

# **De installateur in de postindustriële stad: Energietransities in Göteborg en Rotterdam**

Eindrapport maart 2025

Erwin van Tuijl, Emiel Rijshouwer, Emma Björner, Jasmin Hofman, Martin de Jong, Peter Knorringa en Sara Brorström



**International Centre  
for Frugal Innovation**  
Leiden-Delft-Erasmus Universities



## 1 Inleiding

In een koud appartement in Rotterdam-Zuid worstelt een alleenstaande moeder met torenhoge energierekeningen. Haar woning is slecht geïsoleerd, en de gasrekening slokt een groot deel van haar budget op. Aan de andere kant van de stad in Hillegersberg legt een installateur de laatste hand aan een warmtepomp, waarmee rijkere inwoners duurzame warmte krijgen. Zonder installatiebedrijven komt de energietransitie simpelweg niet van de grond, maar kunnen zij ook ongelijkheid en energiearmoede bestrijden?

Installateurs zijn de onzichtbare ruggengraat van onze energie- en verwarmingsinfrastructuur. Deze bedrijven installeren, onderhouden en repareren systemen die cruciaal zijn voor een duurzame toekomst. Toch worden ze vaak over het hoofd gezien door beleidsmakers en onderzoekers<sup>1,2</sup>. Dit rapport plaatst installateurs daarom centraal en onderzoekt hoe zij bijdragen aan een rechtvaardige energietransitie, welke uitdagingen ze tegenkomen en welke ondersteuning nodig is om hun impact te vergroten.

Europese brancheorganisaties schatten dat er in 2030 500.000 warmtepomp-<sup>3</sup> zelfs een miljoen zonnepaneelinstallateurs<sup>4</sup> nodig zijn om de EU-doelstellingen voor hernieuwbare energie te halen. Tegelijkertijd kampt de sector met een enorm tekort aan vakmensen en blijft de interactie met beleidsmakers beperkt. Hoe zorgen we ervoor dat installatiebedrijven niet de bottleneck, maar juist de versnellers van de energietransitie worden?

### *Doel en onderzoeksdimensies*

Het onderzoek sluit aan bij bredere debatten over de duale transitie naar een groene en digitale toekomst<sup>5</sup> en de uitdagingen die gepaard gaan met inclusieve (of “rechtvaardige”) energietransities en energiearmoede. Het doel van het project is om meer inzicht te verkrijgen in de rol van installatiebedrijven (‘installateurs’ in het kort) in stedelijke energietransities en de uitdagingen waar zij voor staan. Daarnaast willen we concrete beleidsadviezen geven om installateurs te ondersteunen bij het overwinnen van deze uitdagingen en het versnellen van energietransities. Daartoe onderzoeken we de volgende onderzoeksdimensies. Ten eerste onderzoeken we hoe steden installateurs beïnvloeden, waarbij we een onderscheid maken tussen de stedelijke infrastructuur en voorzieningen en de institutionele context van steden. Ten tweede identificeren we de belangrijkste uitdagingen waarmee installateurs en hun klanten worden geconfronteerd en welke rol ‘frugal innovation’ speelt bij het overwinnen van deze uitdagingen. ‘Frugal innovation’ verwijst naar het vereenvoudigen van producten, diensten en bedrijfsmodellen in omgevingen met beperkte middelen<sup>6</sup>. Ten derde onderzoeken we hoe digitalisering de werkzaamheden van installateurs beïnvloedt. We gebruiken deze dimensies om drijfveren en barrières te identificeren die de werkzaamheden van installateurs en energietransities beïnvloeden.

### *Onderzoeksvragen*

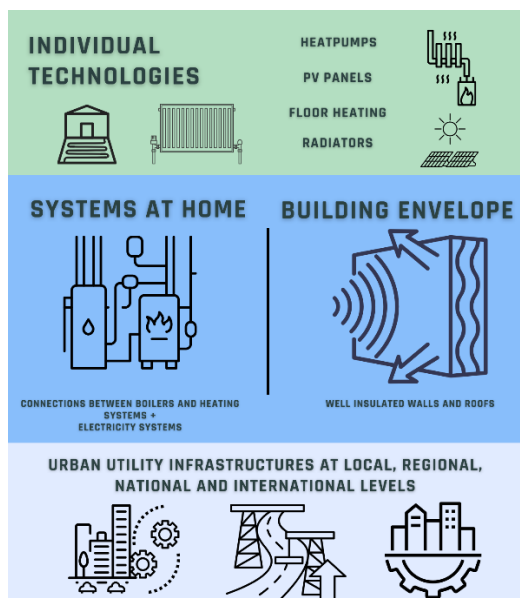
Op basis van deze doelstellingen omvat het project de volgende onderzoeksvragen:

1. Hoe kunnen steden de werkzaamheden van installateurs en energietransities ondersteunen? Hoe beïnvloedt de stedelijke context installateurs? Hoe beïnvloedt de institutionele context installateurs?
2. Wat is de rol van installateurs in energietransities? Wat zijn de belangrijkste uitdagingen voor installateurs en hun klanten?
3. Hoe beïnvloedt digitalisering de werkzaamheden van installateurs en de effecten daarvan op stedelijke energietransities? Wat zijn de drijfveren en barrières van digitalisering?
4. Wat is de rol van ‘frugal innovation’ bij het overwinnen van de uitdagingen van installateurs en hun klanten? Wat zijn de drijfveren en barrières van zuinige innovatie?

