzameling van maatregelen, die leidt tot de aardgasvrije verwarming (of koeling) van een gebouw. Een gezond en comfortabel binnenklimaat is daarbij belangrijk en als onderdeel van het renovatieconcept kunnen eventueel productie of opslag van duurzame energie worden gerealiseerd. De renovatieconcepten worden grotendeels prefab en circulair (met een zo laag mogelijke milieu-impact) gerealiseerd. Functies en modules worden geïntegreerd in bouwdelen om een industrieel productieproces te ondersteunen. De ontwikkeling van (fysieke) renovatieconcepten wordt ondersteund door afwegingsmodellen en -toepassingen die inzichtelijk maken welke oplossing passend is in een specifieke situatie. Prestatierichtlijnen en benchmarking van praktijkprestaties zorgen ervoor dat concepten worden aangescherpt en beter worden ingezet.

Subthema 3.1.1 Renovatieconcepten voor belangrijke gebouwtypen

Inleiding

De ontwikkeling van renovatieconcepten betreft vooral de integratie van bouwkundige- (m.n. isolatiemateriaal, geveldelen, kozijnen en kierdichting) en installatietechnische deelcomponenten (zoals ventilatie, warmteafgifte, warmteproductie en -opslag en slimme aansturing) die samen leiden tot een aardgasvrij gebouw. Een deel van de gebouwenvoorraad kan via een geïndustrialiseerde aanpak aardgasvrij gerenoveerd worden, vooral de laagbouwvoorraad die gebouwd is tussen 1950 en 1990 is hiervoor geschikt. Op dit gebied is al veel innovatie. De ontwikkeling van een renovatieconcept loopt parallel aan het ontwerp van een geïndustrialiseerd productieproces, zodat product en productieproces op elkaar zijn afgestemd. Hoewel de focus op industrialisatie ligt, is een deel van de gebouwenvoorraad lastig (of pas over vele jaren) industrieel te renoveren – deels door de fysieke kenmerken van de betreffende wijken en woningen, deels door de wensen en mogelijkheden van eigenaren en bewoners, en deels door beperkingen in de bedrijfsvoering van aanbiedende partijen. Voor die situaties is het belangrijk om ook projectmatige oplossingen te bieden. De concepten moeten aansluiten op natuurlijke mutatiemomenten en bijdragen aan een spijtvrije renovatie. Belangrijk hierbij is dat innovaties, die zich richten op kostenreductie, schaalbaarheid en aantrekkelijkheid van renovatieconcepten, minimaal aansluiten bij de Standaard en Streefwaarden²¹. De MMIP 3 ondersteunt nadrukkelijk ook activiteiten die veel verder gaan dan de standaard mits duidelijk is dat deze activiteiten meer kosteneffectief zijn of noodzakelijk voor het realiseren van de energietransitie in de gebouwde omgeving.

²¹ De standaard is een norm per gebouwtype voor het minimale benodigde kwaliteitsniveau betreft isolatie, kierdichting en ventilatie, uitgedrukt in de warmtevraag per vierkante meter (kwh/m²/j). De streefwaarden zijn normen voor het isolatieniveau per bouwdeel, uitgedrukt in R_c-waarde of U-waarde.

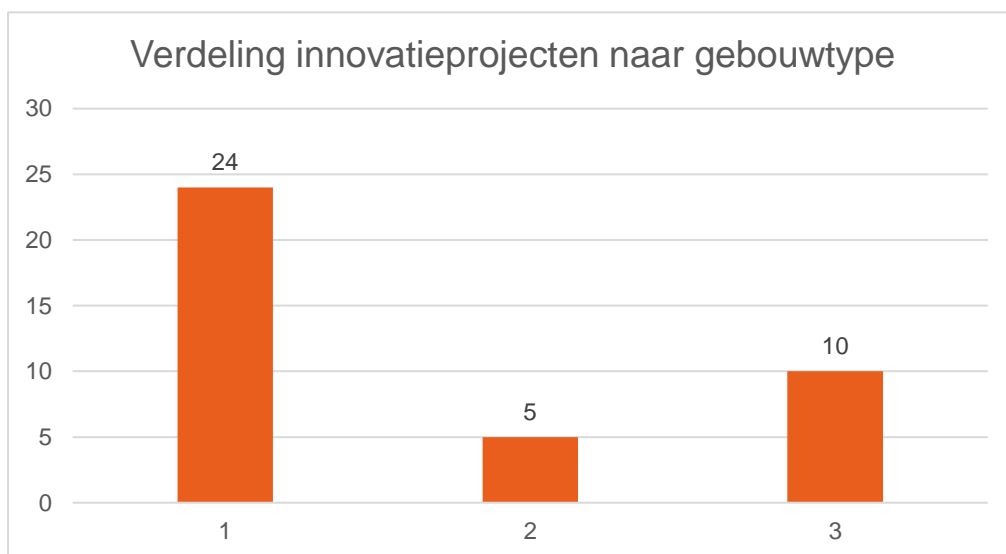


De volgende activiteiten en randvoorwaarden zijn belangrijk bij de ontwikkeling van concepten:

Huidige stand van zaken

De renovatiemarkt is in sommige facetten een volwassen branche, maar toch zien we nieuwe ontwikkelingen op het gebied van nieuwe renovatieconcepten naar aanleiding van de klimaatdoelstellingen. Vanuit de nieuwbouw (woningen) zien we steeds meer integrale, prefab renovatieconcepten opkomen, die ook in de bestaande woningbouw toegepast kunnen worden. De volgende stap die daar gemaakt kan worden is verder doorgevoerde integratie van digitalisering, circulariteit en prestatiegaranties. Met name op het gebied van circulariteit en prestatiegaranties zien we nog een duidelijke innovatiebehoefte. Met name voor installaties is er nog weinig aanbod op het gebied van circulaire alternatieven met verlaagde CO₂ impact. In de topsector regelingen zien we ook veel aandacht voor BIPV(T). Als er nog nieuwe innovatieprojecten indienen op dit vlak zouden ze écht wat toe moeten voegen bovenop de bestaande projecten. Als laatste trend zien we meer aandacht voor het verbeteren van de luchtdichtheid van woningen in combinatie met energiezuinige ventilatie.

We zien verder nog minder innovatie in de renovatiemarkt voor utiliteitsbouw. Dit is deels te verklaren doordat verhoudingsgewijs de energieprestatie van installatietechniek een grotere rol speelt ten opzichte van de gebouwschil. Toch zou er meer aandacht uit kunnen gaan naar renovatieconcepten voor utiliteitsbouw.



Figuur 1: Aantal innovatieprojecten binnen MMIP3 per gebouwtype (topsector regelingen 2019- 2021(april))



Knelpunten en benodigde innovaties

Optimalisatie van renovatieconcepten

- Ontwikkeling van totaal- of deelconcepten voor de renovatie van gebouwen, met aandacht voor het reduceren van de warmtevraag, lokale opwekking van duurzame elektriciteit en warmte voor ruimteverwarming en tapwater, en het balanceren van vraag en aanbod van energie. Het is belangrijk dat er verbeteringen worden aangebracht in termen van functionaliteit, kosten, maatschappelijke aspecten en schaalbaarheid. Ook moeten innovatieve verduurzamingsoplossingen bijdragen aan het terugdringen van de uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden. Bij de ontwikkeling van renovatieconcepten spelen ontwerpers in op de (latente) behoeften van gebouweigenaren en -gebruikers. Voor de duurzame opwekking van elektriciteit en warmte is het van belang BIPV(T)-modules te ontwikkelen die flexibel zijn in vorm, maat, kleur en transparantie. Idealiter zijn deze modules goed te integreren in het gebouw door de interfaces af te stemmen op de gebouwkenmerken.

Circulaire oplossingen voor renovaties

- Innovatie is nodig om renovatieconcepten te ontwikkelen die met veel minder primair materiaalgebruik en ingebedde CO₂-emissies gepaard gaan, zonder de kwaliteit van het renovatieconcept aan te tasten. Hiervoor is het belangrijk om het primair materiaalgebruik te minimaliseren, componenten en materialen te hergebruiken, materialen te kiezen met een lagere milieu-impact en de levensduur van concepten te verlengen. Een materialenpaspoort, een demontagehandleiding en een andere organisatie van de bouwketen kunnen helpen om hergebruik na de levensduur mogelijk te maken.

Oplossingen voor een comfortabel en gezond binnenklimaat

- Bij de ontwikkeling van renovatieconcepten is naast energetische aspecten expliciet aandacht nodig voor de kwaliteit van het binnenklimaat. Het gaat daarbij vooral om binnenluchtkwaliteit (CO₂, fijnstof, vocht en VOC's), akoestische kwaliteit (geluid van installaties, lucht- en contactgeluid) en thermische kwaliteit (voorkomen van oververhitting en tocht). Naarmate de luchtdichtheid van woningen toeneemt, bijvoorbeeld bij na-isolatie, wordt een goed werkend ventilatiesysteem belangrijker. Door bouwkundige ingrepen in combinatie met warmteterugwinning, vraaggestuurd ventileren en zonerings toe te passen kan een gezond en comfortabel binnenklimaat op energiezuinige wijze worden gerealiseerd.

Integratie van functionaliteiten in plug & play units

- Ontwerp en realisatie van prefab en *plug & play units* waarbij verschillende functies en modules worden geïntegreerd in een bouwdeel. Door de integratie van installatietechniek in de bouwelementen wordt het proces op de bouwplaats versneld. De productie van prefab-elementen faciliteert de industrialisatie van het renovatieproces. Deze bouwkundige elementen moeten aangepast kunnen worden op de individuele woningen en gebouwen (*mass customization*). Voor utiliteitsgebouwen is de uitdaging om concepten te ontwikkelen die seriematig kunnen worden toegepast.



Ontwikkeling van bouwdeel-geïntegreerde PV-systemen (BIPV)

- Een van de belangrijkste doelstellingen bij het ontwikkelen van nieuwe zonnestroomsystemen voor in de gebouwde omgeving, is zorgen dat de zonnestroomfunctie optimaal esthetisch en functioneel wordt geïntegreerd in een bouwelement. Kostenreductie is hierbij een belangrijk streven. Hierbij gaat het met name om het verlagen van de kosten voor het produceren en assembleren van het bouwdeel. Daarnaast is kostenreductie mogelijk in de transport- en installatiekosten, de kosten voor exploitatie en onderhoud, en de kosten voor ontmanteling en hergebruik.

De belangrijkste innovatie-uitdagingen in het kader van MMIP-3 zijn:

- het optimaal integreren van de energie opwek- en opslagfunctie met klassieke bouwkundige functies zoals bijvoorbeeld isolatie, stijfheid, sterkte, wind- en waterdichtheid;
- het maken van de proceskeuzes wat betreft de productie, installatie en demontage, waarbij tevens de ecologische gevolgen worden meegewogen;
- het nemen van ontwerpkeuzes wat betreft de levensduur, materiaalgebruik en kleur-, textuur-, vorm- en maatflexibiliteit en duurzaamheidsaspecten van het materiaalgebruik zoals bijvoorbeeld schaarste, ecologische voetafdruk en circulariteit van de gebruikte materialen.

Ook bij commercieel vastgoed met een grootverbruikersaansluiting is BIPV een goed alternatief en wordt gezocht naar oplossingen voor het integreren van de zonnestroomfunctie in de dak- of gevelbekleding. Daarbij heeft het ontwikkelen van oplossingen voor daken met een beperkt draagvermogen speciale aandacht heeft. Er zijn integrale concepten nodig die grootschalige uitrol van zon op bestaande utiliteitsgebouwen faciliteren die ook een oplossing voor congestie-uitdagingen biedt.