### *Methode en focus*

We richten ons op elektriciteits- en verwarmingsinstallateurs die werken in de bestaande woonomgeving. Gebouwen zijn de grootste energieverbruikers in de EU en 75% van de gebouwen heeft een slechte energieprestatie<sup>7</sup>. Daarom is het verbeteren van de energieprestatie (‘energie-retrofitting’) van bestaande gebouwen essentieel om de klimaatdoelstellingen van de EU te halen en energiearmoede en -ongelijkheid te bestrijden. We onderscheiden vier technologielagen waarmee installateurs te maken krijgen als ze ‘energie-retrofitting’diensten aanbieden (zie figuur 1).

*Figuur 1: Technologie lagen*



*Bron: door auteurs*

De studie is gebaseerd op **casestudies** van installateurs in de post-industriële steden **Göteborg** (Zweden) en **Rotterdam** (Nederland). Voor beide steden beperken we onze analyse niet tot de gemeentegrenzen, maar nemen we de grotere regio's van de provincie Zuid-Holland (Rotterdam) en de provincie Västra Götaland (Göteborg) in beschouwing. De studie is

gebaseerd op **57 semi-gestructureerde, diepte-interviews** met installateurs en andere actoren in hun ecosysteem, waaronder fabrikanten, leveranciers van Internet of Things (IoT)-software, groothandelsbedrijven, woningcorporaties, energiebedrijven, overheidsinstanties en andere actoren. We hebben onze interviewgegevens aangevuld met desktop research en een bezoek aan een installateursbeurs in Nederland, een fabrikant van stadsverwarmingsbuizen in Göteborg, en hebben deelgenomen aan twee sessies van de leergemeenschap energietransities Rotterdam. Ten slotte hebben we twee validatiewerkshops georganiseerd: één in Göteborg en één in Rotterdam.

### *Leeswijzer*

Dit rapport volgt de onderzoeksvragen als leidraad en verkent vervolgens mogelijke nieuwe rollen van installateurs in energietransities. Daarna worden beleidsaanbevelingen gepresenteerd, gevolgd door een reflectie op de beperkingen van het onderzoek.

## **2 Hoe kunnen steden installateurs ondersteunen?**

Tabel 1 toont aan dat de twee steden sterk verschillen in de stedelijke context. Göteborg en Rotterdam hebben echter een vergelijkbare bevolkingsgrootte, zijn beide groeiende steden (wat impliceert dat er een groeiende markt is voor installateurs), zien installateurs niet als een belangrijke sector (wat te verklaren is door de heterogeniteit en kleine omvang van installateurs, uitbestedingspraktijken en het feit dat installateurs deel uitmaken van andere sectoren zoals 'bouw' of 'energie') en kampen met toenemende energie-ongelijkheid en een tekort aan installateurs.

De gemeentes Göteborg en Rotterdam delen ook de uitdaging om installateurs te bereiken. De meerderheid van de installateurs zijn kleine bedrijven en opereren onder de radar van beleidsmakers, terwijl de weinige grote installateurs en brancheverenigingen voornamelijk interactie hebben met hogere overheden (nationale overheid en de EU). De twee gemeentes delen ook het bredere duurzaamheidsdoel om een klimaat neutrale stad te realiseren. Dat betekent dat Rotterdam en Göteborg verder gaan dan alleen de verwarmings- en energie-efficiëntie verbeteren en ook streven naar het realiseren van een circulaire economie. Rotterdam doet dit echter in een langzamer tempo en wordt geconfronteerd met de uitfasering van aardgas. Bovendien verschilt de institutionele context sterk, wat invloed heeft op de relaties tussen de gemeentes en installateurs. In Göteborg heeft de gemeente een rechtstreekse interactie met installateurs in de rol van klant. Gemeentelijke woningbouw- en nutsbedrijven bestellen energie-retrofitingsdiensten bij installateurs, maar hebben moeite om klimaatambities te realiseren vanwege de focus op de laagste inkoopprijs. In Rotterdam is de verzorging van nutsbedrijven en sociale woningbouw grotendeels geprivatiseerd. De gemeente speelt een kleinere en indirecte rol in de vorm van ondersteuning van opleidingen en innovatieprojecten voor installateurs, hoewel ze meer voorwaarden kan stellen om installateurs te ondersteunen.

Tabel 1: Contextuele factoren Göteborg and Rotterdam

|                                              | <b>Göteborg</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Rotterdam</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Bevolking</i>                             | <p>631.000 inwoners (gemeente)<br/> Groeiende bevolking tot 700.000 inwoners in 2035<sup>8</sup></p> <p>1,070,935 inwoners (regio) <sup>9</sup></p> <p>1.772.190 inwoners (Västra Götaland County)</p>                                                                            | <p>670.425 inwoners (gemeente)<br/> Groeiende bevolking verwacht tot 733.012 inwoners in 2040.<sup>10</sup></p> <p>2.390.101 (Metropole regio Rotterdam-Den Haag, 2020)<sup>11</sup></p> <p>3.800.000 inwoners (Provincie Zuid-Holland)<sup>12</sup></p>                  |
| <i>Geografie en klimaat</i>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kust- en rivierstad</li> <li>- Heuvelachtig</li> <li>- Meer monocentrisch, met Göteborg als economische en politieke hoofdstad van de provincie Västra Götaland</li> <li>- Baltisch klimaat met koude winters en milde zomers</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kust- en rivierstad</li> <li>- Vlakke vallei</li> <li>- Onderdeel van de polycentrische Randstad-regio</li> <li>- Maritiem klimaat met milde winters en milde zomers</li> </ul>                                                  |
| <i>Economische structuur en arbeidsmarkt</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maritiem</li> <li>• Levenswetenschappen</li> <li>• Cultuur en creatieve industrieën</li> <li>• Automotive, logistiek en mobiliteit</li> <li>• ICT en ruimtevaart</li> </ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maritiem</li> <li>• IT &amp; Technologie</li> <li>• Energie</li> <li>• Levenswetenschappen en gezondheid</li> <li>• Agri-food</li> <li>• Transport &amp; Logistiek</li> <li>• Architectuur</li> <li>• Watermanagement</li> </ul> |
|                                              | Tekort installateurs                                                                                                                                                                                                                                                              | Tekort installateurs                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <i>Sociale balans</i>                        | Energie-onrecht, maar geen -armoede                                                                                                                                                                                                                                               | Energie-armoede en toenemende energie-armoede                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Energie- en warmtenetten en eigendom</i>  | <p>Stadsverwarming sinds 1948; ambitie om te behouden.<br/> 1.350 km lengte; 90% van de appartementen aangesloten.</p>                                                                                                                                                            | <p>Stadsverwarming sinds 1949; ambitie om uit te breiden</p>                                                                                                                                                                                                              |
|                                              | Energie- en warmteopwekking en -distributie door Göteborg Energi – een gemeentelijk bedrijf                                                                                                                                                                                       | <p>Energieopwekking door private bedrijven</p> <p>Energienet beheerd door het publieke bedrijf Stedin</p> <p>Stadswarmte verzorgd door de private bedrijven: Eneco in het noorden van de rivier en Vattenfall in het zuiden</p>                                           |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Woongebouwen en eigendom</i> | Goed geïsoleerde woningen, grotendeels gebouwd binnen het 'Million Housing programme' (1964-1974)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Goed en slecht geïsoleerde woningen, de slechte grotendeels gebouwd in de na-oorlogse periode (1940's-1970): focus op snelheid en lage kosten.                                                                                                                                                                                                                      |
|                                 | Universele openbare huisvesting, aangeboden door gemeentelijke woningcorporaties binnen Framtiden Group                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Sociale woningbouw door private bedrijven                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>Duurzaamheidstransities</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergroten energie- en warmte efficiëntie</li> <li>- Transitie naar een circulaire economie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitrusting aardgas: vervang gasketels door volledig elektrische of hybride warmtepompen (de laatste combineert gas met elektrische verwarming), stadsverwarming of andere verwarmingstechnologieën</li> <li>- Verhoging van de energie- en verwarmingsefficiëntie</li> <li>- Transitie naar circulaire economie</li> </ul> |
| <i>Sustainability goals</i>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimaatneutraal in 2030</li> <li>- Daling klimaatimpact van alle alle projecten met 90% in 2030 (basis 2020)</li> <li>- -Aandeel elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen in 2025: 100%</li> <li>- Stadsverwarming uit hernieuwbare bronnen en restwarmte in 2025: 100%</li> <li>- Energieverbruiksreductie met ten minste 30% in 2030 (basis 2010)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 55% CO2-reductie in 2030 (basis 1990).</li> <li>• Klimaatneutraal in 2050</li> <li>• Gebouwenbestand omzetten van aardgas naar fossielvrije verwarmingsinfrastructuur: 263.000 gebouwen (waarvan 255.000 woningen) van het totale bestand van 350.000 gebouwen</li> </ul>                                                  |

Bron: Veldwerk. Anders: zie in de tabel.

### 3 Wat is de rol van installateurs in de energietransitie en welke uitdagingen ervaren zij?

Ondanks grote verschillen tussen Göteborg en Rotterdam in de stedelijke context, beleidsdoelen en duurzaamheidstransities, zijn de rollen van installateurs in de energietransities en de uitdagingen waarmee ze worden geconfronteerd grotendeels hetzelfde. Installateurs in beide steden spelen een directe en indirecte rol in energietransities en de bredere reis naar klimaatneutrale steden. Ten eerste hangt het succes van de energietransities af van de *kwaliteit van het werk van de installateurs* bij het implementeren van de daadwerkelijke retrofittingsmaatregelen. Illustratief zijn de geïdentificeerde installatiefouten die de transitie kunnen vertragen of andere negatieve effecten kunnen veroorzaken (zie tabel 2).