De benodigde research and development voor het produceren van cellen en laminaten zijn onderdeel van MMIP-2 deelprogramma 1a.

Inzet op stapsgewijze renovaties

- Vastgoedstrategieën en product-marktcombinaties dienen tevens (zo veel als mogelijk) spijtvrij bij te dragen aan een volledig CO₂-neutrale gebouwde omgeving. Deelaanpassingen worden zo in de tijd gerangschikt dat huidige oplossingen latere aanpassingen niet in de weg staan. Een getrapte aanpassing van gebouwen en wijken (naar aardgasvrij en CO₂-neutraal) vereist interfaces die goed op elkaar aansluiten. Een integrale benadering, een goede nulmeting en een helder geformuleerde eindsituatie zijn dan ook belangrijk om de afzonderlijke stappen op elkaar aan te laten sluiten en spijtvrij te kunnen renoveren.

Vergroten uitwisselbaarheid producten door standaardisatie en normalisatie

- Afspraken over x voering en andere specificaties van componenten zorgen voor een grotere uitwisselbaarheid tussen bouwelementen in installaties. Hierdoor houden aanbiedende partijen keuzevrijheid in het productieproces, want er is geen *lock-in* van een product of leverancier. Ook blijven geïntegreerde bouw- en installatiecomponenten dan bereikbaar voor onderhoud en vervanging. Kwaliteitsborging en onderhoud zijn daarbij belangrijke aspecten.



Subthema 3.1.2 Afwegingsmodellen en -toepassingen

Inleiding

Voor particulieren is de beste verduurzamingsoplossing voor hun woning niet altijd helder. Ook professionele partijen, zoals vastgoedontwikkelaars en woningcorporaties, worstelen soms met hun keuzes. Afwegingsmodellen en -toepassingen kunnen inzichtelijk maken welk concept (of stapsgewijze aanpak) voor welk gebouwtype het best aan de eisen en wensen van gebouweigenaren voldoet.

Verduurzamingsoplossingen kunnen (geautomatiseerd) voor specifieke situaties geconfigureerd worden, waardoor stakeholders tot een optimale afweging kunnen komen tussen kosten, energieprestaties, milieu-impact, gebruikersbehoeften en andere criteria. Tegelijkertijd kan deze configuratie door aanbiedende partijen worden gebruikt om hun keten te organiseren en hun productieproces aan te sturen. Hiermee vormen afwegingsmodellen en -toepassingen een efficiënte koppeling tussen vraag en aanbod van verduurzamingsoplossingen. Tot slot is hebben gemeenten afwegingskaders nodig als ondersteuning bij de transitie naar aardgasvrije wijken.

Huidige stand van zaken

Er zijn steeds meer initiatieven die afwegingsmodellen en -toepassingen verwerken in digitale tools om gebouweigenaren en -gebruikers te helpen in het beslissingsproces van energierenovaties. Ook in de innovatieprojecten zien we dergelijke modellen en toepassingen terug. Het is voor gebouweigenaren en -gebruikers alleen nog steeds lastig om te bepalen welke digitale tools bruikbaar zijn voor hen. Een versnelling van het renovatieproces is nog niet op grote schaal gerealiseerd. Er moet opgelet worden dat er niet teveel soortgelijke initiatieven naast elkaar gaan lopen, omdat dit alleen maar verwarrend werkt voor de eindgebruiker en onnodig veel geld kost. Dit is met name van toepassing bij de woningbouw. Daar komt nog bij dat een onafhankelijk advies vaak gewenst is.

Knelpunten en benodigde innovaties

Beslissingsondersteuningstools voor configuratie van renovatieconcepten

- Er zijn methoden nodig voor beslissingsondersteuning tijdens de ontwerpfase van de renovatie. De volgende kennisvragen gaan hierop in: Hoe kunnen gebouweigenaren in de ontwerpfase een optimale afweging maken tussen verschillende criteria zoals energieprestaties, kosten en doorlooptijd? Hoe krijgt men inzicht in de zinvolle renovatie per gebouw, eventueel in samenhang met de wijk en als onderdeel van de inpassing in het (toekomstige) energiesysteem (wijkintegratie)?

Vertalen van klantwensen naar (geautomatiseerde) uitvoering

- Naar verwachting gaan er verschillende beslissingsondersteuningstools voor configuratie van renovatieconcepten. Voor deze tools moeten de beschikbare verduurzamingsoplossingen als uitgangspunt dienen, zodat de geconfigureerde oplossing ook in de praktijk toepasbaar is. De volgende stap is dat de configuratie direct kan worden gebruikt als basis voor de uitvoering van de werkzaamheden. Dit betreft het inschakelen en van de juiste informatie voorzien van de benodigde ketenpartners, het inkopen van de juiste materialen en/of het opstarten van het (geïndustrialiseerde) productieproces.



Afwegingskader voor gemeenten (aansluitend bij RES)

- Gemeenten hebben een afwegingskader nodig om keuzes te maken die gekoppeld zijn aan de Regionale Energiestrategie (RES). Door inzicht te bieden in de keuzemomenten in het proces van een wijktransitie en in de mogelijke consequenties van die keuzes, wordt het voor gemeenten makkelijker om samen te werken en kan het proces efficiënter worden ingericht.

Subthema 3.1.3 Prestatiecriteria, monitoring en optimalisatie

Inleiding

Naast de ontwikkeling van concepten en afwegingsmodellen en -toepassingen, is het belangrijk om de prestaties van renovaties te monitoren en te sturen. Prestatiecriteria leiden tot een betere relatie tussen aanbieder en klant (en tot tevreden gebruikers). Monitoring kan leiden tot verdere optimalisatie: benchmarking van praktijkresultaten verschaft helderheid over de prestaties van een

Het meten van prestaties kweekt vertrouwen en draagt bij aan verdergaande kennisgedreven innovaties.

renovatieconcept en geeft zo input voor verdere verbetering van (de werking van) een product of concept. Ook kan monitoringsdata gebruikt worden als input voor slimme regelsystemen die het gebouw energie-efficiënt kunnen laten opereren. Zo kan het gehele potentieel aan energiebesparing worden gehaald, en is er ook oog voor binnenmilieukwaliteit en bewonersvoorkeuren. Prestatiecriteria en monitoring dragen dus niet alleen bij aan het verbeteren van de energetische prestaties en van het ontwerp, maar ook aan de acceptatie. De komende jaren is er onderzoek en ontwikkeling nodig op de volgende gebieden:

Huidige stand van zaken

We zien dat het handhaven van prestatiecriteria en monitoring in de praktijk nog lastig te handhaven blijkt en vaak prijzig is ten opzichte van potentiële voordelen van prestatiegaranties en monitoring. Het blijkt ook dat er weinig innovatieprojecten op dit gebied tot stand komen. Er is meer aandacht en arbeid nodig om de doelen uit dit subthema voor elkaar te krijgen. Wat betreft energiemonitoring zien we meer gebeuren binnen de utiliteitsbouw, waar energiebeheers- en bewaaksystemen onderdeel zijn van de wet milieubeheer.

Knelpunten en benodigde innovaties

Ontwerpen van prestatiecriteria

- Ontwerpen van prestatiecriteria en bijbehorende validatiemethodes per bouwtype om de kwaliteit van renovatieconcepten te borgen, zowel qua energieprestatie (bijvoorbeeld in kWh/m²/jaar) als qua materiaalgebruik (*embodied CO₂*). Ook is het belangrijk om op basis van prestatiecriteria praktisch toepasbare ontwerprichtlijnen te ontwikkelen voor een gezond binnenklimaat.

Prestaties koppelen aan garanties

- De markt vraagt steeds vaker om gegarandeerde energieprestaties, maar in de praktijk is het realiseren van prestatiegaranties nog een uitdaging. Er zijn nieuwe businessmodellen denkbaar waarbij de aanbieder van een renovatieconcept een



prestatiegarantie afgeeft, op basis van een feitelijk achteraf gemeten energieprestatie en de kwaliteit van het binnenmilieu.

Validatie en verbeteren renovatieconcepten door gebruik van data

- Data over (energie)prestaties zijn essentieel voor de validatie en verbetering van renovatieconcepten. Het is mogelijk om het concept tijdens het ontwerpproces met behulp van simulaties te vergelijken met praktijkprestaties, bijvoorbeeld via *digital twins* voor seriematige bouw. Op de langere termijn is het belangrijk om integrale prestatie monitoring (o.a. energie, comfort, gezondheid en tevredenheid) in alle fasen van het traject in te bouwen. Daardoor kun je tijdig leren van de data en concrete verbeterstappen zetten, door terugkoppeling naar ontwerper en gebruiker.

Slimme energiemanagementsystemen

- Slimme regelsystemen kunnen bijdragen aan efficiënt energiemanagement. Ze zorgen ervoor dat apparaten en processen als een samenhangend geheel efficiënt functioneren, waardoor het energieverbruik kan worden geoptimaliseerd. Er is behoefte aan systemen met eenvoudiger installatie- en onderhoudsmogelijkheden (zoals het geautomatiseerd en op afstand voorvoeren van updates), minder fouten en een hoger gebruikersgemak. Op basis van gedetailleerde sensordata kunnen gebruikers inzicht krijgen in hun actuele energieverbruik. Deze terugkoppeling kan zorgen voor bewustwording en een handelingsperspectief.

Nieuwe generatie gebouwbeheersystemen

- Verschillende apparaten en energieprocessen in gebouwen worden nu onafhankelijk van elkaar (automatisch) aangestuurd. Slimme monitoring- en regelsystemen maken het mogelijk dat deze apparaten en processen als samenhangend geheel efficiënt functioneren, waarmee het energieverbruik geoptimaliseerd worden. Er is behoefte aan de doorontwikkeling van deze systemen, zodat de Gebouw beheersystemen (GBS), Energieregistratie- en Bewakingssysteem (EBS) en Building Energy Management Systemen (BEMS) via handige interfaces kunnen samenwerken of zelfs kunnen worden geïntegreerd in één integraal systeem. Gebruik van open (de facto) standaarden en protocollen is daarbij een randvoorwaarde.

Gebruikersgemak en -acceptatie van gebouwbeheersystemen

- De uitdaging voor energie-regelsystemen zit met name in het aantrekkelijk maken van de systemen voor woningbezitters en gebouweigenaren en het verhogen van gebruikersacceptatie, waardoor ze op grote schaal geïmplementeerd kunnen worden. Dit vraagt om (door)ontwikkeling van de huidige systemen en oplossingen met meer aandacht voor de eindgebruiker. Slimme regelsystemen moeten inspelen op de verschillende motieven van en de baten voor de gebruikers (duurzaam, financieel, comfort). Privacy en cybersecurity zijn relevante aandachtspunten. De tijd die het kost om een regelsysteem te installeren en opereren moet omlaag, om het enthousiasme voor aanschaf en gebruik van deze oplossingen te vergroten (Ecofys Navigant, 2018).

Voorkomen van piekbelasting van de elektriciteitsinfrastructuur

- Naast aansturing op voor efficiënt energiegebruik binnen individuele gebouwen kunnen slimme energie-regelsystemen gebruikt worden om verdere interactie aan te gaan met het bredere energiesysteem, bijvoorbeeld door flexibiliteit te ontsluiten en



in te zetten. Slimme regelsystemen bieden oplossingen om efficiënt met energie om te gaan of (te) hoge (piek)belasting van de elektriciteitsinfrastructuur te voorkomen.