Ten tweede hebben installateurs een zeer invloedrijke rol bij het *adviseren van klanten* over welke retrofittingsmaatregelen ze (niet) moeten nemen. Klanten hebben beperkte kennis over de complexiteit van installaties en hebben veel vertrouwen in installateurs. Daarom volgen ze vaak het advies van de installateurs op. Dit advies is niet beperkt tot de aankoopbeslissing van nieuwe installaties, maar ook over hoe deze te gebruiken. Dit illustreert het effect dat installateurs hebben op de energieprestaties van installaties gedurende de levenscyclus. Ze ontwerpen, bestellen en installeren installaties en repareren en onderhouden deze.

Ten derde, in ieder geval in het geval van Rotterdam, zorgen installateurs voor *inclusieve energietransities* door rekening te houden met het budget van hun klanten. Enerzijds kunnen ze transities vertragen door hun klanten te adviseren om geen dure renovatiemaatregelen te nemen (bijvoorbeeld een warmtepomp). Anderzijds proberen ze klanten met een kleiner budget te betrekken, bijvoorbeeld door installaties tegen kostprijs aan te bieden of eenvoudige onderhoudsdiensten gratis uit te voeren. Grote installateurs in Rotterdam maken lange-termijn plannen voor energieretrofitting met sociale woningbouwcorporaties om totaalrenovatie en verduurzaming betaalbaar te houden voor huurders met een laag inkomen.

Ten slotte wordt de invloedrijke rol van installateurs duidelijk uit de *‘machtspositie’ die installateurs* hebben ten opzichte van fabrikanten en groothandelsbedrijven vanwege de toegang van installateurs tot klanten en de afhankelijkheid van fabrikanten van de beschikbaarheid en kwaliteit van installateurs om installaties aan te leggen en onderhouden.

Tabel 2: Installatiefouten

| Installatiefout                                                                                                                                                                                                                               | Effecten op energietransities                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Verwarmingsinstallaties met te veel capaciteit voor de grootte van een kamer                                                                                                                                                                  | Energieverlies<br>Hogere<br>aankoopkosten    |
| Nieuwe verwarmingsinstallaties in slecht geïsoleerde huizen                                                                                                                                                                                   | Energieverlies                               |
| Installateurs negeren of vergeten het afstellen van installaties                                                                                                                                                                              | Energieverlies                               |
| Installateurs negeren rookgasvoorschriften in verwarmingssystemen                                                                                                                                                                             | Risico ongelukken                            |
| Installatiefouten bij PV-systemen: verkeerde kabels; open kabels; verkeerde connectoren; kabels tegen scherpe randen; te veel PV-panelen voor de capaciteit van de inpanidige zekeringkast; verkeerd plaatsen van dakpannen na PV-installatie | Hoge<br>reparatiekosten<br>Risico ongelukken |

|                                                                                   |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Installaties op plaatsen die moeilijk bereikbaar zijn voor onderhoud en reparatie | Hogere onderhoudskosten |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|

Bron: Veldwerk

### Uitdagingen

Installateurs in Göteborg en Rotterdam kampen met veel vergelijkbare, onderling samenhangende uitdagingen die een negatieve invloed hebben op de energietransitie:

- Er is een groot *tekort aan vakbekwame installateurs*. Dit wordt veroorzaakt door historische en structurele problemen die verband houden met een vergrijzende bevolking en een beperkte instroom door een verkeerd imago van installateurs en hun werk. De toegenomen vraag van klanten naar retrofitmaatregelen tijdens en na de energiecrisis en strikte beleidsdoelen hebben de arbeidsmarkt verder onder druk gezet.
- De sterk toegenomen vraag en *een gebrek aan certificering en controle* hebben de aanwezigheid van zogenaamde '*beunhazen*' vergroot. D.w.z. cowboys die de markt betreden en die niet de bereidheid of vaardigheden hebben om een hoge kwaliteit te leveren. Ze beïnvloeden de transitie negatief door een lage kwaliteit te leveren en de goede reputatie van andere installateurs in gevaar te brengen.
- Installateurs zijn '*onzichtbaar*' vanwege hun kleine omvang, onregelmatige werkplek en bescheiden marketingvaardigheden. Daardoor is de interactie met overheden en onderzoeksinstituten laag. Dit belemmert overheden om installateurs te ondersteunen of hen te informeren over veranderende regelgeving of subsidies. Ook krijgen onderzoekers niet (voldoende) inzicht in de uitdagingen waar installateurs voor staan en hoe ze reageren op nieuwe technologieën of milieuvriendelijkere materialen. Dit zou de opschaling en snelle inzet van nieuwe retrofitmaatregelen en de transitie naar de circulaire economie door hergebruik van materialen kunnen belemmeren.
- Installateurs worden geconfronteerd met een *fabrikanten 'lock-in'* (d.w.z. afhankelijk zijn van een fabrikant). Dit belemmert installateurs om meer circulair te worden en installatieprocessen te versnellen door modules van verschillende fabrikanten te combineren en betaalbare oplossingen op systeemniveau te bieden<sup>1</sup>.
- Installateurs worden geconfronteerd met *toenemende technologische complexiteit* vanwege de aanwezigheid van verschillende concurrerende technologieën (bijv. warmtepompen, gasketels, thermische verwarming), uitdagingen om verschillende technologieën te integreren (bijv. PV-panelen, hybride warmtepompen) en een te snelle ontwikkeling van dezelfde technologie (d.w.z. snelle introductie van nieuwe modellen door fabrikanten).
- Een '*kloof tussen de technische vaardigheden ('vakmanschap') van installateurs en relatief zwakke 'soft skills' (communicatie en advies)*' verhoogt het risico op installatiefouten. Dit is met name het geval wanneer installateurs worden geconfronteerd met het geven van advies over nieuwe technologieën en de integratie hiervan met de hogere technologische lagen van energiesystemen en de gebouwschil.

<sup>1</sup> Het tegenargument voor een dergelijke afhankelijkheid van één of enkele fabrikanten is een hogere kwaliteit vanwege de garantie op de reserveonderdelen en een kleiner risico op fouten als gevolg van de hoge complexiteit van installaties door verschillende merken.



- Installateurs hebben ook *beperkte mogelijkheden (vaardigheden, financiering en tijd) om de algehele milieu-impact van installaties en materialen te verminderen.*
- Installateurs worden geconfronteerd met een *verminderde bereikbaarheid van steden.* Enkele grote installateurs proberen deze uitdagingen het hoofd te bieden en hun CO2-voetafdruk te verkleinen door stadshubs te exploiteren, zoals afgebeeld in kader 1 (toegevoegd in de bijlage).

Daarnaast hebben we twee specifieke uitdagingen voor installateurs in Rotterdam geïdentificeerd:

- Een *gebrek aan ruimte* in gebouwen om alternatieven voor CV-ketels te installeren, zoals warmtepompen. Zulke nieuwe installaties zijn (nog) te groot voor appartementen en huishoudens hebben mogelijk ook geen betaalbare toegang tot stadsverwarmingsnetwerken.
- Installateurs worden gehinderd door *onregelmatigheden in regelgeving en normen*, zoals warmtepompen als nieuwe standaard norm en de implementatie van zero-emissiezones. Deze onregelmatigheden verlagen de prikkels van installateurs om te investeren in training en innovatie, wat op zijn beurt de energietransitie vertraagt.

Ten slotte hebben we in beide gevallen twee soortgelijke, bredere transitie-uitdagingen geïdentificeerd (d.w.z. uitdagingen die verder gaan dan de uitdagingen voor installateurs):

- De *capaciteit van het elektriciteitsnet* en uitdagingen om een *gegarandeerde en betaalbare warmte- en elektriciteitsvoorziening* te behouden. Hoewel dit kan worden gezien als een voordeel voor installateurs in de vorm van lange-termijn onderhoud en reparatiewerkzaamheden aan deze stedelijke infrastructuur, belemmert het energietransities.
- Een *langzame ontwikkeling van certificaten en de bijbehorende veranderingen in het onderwijssysteem.* Dat betekent de institutionele veranderingen die nodig zijn om de training van installateurs te vergemakkelijken om een holistisch begrip van energiebesparing te verkrijgen.

#### ***4 Hoe beïnvloedt digitalisering installateurs en energietransities? Wat zijn drijfveren en barrières van digitalisering?***

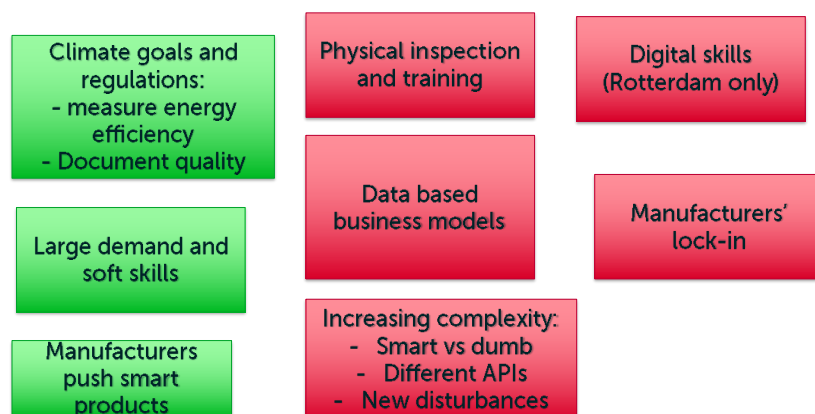
Ook de resultaten op het gebied van digitalisering zijn in beide casestudies grotendeels vergelijkbaar. In zowel Göteborg als Rotterdam wordt digitalisering aangestuurd door markt (toegenomen vraag), regelgeving (verplicht gebruik van registratie- en/of monitoringplatforms) en technologische dynamieken (fabrikanten pushen 'slimme installaties') binnen energietransities. Het toenemende tekort aan arbeidskrachten als gevolg van toegenomen vraag en strengere regelgeving drijft de inzet van administratie-, registratie-, monitoring- en/of voorspellend-onderhoudsplatforms. Deze platformen kunnen de efficiëntie van installateurs in hun werkzaamheden vergroten. Bovendien kunnen uitdagingen met 'soft skills' deels worden beperkt door dergelijke platformen die installateurs helpen om met klanten te communiceren. Platformen kunnen bijvoorbeeld standaardsjablonen bieden die installateurs