Deelprogramma 3.2 – Industrialisatie en digitalisering van het renovatieproces

Het tweede deelprogramma richt zich op de industrialisatie van de in deelprogramma 3.1 ontwikkelde renovatieconcepten, met als doel om de opschaling naar de gewenste productiedoelen te realiseren en de variabele kosten van renovaties te verlagen. De focus ligt hierbij op renovatieconcepten voor de meest voorkomende gebouwtypen, waar een grote energetische besparing mogelijk is. Bij een industrieel productieproces moet er aandacht zijn voor standaardisatie (voor de vereenvoudiging van het proces) en configureerbaarheid (ook om in te spelen op behoeften van gebruikers en variaties tussen gebouwen). Ook is het belangrijk om de uitstoot van stikstof op de bouwplaats terug te dringen. Het realiseren van de beoogde productieaantallen wordt gefaciliteerd door vergaande digitalisering. Dit kan zorgen voor procesoptimalisatie, betere aansturing van de (gerobotiseerde) productielijn en stroomlijning van de activiteiten op de bouwplaats. Bovendien leiden standaardisatie en digitalisering tot een versnelde uitvoering, betrouwbaarder producten en lagere faalkosten. Een continue bouwstroom is een belangrijke voorwaarde voor de industrialisatie van het renovatieproces, want zonder continue vraag is er geen plaats voor grootschalige productie.

Subthema 3.2.1 Industrialisatie van het renovatieproces

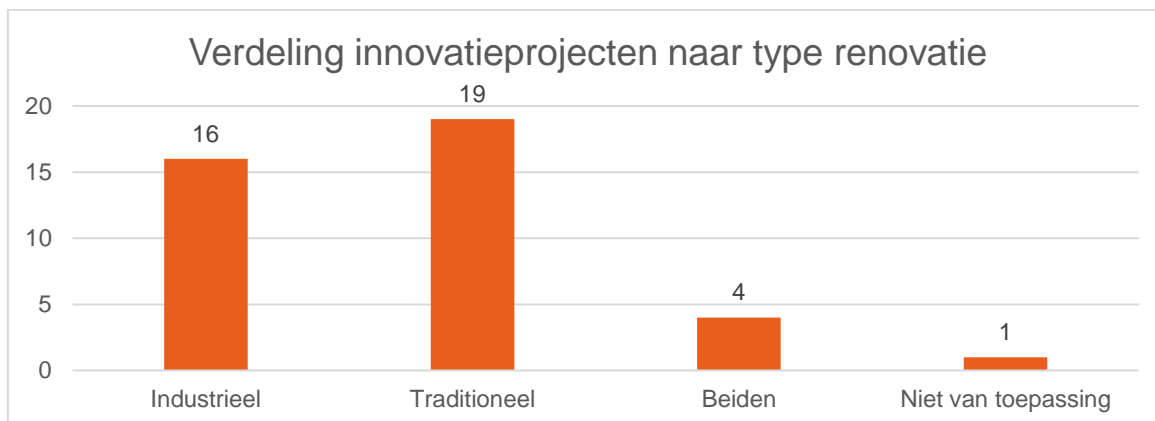
Inleiding

Het huidige productie-, bouw-, en installatieproces moet in belangrijke mate worden herzien om de industrialisatie op gang te brengen – in synergie met ontwikkelingen in de industriële nieuwbouw. Dit gaat verder dan slechts het automatiseren van één processtap of het verplaatsen van (een gedeelte van) het proces naar een fabriek. Het vraagt ook om slim herontwerp van producten en processen, gerichte keuzes maken en waar mogelijk robotiseren. Het is belangrijk om te bepalen welke activiteiten het beste in een fabriek kunnen plaatsvinden en welke activiteiten beter op de bouwplaats passen. Om de kostenreductie te bewerkstelligen is het noodzakelijk om activiteiten op de bouwplaats te stroomlijnen. Daarvoor dienen nieuwe, processen, methodes en hulpinstallaties ontwikkeld te worden. Ook is het van belang stakeholders mee te nemen in het renovatieproces door de besluitvorming vooraf goed vorm te geven. Dit kan door de klanteisen voor grote groepen woningen te analyseren en bundelen en door de vertaling van klanteisen in de specificaties van het renovatieontwerp. De gehele keten moet geoptimaliseerd worden om een maximale aansluiting te bewerkstelligen tussen vraag en aanbod.

Huidige stand van zaken

We zien steeds meer innovatieprojecten op het gebied van industrialisatie. Industrieel bouwen maakt met name in de nieuwbouw een flinke groei door. De renovatiemarkt loopt nog wel duidelijk achter op de nieuwbouw wat betreft industrialisatie. Wat betreft industriële renovatieconcepten verwachten we dat circa 40% van de woningen zich leent voor dit soort concepten. In dit licht lijken het aantal innovatieprojecten op dit gebied redelijk in verhouding te zijn. Zoals eveneens beschreven in subthema 3.1.1. - Renovatieconcepten voor belangrijke gebouwtypen - zien we nog we ook weinig toepassingen en innovatieprojecten bij utiliteitsbouw wat betreft industrieel renoveren.





Figuur 2: Aantal innovatieprojecten binnen MMIP3 per renovatietype (topsector regelingen 2019- 2021(april))

Knelpunten en benodigde innovaties

Een gestandaardiseerd en fabrieksmatig ontwerp- en productieproces

- Gestandaardiseerde productieprocessen verhogen de betrouwbaarheid van het product, verlagen de integrale kosten en maken opschaling van de beschikbare uitvoeringscapaciteit mogelijk. Daarbij kunnen prefab renovatiecomponenten toegepast worden (zoals gevel- en dakdelen met geïntegreerde installaties). Tevens is het bouwproces zo ontworpen dat renovatiepakketten in enkele dagen en met minimale overlast geïnstalleerd en opgeleverd kunnen worden op de bouwplaats.

Nieuwe bouw- en installatietechnieken

- Dit betreft niet alleen het automatiseren van bepaalde bouw- en installatiehandelingen, maar ook het herontwerpen van bouwelementen om ze beter, sneller en goedkoper te kunnen aanbrenge. Voor specifieke bouwdelen en situaties worden zoveel mogelijk gestandaardiseerde en geautomatiseerde aanpakken ontwikkeld. Hierbij is ook het terugdringen van stikstof een aandachtspunt.

Flexibilisering en configureerbaarheid van het bouwproces

- Het is van belang om in de gestandaardiseerde en geïndustrialiseerde bouwpraktijk die nodig is om de benodigde versnelling te realiseren voldoende ruimte in te bouwen om het renovatieconcept aan te passen aan de variatie tussen individuele gebouwen in de bouwvoorraad en de specifieke wensen van de bouwheer/gebruiker. Dit biedt kansen om renovaties niet alleen functioneel maar ook aantrekkelijker te maken voor bewoners. Door digitaal bouwen als uitgangspunt te nemen, kunnen klantkeuzes vertaald worden in (bewerkte) standaardelementen.



Subthema 3.2.2 Digitalisering van het renovatieproces

Inleiding

Het realiseren van de boogde productieaantallen zal ondersteund en ingevuld moeten worden door een vergaand gedigitaliseerd proces. Een digitaal bouwproces draagt bij aan de samenwerking tussen stakeholders in het hele proces, de aansturing van de (gerobotiseerde) fabricagelijnen en de automatische monitoring van prestaties. Door de komst van *building integrated modeling* (BIM) maken steeds meer bouwbedrijven de omschakeling van een documentgedreven werkwijze naar een datagedreven werkwijze. Idealiter vormt BIM een leidraad voor het bouwen (opmeten, parametrisch ontwerp, productieproces), een handleiding voor de werkzaamheden (planning en realisaties) en een controlemechanisme (monitoring). Op basis van data kunnen vervolgens *lessons learned* worden teruggekoppeld aan de ontwerpteam, zodat de renovatieconcepten verder doorontwikkeld kunnen worden. Het is essentieel dat BIM vooral wordt ingezet en uitgebreid om de opdrachtgevers en bouwbedrijven beter te laten samenwerken. Digitalisering kan de ketensamenwerking verbeteren en ervoor zorgen dat de gevraagde renovatieconcepten beter afgestemd zijn op de functionaliteiten van het productieproces.

Digitalisering van het proces zal over de gehele keten een indrukwekkende impact hebben.

Huidige stand van zaken

Digitalisering van de renovatieketen kan een sleutelrol vervullen in het versnellen van energierenovaties. Het proces rondom het uitvoeren van renovaties is inefficiënt geregeld. Daarnaast zien we dat de arbeidsproductiviteit in de bouw laag is ten opzichte van andere sectoren (TNO 2017). We zien ook veel aandacht voor dit digitalisering in de markt en in innovatieprojecten. Het Landelijk Digitaal Platform (LDP) voor woningeigenaren komt naar verwachting in 2021 online en de verwachting is dat in 2022 de nieuwe functionaliteiten worden toegevoegd.

Knelpunten en benodigde innovaties

Optimalisering van de ketensamenwerking

- Via *building information management systems* kunnen bouwers de wensen van klanten (projectontwikkelaars, corporaties, particuliere kopers) vroegtijdig afstemmen op de functionaliteiten van het assemblageproces van de toeleveranciers. Hierdoor kunnen de ontwerpers verwachtingen van ontwerpkeuzes in beeld brengen, besluitvormingsprocessen verbeteren en uiteindelijk het bestel-, productie- en logistieke proces versnellen. Hierbij kan digitalisering helpen bij een “contingenten aanpak” gebaseerd op groepen van gebouwen met vergelijkbare kenmerken waarop uniforme energierenovaties uitgevoerd kunnen worden. Met deze aanpak kunnen vraag en aanbod beter op elkaar afgestemd worden, wat het mogelijk maakt om energierenovaties efficiënter uit te voeren. Hierdoor worden renovaties goedkoper en kunnen sneller uitgevoerd worden. Ook met behulp van digital twins tools kunnen vraag en aanbod beter op elkaar afgestemd worden en kunnen verschillende scenario's doorgerekend worden. Zo hebben klanten maximale invloed op het eindproduct, binnen de kaders van het assemblageproces. Het is essentieel dat platformen meer een *open source* karakter krijgen, zodat elke partij kan participeren.



Aansturing van het industriële fabricageproces (off-site)

- De automatische verwerking van digitale inmeetgegevens (een 3D-scan met puntenwolk) zorgt voor aansturing van het productieproces in de fabriek. Op basis van *computer-aided design and manufacturing* (CAD/CAM), kan het fabricageproces automatisch worden aangestuurd en uitgevoerd. Software kan ook zorgen dat assemblage en transport op elkaar zijn afgestemd.

Stroomlijnen van het bouwproces op de werkplaats (on-site)

- Ook kan BIM worden ingezet om het bouwproces te optimaliseren in termen van tijd, kosten en kwaliteit. Digitale hulpmiddelen kunnen dit proces verbeteren in verschillende fasen. Zo kan digitalisering de afstemming van productie- en distributieplanningen faciliteren. En ook bij de realisatie stimuleert digitalisering een strak bouwproces, via geautomatiseerde bestellingen en het optimaliseren van de logistiek (componenten uit verschillende fabrieken op het juiste moment bij het gebouw krijgen).

Deelprogramma 3.3 – Gebouweigenaren en -gebruikers centraal bij energierenovaties

Een energierenovatie wordt pas uitgevoerd als de eigenaren en bewoners hiertoe besluiten. Het is dus noodzakelijk hun denkwijze en behoeften centraal te stellen bij de ontwikkeling, verkoop, uitvoering en nazorg van renovaties. Daarnaast is het zaak dat men enthousiast is over de renovatieconcepten. De ervaring leert dat het voorrekenen van de financiële of energetische effecten vaak niet genoeg is om mensen aan te zetten tot actie: het gros van de mensen ziet een renovatie vooral als kans om hun woning (of gebouw) comfortabeler, gezonder, veiliger of leefbaarder te maken. Om deze 'koppelkansen' te benutten is het essentieel dat aanbiedende partijen een propositie ontwikkelen die aansluit op de (latente) behoeften van gebouweigenaren en -gebruikers. Idealiter worden eigenaren en bewoners al tijdens het ontwerpproces geraadpleegd, en bieden marktpartijen op natuurlijke (mutatie)momenten een maatwerkpropositie aan. Daarnaast is het van belang gebouweigenaren en -gebruikers te ontzorgen bij de renovatie. Daarom gaat deelprogramma 3 ook over innovatieve aanpakken die het uitvoeren of financieren van een renovatie vergemakkelijken.

Subthema 3.3.1 Op maat aansluiten bij eigenaren en gebruikers

Inleiding

Het uitgangspunt achter dit deelprogramma is dat gebouwen en woningen in essentie van eigenaren en gebruikers zijn. Zij beslissen welke oplossing ze het meest optimaal achten, vanuit hun waarden en hun lokale context. Renovatieconcepten hebben een grotere kans om te worden overgenomen als ze aansluiten bij de behoeften van eigenaren en gebruikers. Aanbiedende partijen kunnen hierop inspelen door proposities en verkoopkanalen op te zetten die rekening houden met deze behoeften. Digitale technieken en (big) data kunnen hierbij behulpzaam zijn, want het

Gedrag en wensen van bewoners en eigenaren liggen aan de basis van de energietransitie: de ontwikkeling van kennis, producten en diensten die hierop aansluiten zijn de sleutel tot succes



aanbod en de communicatie kunnen zo verder gepersonaliseerd worden. Ook is het belangrijk de voorkeuren en ervaringen van gebruikers in kaart te brengen, zodat aanbiedende partijen hierop in kunnen spelen bij de ontwikkeling van producten (deelprogramma 1). Op die manier leidt de inbreng van gebruikers tot een verbetering van het aanbod. Voor de invulling hiervan wordt nadrukkelijk samenwerking gezocht met marketeers, gedragswetenschappers en ontwerpers. Om te zorgen voor acceptatie is het van belang om uitvoerende partijen enthousiast te maken voor nieuwe technieken.

Huidige stand van zaken

In de topsector regelingen gaat veel aandacht uit naar het op maat aansluiten van renovatieconcepten bij eigenaren en gebruikers. We zien verschillende innovatieprojecten waarin tools en methoden worden ontwikkeld om renovatieconcepten aan te sluiten bij specifieke doelgroepen. Voorbeelden van specifieke doelgroepen zijn VVE's, collectieve particulieren, individuele particulieren of eigenaars/gebruikers van kantoren. Het blijkt in de praktijk met name nog moeilijk om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen bij de wijkgerichte aanpak en voor de verschillende typen utiliteitsgebouwen.

Ook buiten de topsector regelingen zien we belangrijke ontwikkelingen op dit subthema. Voorbeelden zijn de Leidraad Resultaatgericht Samenwerken (RGS) voor woningcorporaties van Aedes en initiatieven op het gebied van maatschappelijk verantwoord inkopen of innovatief inkopen. Dit soort initiatieven zijn belangrijk om sneller tot renovaties te komen en renovaties succesvol te realiseren.

Digitalisering van het renovatieproces speelt een belangrijke rol binnen dit subthema. We zien hierbij recent ook veel initiatieven op het gebied van *big data* en *digital twins*, de uiteindelijke impact hiervan moet nog blijken.

Knelpunten en benodigde innovaties

Ontwikkeling van maatwerkproposities en verkoopkanalen

- Het ontwerpen van proposities die meer aansluiten op de behoeften van gebouweigenaren en -gebruikers (koppelkansen). Voor een geslaagde propositie formuleren aanbiedende partijen een oplossing, onderbouwen deze en maken het aanbod concreet voor de klant. Algoritmes en data kunnen benut worden voor een vergaand gepersonaliseerd aanbod. Ook kunnen aanbieders (visuele) technieken ontwikkelen om het koop- of ontwerpproces te ondersteunen, zoals een digitaal model van een gebouw waarin gebruikers virtueel kunnen experimenteren met de eigen woning of werkomgeving.

Bewonerservaringen en -behoeften als drijfveer voor ontwerp en doorontwikkeling

- Faciliteren van de terugkoppeling van gebruikers op systeeminnovaties. Deze informatie kan door een multidisciplinair ontwerpteam worden gebruikt voor de ontwikkeling of het herijken van renovatieconcepten. Daarbij is het raadzaam om gestandaardiseerde methodes te ontwerpen om de klanttevredenheid van eigenaren en gebruikers in verschillende stadia van het renovatieproces te meten. Dit kan worden aangevuld met diensten die het correcte gebruik van energiezuinige concepten door consumenten ondersteunen (garantstellingen en lange termijn ondersteunende diensten).



Acceptatie van nieuwe oplossingen vergroten

- Het is van belang om de acceptatie van duurzame innovaties te vergroten. Dit kan bijvoorbeeld door uitvoerende partijen ervaring op te laten doen over nieuwe producten en diensten, zodat zij deze meenemen in hun adviezen aan klanten. Ook kunnen vragende partijen als energiecoöperaties een rol krijgen bij het enthousiasmeren voor renovaties. Ook kan een analyse van de besluitvorming bij eigenaren en gebruikers eraan bijdragen dat aanbieders beter kunnen inspelen op 'koppelkansen' en natuurlijke mutatiemomenten. Tot slot is er onderzoek nodig naar gedragsaspecten ter versterking en acceptatie van duurzame oplossingen, zoals onderzoek naar gebruikspatronen, behoeften en drempelwaarden.

Subthema 3.3.2 Ontzorging via klantreis, wijkreis en financiering

Inleiding

Als het aanbod past bij de wensen van eigenaren en bewoners, dan is het belangrijk om ervoor te zorgen dat renovaties snel en zonder overlast uit te voeren zijn. Daarom is deelprogramma 3 ook gericht op het ontwikkelen van

Renoveren wordt net zo gemakkelijk en leuk als het uitzoeken van je nieuwe keuken op de woonboulevard.

aanpakken, tools en instrumenten om eigenaren en gebruikers te ontzorgen bij het nemen van renovatiemaatregelen. Die ontzorging kan plaatsvinden in verschillende fasen van het renovatieproces: tijdens de oriëntatie (door inzicht in de woonsituatie), de inventarisatie van de opties (via maatwerkadvies), de keuze voor een renovatieconcept (beslissingsondersteuning), de realisatie (terugdringen van overlast) en de gebruiksfase (door adequate nazorg). Het is bij ontzorging essentieel om oog te hebben voor de bredere context waarin eigenaren en bewoners hun keuzes maken. Zo kan een 'wijkreis' zorgen dat de transitie op wijkniveau behapbaar wordt gemaakt en dat oplossingen passen binnen de buurt of wijk. Verder kunnen nieuwe vormen van eigenaarschap en financiering leiden tot minder zorgen voor eigenaren en gebruikers. Op basis van de gebruikersbehoefte kan bijvoorbeeld bepaald worden wat beter past: een abonnementsstructuur of een eenmalige investering. De volgende resultaten en activiteiten staan de komende jaren centraal:

Huidige stand van zaken

In het Klimaatakkoord zijn belangrijke afspraken gemaakt met betrekking tot het ontzorgen van woningeigenaren. De twee belangrijkste afspraken op dit gebied zijn het Landelijk Digitaal Platform en de Standaard en Streefwaarden, die beiden in 2021 gelanceerd moeten worden. Binnen de topsector regelingen zien we ontzorging van bewoners weinig terug komen in innovatieprojecten. We zien ook nog geen ontzorging initiatieven voor gebouweigenaren en gebruikers van utiliteitsbouw.

Knelpunten en benodigde innovaties

Gestroomlijnde klantreis voor woning- en gebouweigenaren

- De komende jaren zijn ontzorgingsconcepten (zoals een klantreis) voor gebouweigenaren nodig, die beschikbaar zijn tegen een betere prijs-kwaliteitsverhouding dan huidige opties. De kwaliteit kan toenemen door de klantreis te vertalen naar individuele invulling en uitvoering (bijvoorbeeld op basis



van specifieke doelgroepen of klantsegmenten). Ook is het belangrijk om voorgeselecteerde verduurzamingsmaatregelen te integreren in het bouwkundig advies of het hypotheekadvies, zodat eigenaren die niet direct zelf zouden verduurzamen wellicht ook maatregelen treffen. Ondersteuning kan komen van *one-stop shops*, waar mensen hun woning of gebouw kunnen inzien en concepten kunnen uitproberen.

Op gang brengen van een wijkreis

- Om grootschalige verduurzaming van woningen en gebouwen te realiseren kijken we verder dan de woning of het gebouw. De dynamiek in de wijk kan immers bijdragen aan een versnelling van energierenovaties. Daarom is het belangrijk synergie in buurten te zoeken. Dit kan door de vraagzijde van het renovaties te stimuleren via vraagbundeling op blok- en wijkniveau. Ook zijn nieuwe methoden van inspraak en participatie nodig, zodat een buurttransformatie op gang kan worden gebracht.

Nieuwe vormen van eigenaarschap en financiering

- Het aantal gebouwrenovaties kan worden versneld door nieuwe vormen van eigenaarschap en financiering aan te bieden. Zo zijn er oplossingen nodig die bijdragen aan de betaalbaarheid en financierbaarheid van renovaties (bv. ESCo's, collectieve financiering). Vaak hoort daar ook een andere eigenaarschapsstructuur bij. Naast financiering via prestatiecontracten (zoals ESCo's), is er ook behoefte aan gemakkelijk toegankelijke woonlastenneutrale financiering. Idealiter ontwikkelen *service providers* nieuwe proposities in samenwerking met financiële instellingen (banken, verzekeraars, SVn, hypotheekverstekkers en -adviseurs) en regionale overheden.

De uitdaging is om met slimme technologie en processen betaalbare producten te realiseren die nauw aansluiten bij behoeften van gebruikers en bewoners.

Uitwerken van sectoroverstijgende verdienmodellen

- Ook is er behoefte aan nieuwe verdienmodellen die sectoren met elkaar integreren en oplossingen bieden voor onder meer efficiëntieverbeteringen en *split incentives*. Voor de hand liggende voorbeelden zijn het gebruik van accu's uit de mobiliteitssector voor opslag van energie of slimme lantaarnpalen. De crux is dat de conceptontwikkelaar sectoroverstijgende samenwerking zoekt. Dat gaat niet alleen om het bedenken hoe het concept zou kunnen werken, maar ook om het uitwerken van de samenwerkingscontracten met derde partijen (zoals vervoersorganisaties en softwarebedrijven). Deze aanpak leidt tot een betere waarde voor verschillende klantgroepen en maakt duurzame renovaties voor klanten mogelijk zelfs gratis.