helpen om klantgegevens te verkrijgen en facturen te versturen. Bovendien verplichten nationale regelgevingen, voortkomend van Europese richtlijnen, in beide casestudies installateurs om digitale monitoring- en rapportageplatformen te gebruiken. Deze platformen zijn bedoeld om de kwaliteit van het werk van installateurs te documenteren, welke materialen ze gebruiken en om de energieprestaties van gebouwen te meten. Ook ontwikkelen fabrikanten steeds vaker ‘slimme installaties’ en -systemen. Fabrikanten bieden deze deels aan om installateurs te ondersteunen, bijvoorbeeld via installatie-apps, en deels om gegevens van hun slimme producten te verkrijgen om installateurs of hun klanten nieuwe diensten aan te bieden. Over het algemeen zagen we de inzet van platforms in bijna alle praktijken van installateurs, inclusief training, aankoop van materialen en onderhoudswerkzaamheden.

Onze resultaten onthullen echter ook beperkingen van digitalisering in alle activiteiten die installateurs ondernemen, zoals de noodzaak om fysieke installaties te 'zien en voelen' tijdens de training en om vertrouwen en contextuele kennis van klanten te verkrijgen tijdens ‘inspectiebezoeken’ van het gebouw en de installaties. Dergelijke fysieke bezoeken zijn belangrijk om installatiefouten te voorkomen. In beide casestudies gebruiken installateurs digitale platforms om hun materialen te verkrijgen, maar met name kleinere installateurs bezoeken nog steeds groothandelsbedrijven om projectadvies te krijgen. Bovendien worstelen installateurs met het ontwikkelen van nieuwe op data gebaseerde verdienmodellen, zoals via nieuwe soorten contracten voor voorspellend onderhoud (in plaats van een jaarlijks bezoek en reparaties op basis van uren) of het verkopen van energiebesparingsadvies in plaats van een apparaat dat warmte of elektriciteit levert. Tot slot kan digitalisering de complexiteit voor installateurs vergroten, zoals de uitdaging om ‘slimme’ en ‘domme’ systemen en installaties te verbinden met verschillende ‘Application Programming Interfaces’ (API's).

Figuur 2 vat de barrières en drijfveren van digitalisering samen en Kader 2 biedt een kleine selectie van platforms die in ons onderzoek zijn geïdentificeerd en die door installateurs kunnen worden gebruikt.

*Figuur 2: Drijfveren en barrières van digitalisering*



Legend:  
Green boxes are drivers  
Red boxes are barriers

*Bron: Door auteurs*

### ***5 Wat is de rol van frugal innovation om de grootste uitdagingen van installateurs te overwinnen? Wat zijn barrières en drivers van frugal innovation?***

De resultaten betreffende frugal innovation zijn in beide casestudies vergelijkbaar. Frugal innovation wordt gedreven door de grote schaarste aan installateurs en de snelheid van de transitie door de grote vraag naar verduurzamingsmaatregelen en urgente klimaatdoelen. Bovendien worden installaties gezien als goedkope en functionele producten, waardoor installateurs beperkt worden in het gebruik van milieuvriendelijkere materialen en in het verhogen van hun prijzen, vooral voor installateurs die hun klanten met een laag inkomen willen blijven bedienen.

#### *Praktijkvoorbeelden van frugal innovation*

We hebben verschillende frugal innovations geïdentificeerd die door installateurs zijn ontwikkeld:

- *De Breman 'collectieve portiekhybride'* is een frugal oplossing om de ruimtebeperking van Nederlandse appartementen te overwinnen. Dit innovatieve systeem is goedkoper dan individuele warmtepompen en maakt verduurzaming toegankelijker voor een bredere groep bewoners, inclusief bewoners in de sociale woningbouw (zie kader 3).
- *Hergebruik oude CV ketels*. Sommige installateurs nemen oude gasketels terug en hergebruiken deze voor klanten die zich nog geen warmtepomp kunnen veroorloven of wachten tot ze zijn aangesloten op een stadswarmtenetwerk.
- *WhatsApp-videogesprekken voor ondersteuning op afstand*. Installateurs gebruiken WhatsApp om klanten te begeleiden bij eenvoudige onderhoudstaken, zoals het bijvullen van de cv-ketel. Installateurs voeren dergelijke diensten uit om te voorkomen dat ze te veel reizen (bijvoorbeeld om efficiënter te zijn) en bieden deze diensten gratis aan in ruil voor een langdurige loyaliteit van klanten.