3 Doorsnijdende Thema's

3.1 Human Capital

Om de energietransitie in de gebouwde omgeving te laten slagen, is het essentieel dat er voldoende en goed opgeleide mensen beschikbaar zijn. Via de Human Capital Agenda (HCA) spant de Topsector Energie zich in voor de kwaliteit, gelijkwaardigheid en toegankelijkheid van scholing. Voor MMIP 3 is de Human Capital Agenda in het bijzonder van belang door het huidige tekort aan geschoold personeel in de bouw en het veranderen van bouwwerkzaamheden door industrialisatie en digitalisering van de bouwketen. Gat in kennis en knowhow zijn een potentiële bottleneck voor opschaling en versnelling van energetische renovaties.

Het onderwijs kan op twee manieren aansluiten bij de ambities en de uitvoering van het MMIP. Allereerst zijn onderwijsinstellingen betrokken bij het ontwikkelen van relevante kennis en kunde (*competentieontwikkeling*). Via lectoraten en practoraten kunnen innovatieopgaven worden vertaald naar scholing van studenten en werkenden. Door het curriculum actueel te houden draagt het onderwijs bij aan het opbouwen van de benodigde vaardigheden. Daarnaast is het onderwijs behulpzaam bij de verspreiding van kennis en kunde (*innovatieverspreiding*). Als kennis en kunde slechts in kleine kring beschikbaar blijft, zal de grootschalige verspreiding van innovaties moeizaam verlopen. Onderwijsinstellingen en studenten kunnen innovatievraagstukken oppakken door onderzoek en door (in hybride leeromgevingen) te experimenteren met innovatieoplossingen.

De overheid werkt via de 'Intentieverklaring arbeidsmarkt en scholing bij wijkgerichte aanpak' en het programma 'De Uitdaging' samen met het bedrijfsleven, onderwijs en woningcorporaties aan het oplossen van

Het opleiden van mensen en het leren van ervaringen vormen de drijvende kracht achter van innovaties.

kwantitatieve en kwalitatieve tekorten in personeel. Ook slaan talloze *learning communities* (LC's) actief een brug tussen innovatie en onderwijs. LC's zijn samenwerkingsverbanden van onderwijsinstellingen, kennisinstellingen en bedrijven (zoals *field labs* en *living labs*) die werken aan innovatiegedreven oplossingen. LC's zijn een belangrijke schakel in het opbouwen en verspreiden van kennis en kunde; de deelnemers zijn in projecten bezig met het ontwikkelen van capaciteiten (leren), met de opbouw van kennis in de praktijk (werken) en met de implementatie van vernieuwende oplossingen (innovatie). Binnen MMIP 3 zijn dergelijke *learning communities* al gevormd bij het hbo (via *centres of expertise*) en het mbo (via centra voor creatief vakmanschap). Zo is het Nationaal Lectoratenplatform Urban Energy bezig om opleidingen te verbinden met energie-innovaties en werkt het expertisecentrum Human Capital for Building Technology (met OTIB en TechniekNL) aan de opleiding van technische dienstverleners voor gebouwtechnologie.



Speerpunten voor competentieontwikkeling

Vanuit MMIP 3 kan een aantal speerpunten voor onderwijsinstellingen en *learning communities* geformuleerd worden. Door de industrialisatie en digitalisering van het renovatieproces zijn medewerkers met nieuwe vaardigheden nodig. Opleidingen in de bouw- en installatietechniek kunnen daarop inspelen door meer de nadruk te leggen op procestechiek en digitalisering (robotica, besturingstechniek en *augmented reality*).

Omdat de bouw- en installatiesector in de toekomst waarschijnlijk veel meer integreren, zullen opleidingen moeten zorgen dat toekomstige medewerkers kunnen samenwerken met en tussen verschillende disciplines. Dit kan onder andere door binnen opleidingen aandacht te besteden aan zowel installatie- als bouwtechniek.

Daarnaast wordt de interactie met de bewoner of gebruiker van het pand belangrijker. Om de benodigde aantallen te halen zullen renovatiewerkzaamheden steeds vaker in bewoonde staat plaatsvinden. Dit vraagt goede sociale vaardigheden van uitvoerend personeel en bijvoorbeeld de vaardigheid om de werking van installaties op een goede manier uit te leggen.

Tot slot is het van belang dat vanuit het onderwijs oplossingen worden gevonden om naast het opleiden van nieuwe mensen voor de bouw- en installatiebranche ook de bijscholing van bestaande medewerkers in de praktijk vorm krijgt. Hierbij moet ook aandacht zijn voor het verzorgen van het benodigde kennisniveau (en toegang tot de benodigde expertise) van niet-professionals die de verduurzaming van hun eigen pand ter hand nemen.

3.2 Digitalisering

Door de ambitieuze klimaatdoelstellingen moet er vaart gezet worden achter het verduurzamen van woningen en utiliteitsgebouwen door renovatie. In meerdere innovatieprojecten wordt benoemd dat digitalisering een belangrijke rol gaat spelen in het creëren van de juiste schaalgrootte van renovaties. Digitalisering speelt een belangrijke rol in bijna de gehele bouw- of renovatieketen, gezien (digitale) modellen in bijna elke fase gebruikt worden. Door het gebruik van digitale hulpmiddelen kunnen vraag en aanbod beter matchen, kunnen renovatieconcepten sneller ontworpen worden, kunnen verschillende scenario's doorgerekend worden, betere beslissingen gemaakt worden en daarmee faalkosten voorkomen worden.

Voornameijk het gebruik van *Big data*, *Artificial Intelligence (AI)* en *machine-learning* worden als belangrijke tools genoemd, bijvoorbeeld bij het inmeten van gebouwen of het afstellen van gebouwbeheersystemen. Hierbij is veel verbetering te boeken bij het standaardiseren en uitwisselen van bestaande digitale gegevens en modellen. De bouw- en renovatiewereld is namelijk versnipperd, wat er voor heeft gezorgd dat veel digitale oplossingen op verschillende manieren worden ingezet bij verschillende bedrijven (en soms zelfs binnen bedrijven).

Voor verschillende fases in het proces zijn verschillende modellen en ook verschillende data nodig. De systemen van data en modellen zijn vaak onvoldoende op elkaar



afgesteld waardoor veel tijd in het uitwisselen van de benodigde data gaat zitten en faalkosten toenemen. Hoewel BIM hier al het nodige in betekent heeft in de nieuwbouw wordt ook BIM nog te vaak op verschillende manieren gebruikt. Verder worden er op basis van BIM ook steeds uitgebreidere modellen gemaakt die elk aspect van het gebouw meenemen, de zogeheten 'Digital Twins', die een bijdrage kunnen leveren niet allen in de ontwerpfase, maar ook in het beheer. Om 'Digital Twins' goed tot hun recht laten komen is het cruciaal dat alle data omtrent een gebouw beschikbaar is, een eenduidige vorm heeft en goed bijgehouden wordt. Hierbij is efficiënte datadeling noodzakelijk. Hiervoor zijn niet alleen standaarden nodig, maar ook een laagdrempelig systeem om data beschikbaar te maken aan andere partijen of data op te halen bij andere partijen.

Daarnaast kan digitalisering helpen bij een "contingenten aanpak" Met deze aanpak kunnen vraag en aanbod beter op elkaar afgestemd worden, wat, zoals eerder beschreven. Voor particuliere eigenaren/bewoners kan het Landelijk Digitaal Platform helpen om vraag en aanbod van energierenovaties te matchen.

De benodigde ontwikkelingen op het gebied van digitalisering worden met name vormgegeven onder het deelprogramma 3.2 Industrialisatie en digitalisering (subthema 3.2.2).

3.3 Maatschappelijk Verantwoord Innoveren

Vanuit het oogpunt van Maatschappelijk Verantwoord Innoveren worden vier sociale uitdagingen gezien die van belang zijn voor de energietransitie:

- 1) De governance uitdaging: wat is er aan het veranderen als het gaat om hoe we met elkaar besluiten nemen? Hoe beïnvloedt dat de ervaren afstemmingsproblematiek tussen overheidslagen en tussen overheid en bedrijfsleven?
- 2) De communicatie uitdaging: hoe maken we duidelijk dat het urgent is om in actie te komen en dat we iedereen nodig hebben - dat we het samen moeten doen?
- 3) Prikkels: waarom hebben we zo'n sterke focus alleen op financiële prikkels? Wat is nog meer mogelijk en nodig om mensen in beweging te brengen?
- 4) De financieringsuitdaging: hoe krijgen we de energietransitie gefinancierd zonder de sociale ongelijkheid te vergroten?

Het programma MVI Energie stimuleert energie-innovatieprojecten die vroegtijdig de verbinding leggen tussen mens, samenleving en de natuurlijke omgeving. Oftewel, de energie-innovatie wordt gezien in een bredere context en gekoppeld aan een bredere maatschappelijke opgave. Concrete doelstelling van het MVI Energieprogramma is om in de praktijk uit te vinden en te leren hoe men vroegtijdig en op een goede manier de verbinding met mens, samenleving en natuurlijke omgeving kan realiseren en de slagingskansen van energie-innovatieprojecten kan vergroten.

MVI Energie werkt nauw samen met de diverse Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van de Topsector Energie en in groeiende mate ook met TKI's van andere topsectoren, in het identificeren van energie-innovatie uitdagingen, die bij uitstek vragen om deze vroegtijdige koppeling van doelstellingen, naar een bredere algehele



opgave, waar energie-innovatie een onderdeel van is. Dit alles met als doel het vergroten van de realiseerbaarheid van energie-innovaties.

Als laatste draagt TKI Urban Energy bij aan de consortiumvorming rondom NWO-calls met MVI thema's. De NWO calls worden mede vormgegeven aan de hand van de MMIP's.

3.4 Circulariteit

Het verlagen van de milieu-impact is een belangrijk criterium voor de renovatieconcepten. Met de bepalingsmethode MPG kan de milieu-impact van nieuwbouw worden bepaald. Ook voor renovatie is de MPG als een KPI voor de uitvoering van MMIP 3 geschikt. Ook kunnen subsidieaanvragen worden beoordeeld op de mate van demontage en op de mate van circulariteit van het bouwproces. Voor renovatie wordt in dit MMIP ingezet op een aantal principes:

Keuze van materialen

De milieu-impact van toegevoegde materialen moet zo klein mogelijk zijn (of in ieder geval in verhouding staan tot de gerealiseerde impact op energiegebied). Afval wordt tijdens het productieproces zoveel mogelijk beperkt.

Minimalisering van de restmaterialen bij het einde van de functionele levensduur

Tijdens het ontwerpproces moet er aandacht zijn voor hergebruik na de levensduur (*design for disassembly*). Dit kan door geen samengestelde materialen te gebruiken die aan het einde van de levensduur (vanwege lijmen, kitten of schuimen) niet meer kunnen worden hergebruikt.

Verlengen van de levensduur

Het is belangrijk om de levensduur van gebouwen te verlengen; zowel de levensduur van materialen als de aanpasbaarheid en flexibiliteit van een gebouw.

Optimaal hergebruik van materialen en componenten

De materialen die bij het renovatieproces uit de gebouwen worden verwijderd, moeten zoveel mogelijk worden hergebruikt. Dit kan door aanwezige gebouwelementen zoveel mogelijk te behouden en materialen of (gerecyclede) producten van elders te gebruiken.

Het reduceren van het grondstoffengebruik in de bouwketen zet een grote stap op weg naar de noodzakelijke verduurzaming van onze gehele maatschappij.

Organisatie van de bouwketen

In hoeverre draagt het concept bij aan het circulair maken van de organisatie van de bouwketen? Denk hierbij aan samenwerkingsvormen om de circulaire ontwerp- en bouwprincipes aan het begin van de keten in het bouwproces op te nemen en aan andere businessmodellen zoals *product as a service*.