Ook andere actoren bieden frugal innovations aan om de uitdagingen van installateurs of hun klanten te bestrijden:

- *De Beroepentuin biedt een innovatieve opleidingsprogramma* dat de drempel verlaagt voor zij-instromers en maakt het makkelijker om snel installateurs op te leiden. Door eenvoudige leermethoden en korte cursussen kunnen deelnemers sneller aan de slag in de sector (zie kader 4).
- Op een vergelijkbare manier ontwikkelen *fabrikanten apps waarmee installateurs verwarmingsinstallaties gemakkelijker en sneller kunnen instellen*.
- Fabrikanten hebben ook *relatief eenvoudige en betaalbare zonnepanelen en warmtepompen* ontwikkeld die eindgebruikers zelf kunnen installeren via een soort 'plug-and-play-systeem'. Het nadeel van deze frugal versies van complexe installaties is dat het de kans op installatiefouten kan vergroten, omdat eindgebruikers niet weten hoeveel installaties kunnen worden aangesloten op hun meterkast.

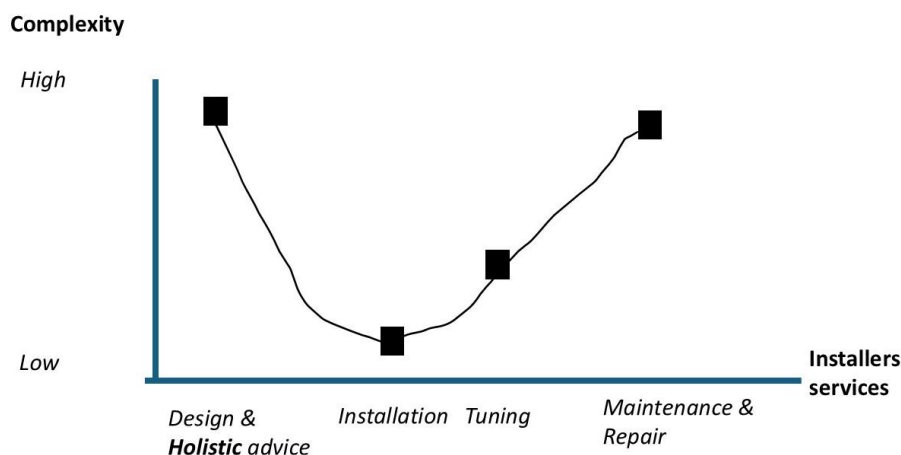
#### *Barrières voor frugal innovation*

We hebben de volgende barrières geïdentificeerd die frugal innovation tegenhouden:

- *De grote beschikbaarheid van financiering* (via de vraag van klanten en subsidies) kan de snelheid van installateurs verlagen: "ze kunnen minder doen voor meer".

- *Strenge kwaliteitsnormen en de noodzaak om de levering van energie en warmte te garanderen*, beperken de opties van installateurs om te innoveren.
- *Standaardisatie is vaak moeilijk te realiseren* vanwege bestaande ‘legacy-infrastructuren’, installateurs met eigen stijlen en fabrikanten ‘lock-ins’.
- *Digitalisering kan de complexiteit vergroten*, bijvoorbeeld vanwege verschillende slimme installaties (bijv. PV-systemen; warmtepompen) met verschillende API's. Het is een uitdaging voor installateurs om deze APIs te verbinden. Bovendien kan digitalisering leiden tot nieuwe storingen in digitale systemen, terwijl deze niet voorkwamen in analoge warmte en stroomsystemen.
- *De complexiteit van installatieservices varieert* (zie afbeelding 3). Dienovereenkomstig kan 'frugal training' helpen om mensen snel te leren apparaten te installeren, maar ontwerp-, afstemmings-, onderhouds- en reparatieservices vereisen een langer ‘on-the-job learning trajectory’.

Figuur 3: Complexiteit van installateurs diensten



Bron: Door auteurs

Tabel 3 toont de voorbeelden van frugal innovations, waaronder proces- en product frugal innovations. Figuur 4 vat de drivers en barrières van frugal innovation samen.