3.5 Veiligheid

Het Nederlandse energiesysteem kent een hoge standaard op het gebied van veiligheid en betrouwbaarheid. (Brand)veiligheid is daarom een van de doorsnijdende thema's van de Topsector Energie. Voor MMIP 3 is dit doorsnijdende thema vooral van toepassing bij BIPV(T) en brandwerende isolatiematerialen.

Kennisontwikkeling is nog nodig bij de ontwikkeling van BIPV(T) en integrale prefab renovatieconcepten. Hierbij valt te denken aan het begrijpen van faalmechanismen, normalisatie van kwaliteitscontrole en foutdetectie, en het realiseren van intrinsieke veiligheid door het gebruik van brandwerende dakisolatie. Met name bij geïndustrialiseerde renovatieconcepten, waarbij integrale oplossingen voor stroomopwek, verwarming, ventilatie, en energieopslag een rol speelt is dit van belang. Voor nieuwe isolatiematerialen is de brandklasse van het isolatiemateriaal van belang. De brandklasse varieert van A1: onbrandbaar tot aan F: niet getest en E: voldoet niet.

Vooralsnog is brandveiligheid in de praktijk nog geen bottleneck voor innovaties op het gebied van BIPV(T) en isolatie, maar het is belangrijk dat (brand)veiligheid van nieuwe renovatieconcepten gewaarborgd blijft.

Naast brandveiligheid spelen ook privacy en cybersecurity een rol binnen dit MMIP. Binnen de renovatiesector ligt de nadruk op de materiële werkelijkheid, maar digitalisering gaat een steeds grotere rol spelen in de bouwsector in het algemeen. Daarbij komen ook steeds meer risico's op het gebied van cyberecurity. In het renovatieproces wordt allerlei waardevolle digitale informatie opgeslagen die een risico vormen voor datalekken. Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat is voor dergelijke zaken ook het [Digital Trust Center](#) gestart.



4 Opzet van het Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma (MMIP 3)

4.1 Meerjarige missiegedreven aanpak

De Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's (MMIP's) en daaruit voortvloeiende innovaties zijn een middel om de opgaven uit het Klimaatakkoord en de geformuleerde missies op termijn te realiseren. Missiegedreven innovatiebeleid richt zich op het aanpakken van maatschappelijke uitdagingen en het benutten van de economische kansen die deze met zich meebrengen. In dit programma worden kennis- en innovatievraagstukken benoemd, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen ontwikkeling in drie verschillende fases, die corresponderen met verschillende *technology readiness levels* (TRL's):

- 1 Onderzoek (TRL 1-4)
- 2 Ontwikkeling (TRL 4-7)
- 3 Demonstratie en implementatie (TRL 7-9)

Om de (tussen)doelen uit het Klimaatakkoord voor 2030 te realiseren, moeten de innovaties vooral voortborduren op oplossingen die al voorbij de laagste TRL's zijn. Ook is het belangrijk om een noodzakelijke basis te leggen voor de missie voor 2050 (een CO₂-vrije gebouwde omgeving) door te werken aan kennis en innovaties op lagere TRL-niveaus. De verschillende kennis- en innovatievraagstukken zijn gekozen vanwege hun beoogde impact op het bereiken van de missie. Het programma laat ook ruimte voor disruptieve ontwikkelingen en onderzoek naar het potentiële effect van nieuwe ontwikkelingen waarvan de impact nog onbekend is. Daarnaast is er een aantal niet-technologische thema's waar ontwikkeling nodig is. Deze doorsnijdende thema's zijn niet te vatten in een TRL-fase. Een overzicht van de ontwikkelfases (TRL-niveaus) per deelprogramma is weergegeven in Bijlage 4.

De noodzakelijke versnelling van de renovatie van de gebouwde omgeving vraagt een sterkere nadruk op de doorontwikkeling van schaalbare verduurzamingsoplossingen, door middel van digitalisering en industrialisering van het gehele proces, maar ook door het ontwikkelen vanuit de vraagkant en het bewonersperspectief – zoals in dit MMIP is beschreven. Zonder deze versnelling zal de markt zich niet kunnen ontwikkelen en een belemmering vormen voor het slagen van andere MMIP's in de gebouwde omgeving (MMIP 4 en 5).



4.2 Instrumenten en financiering

Het MMIP is geen subsidieregeling en heeft geen eigen budget. Verschillende subsidieregelingen leveren gezamenlijk een bijdrage aan het MMIP door innovaties in een deel van de innovatieketen een stapje verder te helpen. Om de missie van dit MMIP te realiseren, wordt gebruik gemaakt van een breed scala aan instrumenten en activiteiten, namelijk:

Financiële middelen en instrumenten voor consortia en MKB innovatoren;
Kennisdeling; door middel van o.a. kennisdossiers, whitepapers en evenementen
Deelnemen en initiëren van overlegstructuren op het vlak van normering, certificering en standaarden;
Signaleren en analyseren van belemmeringen en knelpunten qua wet- en regelgeving.

Fundamenteel en toegepast onderzoek vragen een gebalanceerde combinatie van publieke en private financiering en een geschikt stimulerings-instrumentarium.

Daarbij hoort ook een gebalanceerde inzet van financiële middelen over de gehele innovatieketen, van funderend en toegepast onderzoek tot pilots en demo's.

De volgende instrumenten zijn met name relevant zijn voor het bereiken van de missie²²:

- 1 Onderzoeken (TRL 1-4): Kennis- en Innovatieconvenant (KIC), Open competitie middelen NWO, PPS-fonds en de Nationale Wetenschapsagenda (NWA). Deze instrumenten richten zich met name op fundamenteel onderzoek en industrieel onderzoek. Voor investeringen die benodigd zijn voor onderzoek is het instrument Investerings NWO-Groot relevant.
- 2 Ontwikkelen (TRL 4-7): 'Vrije' middelen van TNO (SMO middelen), de MOOI-regeling, de Urban Energy-subsidieregeling van de Topsector Energie, de Hernieuwbare Energietransitie (HER+) en het PPS-toeslag instrument. Deze instrumenten richten zich met name op industrieel onderzoek, experimentele ontwikkeling en het uitvoeren van pilots.
- 3 Demonstreren en implementeren (TRL 7-9): Hernieuwbare Energietransitie (HER+), diverse categorieën van de Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+). Deze instrumenten richten zich met name op experimentele ontwikkeling en het uitvoeren van pilots en demonstratieprojecten.

De instrumenten vallen onder auspiciën van verschillende organisaties (het ministerie van EZK, RVO, TKI, TNO en NWO).

Huidige budgetten (2020)

Onderstaande tabel toont een overzicht van het huidige publieke budget, met een totaal van € 124 miljoen dat definitief is ingezet ten behoeve van MMIP 2 tot en met 5.

²² Sommige instrumenten richten zich op een breder domein dan alleen de gebouwde omgeving of zelfs de energiesector.



Het budget is uitgesplitst naar verschillende instrumenten en TRL-niveaus en is (uitgedrukt in miljoenen euro's). Een aantal projecten dat is ingediend in 2020 is nog niet definitief beschikt, waardoor dit bedrag van €124 miljoen niet het volledige beschikte subsidiebedrag betreft van € 124 miljoen dat definitief is ingezet ten behoeve van MMIP 2 tot en met 5. Het budget is uitgesplitst naar verschillende instrumenten en TRL-niveaus en is (uitgedrukt in miljoenen euro's). Een aantal projecten dat is ingediend in 2020 is nog niet definitief beschikt, waardoor dit bedrag van €124 miljoen niet het volledige beschikte subsidiebedrag betreft.

GO 2020 (publiek) (per jaar)	NWO*	TNO	Topsector Energie (RVO, TKI Urban Energy)								TOTAAL
	Diversen	Diversen	MOOI	PPS	TSE GO	DEI+ energie-innovatie en efficiëntie	DEI+ flex	DEI+ ruimte	DEI+ aardgasloos	HER	
TRL 1-4	14,0										14,0
TRL 4-7		13,3	63,4	2,2	2,9					1,7	83,5
TRL 7-9						13,3	8,7	0,5	3,6	0,0	26,1
	14,0	13,3	63,4	2,2	2,9	13,3	8,7	0,5	3,6	1,7	123,6

De inschatting van NWO-middelen is een gebaseerd op de middelen die in vorige KICs beschikbaar waren en die in voorgaande jaren zijn ingezet voor projecten op het GO-domein. Beschikbare middelen bestaan o.a. uit NWA (108 miljoen in 2019), KIC (100 miljoen in 2019), open competitie (127 miljoen), Zwaartekracht (115 miljoen voor 2018-2019).

Rekening houdend met verschillende maximum subsidiepercentages en private cofinancieringseisen, is een schatting gemaakt van de jaarlijkse totale projectomvang voor het 'Urban Energy' domein in 2020 (inclusief de ontwikkeling van zonne-energie, maar exclusief windenergie). Deze bedraagt ongeveer €244 miljoen in totaal.

GO 2020 (totaal) (per jaar)	NWO	TNO	Topsector Energie (RVO, TKI Urban Energy)								TOTAAL
	Diversen	Diversen	MOOI	PPS	TSE GO	DEI+ energie-innovatie en efficiëntie	DEI+ flex	DEI+ ruimte	DEI+ aardgasloos	HER	
TRL 1-4	14,0										14,0
TRL 4-7		14,5	100,0	3,3	4,4					3,4	125,6
TRL 7-9						53,2	34,8	2,0	14,4	0,0	104,4
	14,0	14,5	100,0	3,3	4,4	53,2	34,8	2,0	14,4	3,4	244,0

Publiek / privaat: DEI+: 25%/75%, HER: 50%/50%, PPS en TSE GO: 66%/33%, TNO: 90% /10%, NWO: 100% publiek



Europese en regionale budgetten (zoals Horizon 2020, ERA-net, INTERREG) en de MIT-regeling zijn in deze opzet buiten beschouwing gelaten, maar dragen vanzelfsprekend ook bij aan de missie van de MMIP's. Het is wenselijk om het organiserend vermogen van de verschillende MMIP's ook op deze instrumenten te richten.

Beschikbare budgetten (2021-2024)

In de tweede helft het jaar wordt de allocatie van publieke middelen aan de innovatieprogramma's vastgesteld voor het daaropvolgende jaar, op basis van de ambities die in het Klimaatakkoord en de daarvan afgeleide IKIA zijn geformuleerd. De allocatie wordt vastgelegd in het Kennis- en Innovatie Convenant (KIC). De middelen worden ingezet voor onderzoek, innovatieontwikkeling en pilots en demonstraties. Hierbij wordt rekening gehouden met de toegenomen investeringsbereidheid van marktpartijen.

Nauw betrokkenen bij de MMIP's hebben jaarlijks de beschikking over een 'eigen' onderzoeksbudget. Door middel van korte studies of onderzoeken kunnen ze snel en gericht ondersteuning bieden aan de programmavoorstellen die door marktpartijen worden ingediend.

Er wordt ook instrumentarium ontwikkeld om de energietransitie te versnellen en de marktvaart te stimuleren. Denk bijvoorbeeld aan de 'Startmotor' of de Renovatieversneller waarin corporatiebezit gebundeld wordt aangeboden aan marktpartijen. Een ander voorbeeld is het door TKI Urban Energy en CLICKNL geïnitieerde programma Uptempo!, waarin op gestructureerde wijze aanbiedende en vragende partijen met elkaar worden verbonden. De ervaringen die in dit programma worden opgedaan zullen vervolgens in het proces van opschaling van de energietransitie worden ingezet.

Het is de bedoeling dat de innovatieagenda's van NWO en TNO waar mogelijk op elkaar worden afgestemd ten behoeve van impactverhoging.

Benodigd budget voor bereiken versnelling (2022-2025)

Om de doelen van het MMIP te bereiken is een goede synergie nodig tussen de verschillende subsidie-instrumenten. Voor het realiseren van de (tussen)doelen voor 2030 uit het Klimaatakkoord zullen vooral de kennis en innovaties benut moeten worden die al voorbij de laagste TRL's zijn. We zien dat in 2020 bij een aantal subsidieregelingen de beschikbare budgetten zijn overvraagd.

- In februari 2020 opende de MOOI-regeling waarbij €27 mln subsidie beschikbaar werd gesteld voor de gebouwde omgeving en €10,9 mln subsidie beschikbaar werd gesteld voor hernieuwbare elektriciteit op land. Op Prinsjesdag 2020 werd bekend dat het budget voor de gebouwde omgeving verruimd werd tot €57 mln. Uiteindelijk zijn er 87 vooraanmeldingen geweest voor de MOOI regeling en hebben 40 consortia een definitieve subsidieaanvraag ingediend. Hiervan zijn 16 projecten gehonoreerd. Daarnaast waren er vier projecten met een positieve beoordeling, maar deze vier projecten zijn afgewezen op basis van beschikbaar



budget. Grofweg had er dus 25% extra subsidie aan innovatieprojecten besteed kunnen worden, die significant hadden bijgedragen aan missie B.

- Voor de TSE GO was een bedrag van €2,7 mln beschikbaar, waarvoor er 10 projecten zijn gehonoreerd. Er waren 32 aanmeldingen die voor €10,4 mln hebben ingediend.
- Voor de PPS-toeslag 2020 zijn 14 projecten gehonoreerd die niet-concurrerend hebben ingediend. Vanaf 2021 worden alle PPS-voorstellen in concurrentie ingediend. Dit heeft in PPS-toeslag 2021 ertoe geleid dat 28 voorstellen zijn ingediend met een gemiddeld budget van €310.000, terwijl het beschikbare budget €3,6 mln is voor 2021. Dit betekent dat 11 á 12 voorstellen gehonoreerd kunnen worden.

In 2021 zal minder innovatiebudget beschikbaar zijn dan in 2020. In 2022 is juist weer een hoger beschikbaar innovatiebudget te verwachten, mits de MOOI-regeling en TSE GO doorgaan zoals verwacht. Daarmee is het jaarlijks beschikbare subsidiebudget sterk fluctuerend voor indieners, wat kan leiden tot vertraging voor het beschikbaar komen van innovatieve oplossingen in de markt. Met name het ontbreken van de TSE GO in 2021 zorgt voor een gebrek aan stimulering voor gerichte innovatie door mkb. Daarnaast zien we met de MOOI regeling dat de nadruk van de innovatieregelingen meer richting de hogere TRL's is opgeschoven. Dit veroorzaakt in de praktijk een gat tussen beschikbare budgetten tussen innovatieprojecten in de lagere TRL's en innovatieprojecten in de hogere TRL's. Dit werkt remmend voor de doorontwikkeling van innovaties die vanuit de meer fundamentele onderzoeksprojecten gestart zijn.

Dit pleit ervoor om elk jaar de MOOI en TSE GO regelingen open te stellen voor innovatieve consortia. Hiermee kunnen onderzoekers en bedrijven meer gelijkmatig werken aan innovaties wat ook de snelheid van de ontwikkeling ten goede zal komen.

4.3 Monitoring en evaluatie

Het ontwikkelen van innovaties is geen lineair proces. Het is nodig om te toetsen of ontwikkelde oplossingen afdoende beantwoorden aan het bereiken van de missie. Bovendien kunnen ontwikkelde innovaties tegelijkertijd weer leiden tot nieuwe uitdagingen. Daarnaast speelt wet- en regelgeving een rol; deze bepalen de richting en snelheid waarmee oplossingen worden ontwikkeld. Door kaders aan te passen of juist gelijk te houden, kan de behoefte aan bepaalde oplossingen veranderen.

Monitoring en effectmeting zijn voor het welslagen van het missiegedreven innovatiebeleid van groot belang. We zullen communiceren hoe men de effecten meet en doelen denkt te realiseren, zodat consortia hier in de uitvoering rekening mee kunnen houden. Door het dynamische karakter van het MMIP zal er behoefte zijn aan herijking en bijstelling van het programma. Hierbij is een balans nodig tussen langjarig commitment en flexibele bijsturing. Lessen vanuit innoverende consortia, onderzoek naar de effectiviteit van de ontwikkelde innovaties, ontwikkelingen in de markt en (mogelijke) aanpassing van belemmerende wet- en regelgeving zullen de ingrediënten aanreiken voor dit iteratieve proces.

Per deelprogramma worden de belangrijkste innovatiethema's beschreven en Key Performance Indicators (KPI's) bepaald. Deze KPI's, afgeleid van de missies uit



het klimaatakkoord en de daaruit afgeleide missies voor dit MMIP, vormen de basis om periodiek een deelprogramma te evalueren en de voortgang te monitoren. Speciaal hiervoor wordt een Innovatie Monitoring Unit opgericht die de hiervoor benodigde tools en methodieken ontwikkelt zodat de voortgang onafhankelijk kan worden getoetst. Deze Monitoring Unit voert de toetsing ook daadwerkelijk uit en doet aanbevelingen om de uitvoering van het MMIP te verbeteren. Implementatie van de aanbevelingen is aan het team dat verantwoordelijk is voor het MMIP-programmamangement.

Het is belangrijk om te nauw samen te werken en te leren van ervaringen in Nederland en het buitenland. Daarom zullen in Nederland in ruimte mate proeftuinen en fieldlabs moeten worden opgezet, waar innovatieve renovatieconcepten in praktijkomstandigheden worden onderzocht en beproefd. Een voorbeeld van een succesvol *fieldlab* in Nederland is The Green Village in Delft. Daarnaast moet er een nationaal monitoringsprogramma worden opgezet waarin data uit ontwikkelprojecten, proefprojecten, fieldlabs, pilot- en demo-projecten en ook uit commerciële projecten centraal worden verzameld en geanalyseerd. Zo kunnen we optimaal leren van alle ontwikkelingen en implementaties. De opzet van een dergelijk programma is essentieel om de gewenste versnelling in kennisontwikkeling en implementatie in Nederland te kunnen bereiken.

4.4 Valorisatie, marktcreatie en wettelijke kaders

4.4.1 Valorisatie en marktcreatie

Vanwege het missiegedreven karakter van dit MMIP is het van belang om ook aandacht te besteden aan valorisatie (aanbodstimulering) en marktcreatie (vraagstimulering). Missies worden immers pas gerealiseerd als innovaties toegepast worden, want dan ontstaat economische en maatschappelijke waarde. Voor valorisatie worden vier sporen geïdentificeerd: het stimuleren van startups, het ontwikkelen van kennis richting marktintroductie (testen, demonstreren, valideren, implementeren), het verspreiden van nieuwe kennis en de ontwikkeling van menselijk kapitaal. Voor marktcreatie worden ook vier sporen voorgesteld: het aankoopbeleid van de overheid, financiële en fiscale prikkels, regelgeving en normering en gedragsbeïnvloeding.

Qua valorisatie wordt voortgebouwd op activiteiten die reeds lopen in de topsectoren. TKI's zullen blijvend kennisverspreiding blijven organiseren. Voor een versnelling op het gebied van valorisatie zal de Topsector Energie ook meer aandacht geven aan private financieringsmogelijkheden om bedrijven in staat te stellen om meer en sneller te innoveren.

Binnen de verschillende instrumenten wordt gezocht naar consortia die expliciet aandacht hebben voor relevante ontwikkelingen in de markt en veranderingen van wettelijke kaders. Ook worden projecten aangemoedigd onder de regeling 'experimenten elektriciteitswet', waardoor ook buiten de bestaande kaders geïnnoveerd kan worden. Van grotere consortia en voorstellen, met name bij de MOOI-regeling, wordt verwacht dat zij een transitiepad schetsen voor verdere uitrol van hun resultaten, met aandacht voor markt en wettelijke kaders. Projectvoorstellen moeten inzichtelijk en aannemelijk maken hoe hun oplossingen bijdragen aan het bereiken van de MMIP-missies.

Consortia die actief zijn binnen dit MMIP worden tevens betrokken bij het signaleren en analyseren van belemmeringen en knelpunten qua wet- en regelgeving. Daarmee organiseren we structurele input waarmee we aansluiting zoeken bij de verschillende



gremia die zich richten op (het maken van voorstellen voor) de aanpassing van wettelijke kaders. Er wordt gestreefd naar een actieve dialoog met de ministeries van EZK, BZK en I&W om oplossingen te vinden om deze belemmeringen en knelpunten weg te nemen.

Voor het stimuleren van de markt voor gebouwen met een goede energieprestatie, is het van belang om de regelgeving doorlopend, voorspelbaar en consistent, aan te scherpen en te handhaven. Denk daarbij aan een jaarlijkse aanscherping van het BENG-beleid voor nieuwbouw en de regelgeving voor energieprestatie verbeterende renovaties. Dit zal voor verdere innovatie en kostprijdsdaling van innovatieve renovatieconcepten zorgen. Verdieping van het onderzoek naar de effectiviteit van deze regelgeving is noodzakelijk om de vereiste snelheid en volume te kunnen realiseren. Een voorbeeld: Bij commercieel vastgoed met een grootverbruikersaansluiting, speelt het probleem dat het huidige bouwbesluit/ NTA8800/ BENG te weinig prikkels geeft aan gebouweigenaren en bouwpartijen om optimaal gebruik te maken van het potentieel van innovatieve renovatieconcepten. Het is van groot belang om met alle stakeholders goede afspraken te maken hoe deze toepassing optimaal gestimuleerd kan worden. Ook is het belangrijk dat er meer informatie beschikbaar komt over de toepassing van systemen voor de productie van duurzame energie voor investeerders en gebruikers.

4.4.2. Wettelijke kaders

Gemeentes, provincies, waterschappen, etc. werken op dit moment aan Regionale Energie Strategieën (RES). Dit doen zij samen met diverse belangenorganisaties in 30 regio's. De RES is een instrument om gezamenlijk te komen tot keuzes voor de verduurzaming van het energiesysteem in een bepaalde regio en, daaraan gekoppeld, tot een beter beleid en vergunningsprocedures. Om binnen de afzonderlijke RES'en goede keuzes te kunnen maken, is goede, onafhankelijk geverifieerde kennis nodig over de verschillende technische mogelijkheden per type areaal, zoals gebouwen, land, infra en water. Het is daarom belangrijk om gedegen onderzoek te doen naar de verschillende waardecomponenten van deze opties. Denk aan financiële en niet-financiële waarden zoals esthetiek, maatschappelijke acceptatie, effecten op ecologie en biodiversiteit en de te verwachten kosten. Dit type breed opgezette maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA) kan een doorlopende input zijn voor de ontwikkeling of jaarlijkse bijstelling van de RES'en.

De RES'en stellen een Regionale Structuur Warmte (RSW) op per regio, die als input dienen voor de transitievisie warmte van gemeenten. Gemeenten stellen de transitievisie warmte op voor eind 2021, zoals afgesproken in het klimaatakkoord en vastgelegd in de omgevingswet. In de transitievisie warmte wordt per wijk de route uitgestippeld voor een CO₂-neutrale gebouwde omgeving in 2050. Hiermee krijgen gemeentes de regie in de wijkgerichte aanpak.

De besluitvorming voor het afgeven van vergunningen vindt plaats op gemeentelijk en provinciaal niveau. Daar is behoefte aan handvatten en richtlijnen om voor specifieke locaties tot een optimale afweging en vergunningsverlening te komen. Soms zijn er tegenstrijdige kwaliteiten en belangen zoals energiebesparing, beschermd stadsgezicht, natuurwaarde en biodiversiteit. Rondom de vergunningverlening speelt een duidelijk afwegingskader een belangrijke rol. Dit kader zal toepasbaar moeten zijn op specifieke locaties, moet gevuld zijn met recente en objectieve kennis en moet begrijpelijk zijn voor niet-technische gebruikers.



Daarnaast zijn er verschillende richtlijnen en bepalingsmethoden voor de energieprestatie voor gebouwen die richtinggevend zijn voor de investeringen voor gebouweigenaren. Voor Utiliteitsbouw geldt volgens de Europese Energie-Efficiency Richtlijn (EED) dat ondernemingen met 250 fte of meer, óf meer dan € 50 miljoen én een jaarlijkse balanstotaal van meer dan € 43 miljoen moeten voldoen aan de EED Energie-auditplicht. Daarnaast geldt op grond van het activiteitenbesluit milieubeheer dat bedrijven met een jaarlijks energieverbruik van 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m³ aardgas een energiebesparingsplicht door de zogenaamde erkende maatregelen uit te voeren. Voor kantoren geldt de energielabel C plicht in 2023.

Vanaf 2021 is de NTA8800 in gebruik genomen als vervanging voor de NEN 7120 als rekenmethode voor energieprestaties. Zowel voor nieuwbouw als bestaande bouw moeten energieprestaties en energielabels berekend worden met behulp van de nieuwe rekenmethode. Als laatste is het bouwbesluit een belangrijk wettelijk kader om rekening te houden binnen MMIP3. In het bouwbesluit zijn voorschriften voor veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu vastgelegd.

In het Convenant Energiebesparing Huursector, waarvan de afspraken na het afsluiten ervan in 2012 meerdere keren zijn aangepast, is vastgelegd dat woningcorporaties hun woningvoorraad in 2020 naar gemiddeld label B zullen renoveren. Met het vaststellen van de standaard en streefwaarden (deze liggen ter goedkeuring bij de tweede kamer) wordt medio 2021 duidelijkheid verschaft over het gewenste energiegebruik in woningen in 2050. Deze standaard wordt voor woningcorporaties verplicht.



4.5 Standaardisatie, normering, en certificering

Standaardisatie draagt bij aan de impact van innovaties in MMIP3. Binnen dit MMIP wordt voorzien in een integrale aanpak voor standaardisatie ten dienste van onderzoek, ontwikkeling en innovatie. Dit richt zich op alle fasen van innovatie: van projectidee, uitvoering en evaluatie tot disseminatie. Deze samenhang tussen innovatieprojecten en (internationale) standaardisatie is weergegeven in de onderstaande figuur. Oog voor standaardisatie is belangrijk voor projecten binnen dit MMIP.



4.6 Communicatie, leren en disseminatie

Resultaten uit de innovatieprojecten worden actief gedeeld via uitgebreide rapportages, publieke samenvattingen, presentaties tijdens bijeenkomsten, afstemming met en leren van andere MMIP's en meer. Het streven is om interactie tussen verschillende innovatoren op gang te brengen, waarbij de overheid en de markt expliciet worden betrokken om kennis te nemen van de nieuwste ontwikkelingen. Dat geeft een versnelling aan het realiseren, inbedden en vermarkten van de ontwikkelde innovaties.

Qua valorisatie wordt voortgebouwd op de activiteiten die reeds lopen in de Topsectoren (zoals het stimuleren van *start-ups*, kennisverspreiding naar het MKB en human capital). Voor verdere versnelling op het gebied van valorisatie zal vanuit de Topsector Energie meer aandacht worden besteed aan private financieringsmogelijkheden (via een masterclass financiering, een *investors day* en een loketfunctie voor financieringsvraagstukken). Aandacht voor andere financieringsroutes is essentieel om bedrijven in staat te stellen te innoveren. Subsidies kunnen namelijk nooit de volledige financieringsbehoefte van innovatieve bedrijven dekken, doordat niet alle bedrijfsuitgaven subsidiabel zijn en doordat subsidies nooit de volledige gemaakte kosten dekken; er wordt altijd een *in-kind* of *in-cash* bijdrage gevraagd.

4.6.1. Uptempo

Het in 2019 gestarte programma Uptempo! is relevant voor innovaties in de gebouwde omgeving. Dit programma beoogt om de ontwikkelde energieoplossingen uit de innovatieprogramma's te verbinden aan vragende partijen zoals gemeentes, woningcorporaties, gebouweigenaren en particuliere woningeigenaren. Bijkomend voordeel van die vraagbundeling is dat de partijen zo innovatieverspreiding en -opscaling ondersteunen.

Bij het opstellen van programmavoorstellen kan van de volgende informatie over projecten en innovaties gebruik gemaakt worden:

De projectencatalogus²³ voor de verschillende programmalijnen van TKI Urban Energy. TKI Urban Energy biedt een projecten app aan, te downloaden via de App Store of Google Play Store (zoeken op 'TKI Urban Energy'). De app is ook bereikbaar via de projectendatabase²⁴ op de website van TKI Urban Energy. De kennisdossiers²⁵ van TKI Urban Energy.

²³ Zie <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/tki-urban-energy-projecten>

²⁴ Zie <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/tki-urban-energy-projecten>

²⁵ Zie <https://www.topsectorenergie.nl/tki-urban-energy/kennisdossiers>



4.7. Samenwerking in regionale en internationale context

De regio vormt in veel gevallen het startpunt voor innovatie, omdat bedrijven, kennisinstellingen, overheden en burgers juist op regionale schaal met elkaar samenwerken. Zo beschikken provincies en Regionale Ontwikkelmaatschappijen (ROM's) over kennis en instrumenten op het gebied van financiering, business development, cluster- en ecosysteemontwikkeling en (internationale) marktvalidatie. Ook zijn er in de regio's al talloze start-upnetwerken, innovatieclusters en ecosystemen waarbij projecten kunnen aansluiten. Daarom vormt regionale samenwerking een belangrijke basis voor het missiegedreven kennis- en innovatiebeleid.

Er zijn diverse landen waarmee op dit moment relaties bestaan of worden opgebouwd als het gaat om fundamenteel en toegepast onderzoek en productontwikkeling. Belangrijke partners voor kennisinstellingen, bedrijven en overheden binnen Europa zitten onder meer in Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, België, Frankrijk, Noorwegen, Denemarken, Zwitserland en Oostenrijk. Het is vooral belangrijk dat deze samenwerkingsverbanden meer structureel vorm krijgen. Veel internationale congressen zijn technologie-georiënteerd (innovatieve producten). Het zou een buitenkans zijn om de procesmatige kant en industriële aanpak waar MMIP 3 zich op richt daar over het voetlicht te brengen. Er is meer grensoverschrijdende afstemming en kennisindeling nodig, met als doel om wederzijdse meerjarige programma's op te stellen over de ontwikkeling van renovatieconcepten, industrialisatie en digitalisering in de bouw en bijvoorbeeld ook over wederzijds leren over wijkgerichte aanpakken. Ook zouden we gezamenlijk kunnen inzetten op EU-programma's. Er zijn ook veelbelovende samenwerkingsverbanden met partijen buiten Europa die verder uitgebreid kunnen worden, bijvoorbeeld in *Mission Innovation*-verband. Zo zijn er bijvoorbeeld kansen op het gebied van kunstmatige intelligentie. Bij de Verenigde Staten en China zouden we meer kennis kunnen ophalen. Het grootste exportpotentieel van ontwikkelde diensten en producten lijkt vooralsnog in buurlanden te liggen zoals Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en België.



5 Colofon

Aan dit document hebben de volgende mensen meegeschreven:

Daniël van Rijn (RVO.nl), David Benjamin van der Woude (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), Folkert Linnemans (Bouwgroep Dijkstra Draisma), Guus Mulder (TKI Urban Energy), Henk Visscher (TU Delft), Michiel Kirch (TKI Urban Energy) Orin Tjisse Klasen (TKI Urban Energy), Rogier Donkervoort (TNO), Roel Loonen (TU Eindhoven) en Sjoerd Klijn Velderman (Factory Zero).

De volgende mensen hebben aan voorgaande versies bijgedragen:

Bouwe Meijer (TKI Urban Energy), Rogier Groeneveld (TKI Urban Energy), Aart Wijnen (Woonconnect), André Kruithof (Nieman Raadgevende Ingenieurs), Annemarie Costeris (NVDE), Arjan de Haan (Buro de Haan), Casper Tigchelaar (TNO), Emmely de Kruijff (RVB), Ernst Keijzer (UNSense), Esther 't Hoen (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), Freek van 't Ooster (CLICKNL), Gerard de Leede (JADS), Gerard Saleminck (Pioneering), Gerdien de Weger (RVO.nl), Gijs van Wijk (Thuisbaas), Guus Mulder (TNO), Guus van Oudheusden (Rc Panels), Helen Visser (Bouwend Nederland), Hendrik-Jan Weggeman (Emergo), Henk Miedema (TNO), Ivo Opstelten (Stroomversnelling), Jan Hensen (TU-E), Jan Willem van de Groep (Factory Zero), Johan van Bael (Vito), Joram Snijders (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), Klaas Vegter (Stroomversnelling), Lenneke Kok (Hogeschool Utrecht), Leo Warmerdam (Topsector HTSM), Huub Keizers (TNO), Leonie van der Steen (Squarewise), Linda Steg (RUG), Maarten de Vries (TKI Urban Energy), Marjet Rutten (Constructief), Marco Witsche (TechniekNL), Marsha Wagner (Topsector Energie), Nanda Vrielink (Centre of Expertise Smart Sustainable Cities), Niels Hanskamp (VNG), Peter van der Wilt (Consumentenbond), Remco Westerbroek (Webcircles), Remko Zuidema (Briqs), Rik te Raa (TKI Urban Energy), Ronald Rovers (Sustainable Buildings), Rudi Roijackers (ABT), Sabine Roeser (TU Delft), Ruud Derks (BIPV Nederland), Selina Roskam (RVO.nl), Siem Bijman (E-Trias Ingenieurs), Sjoerd Klijn Velderman (Factory Zero), Stan Roestenberg (Bohemen), Teun Bokhoven (TKI Urban Energy), Thijs Bouman (RUG), Tjiss Wilbrink (Topsector Energie), Wendela Waller (TKI Urban Energy) en Wijnand van Hooff (TKI Urban Energy).

Dit MMIP-document is onder verantwoordelijkheid van TKI Urban Energy tot stand gekomen. Bij vragen of over het document of indien een toelichting wordt gevraagd, kan contact worden opgenomen met Guus Mulder (06-52803735, guus@tki-urbanenergy.nl) of Orin Tjisse Klasen (06-81826963), orin@tki-urbanenergy.nl).





TKI URBAN ENERGY

Topsector Energie

TKI Urban Energy

Arthur van Schendelstraat 550D
3511 MH Utrecht

T +31 30 747 00 27

E info@tki-urbanenergy.nl

T www.tki-urbanenergy.nl