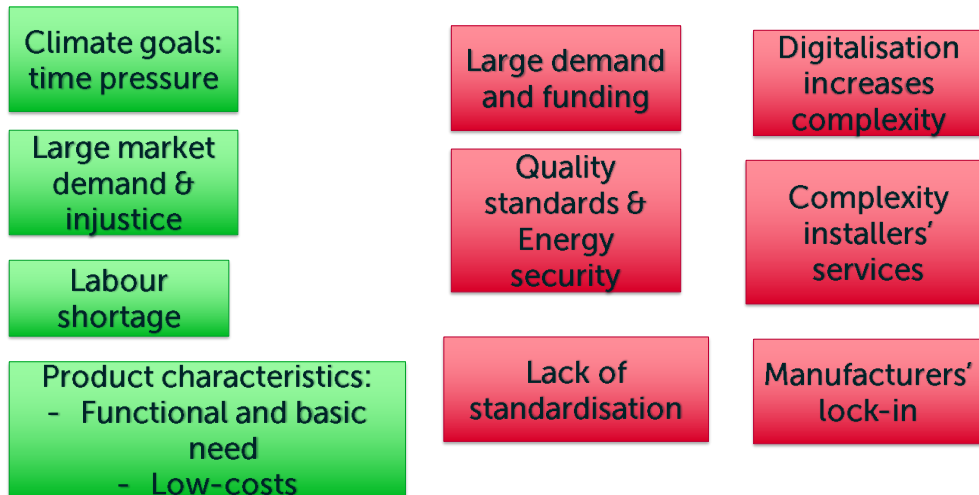
Tabel 3: Voorbeelden van frugal innovations

| Frugal innovation  | Examples                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Door installateurs | Breman ‘collectieve portiekhybride’<br>Installateurs nemen oude CV ketels terug en verhuren deze aan andere klanten<br>WhatsApp videobellen om simpele onderhoudswerkzaamheden en storingen te verhelpen |
| Voor installateurs | Beroepentuin trainingsconcept<br>Fabrikanten-apps om installaties te installeren en in te stellen                                                                                                        |

|  |                                                                                                |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Simpele en betaalbare versies van zonnepanelen en warmtepompen door een 'plug-and-play' logica |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|

Bron: Door auteurs

Figuur 4: Drijfveren en barrières voor frugal innovation



Legend:  
Green boxes are drivers  
Red boxes are barriers

Bron: Door auteurs

## 6 Nieuwe rollen van installateurs in energietransities

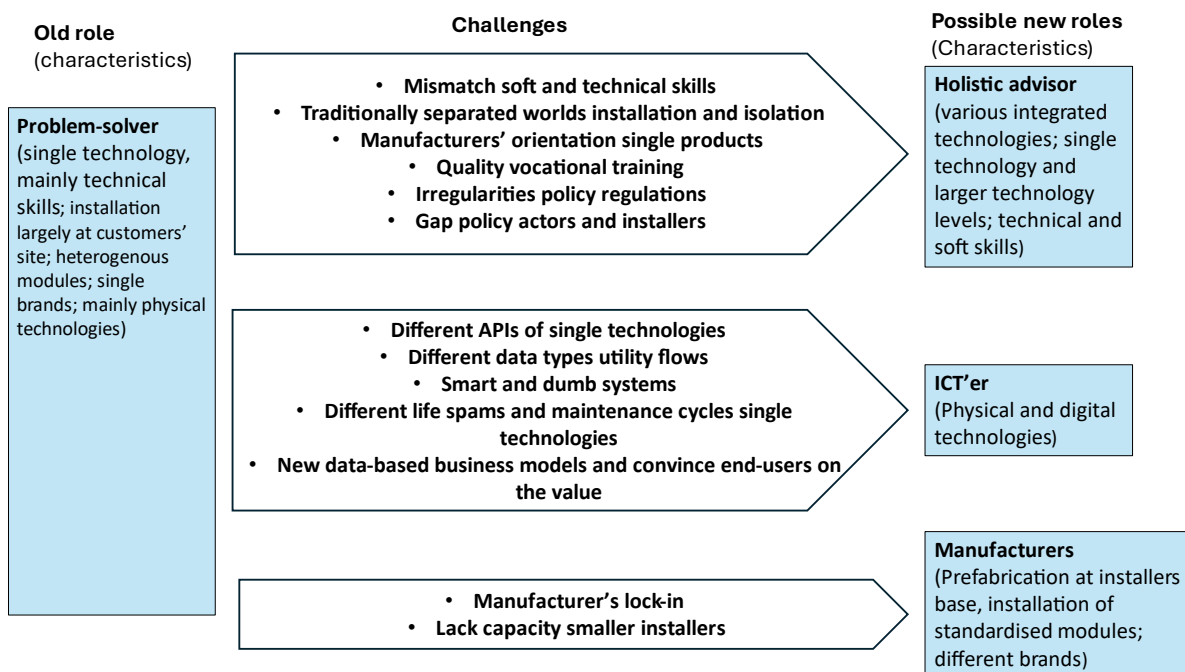
Vanwege de uitdagingen waar installateurs mee te maken hebben (zoals besproken in de vorige secties), stellen we voor dat installateurs zelf in transitie zijn. Daarom hebben we de volgende mogelijke nieuwe rollen van installateurs geïdentificeerd (zie afbeelding 5):

- Installateurs kunnen veranderen van probleemoplosser en adviseur rondom een enkele technologie naar een *holistische adviseur* over hoe energie-efficiëntie te realiseren door ook rekening te houden met hogere technologische systemen en de 'schil van gebouwen' (zie figuur 1). Uitdagingen gerelateerd aan deze verschuiving omvatten een verdere 'kloof' tussen het vakmanschap van installateurs en 'soft skills' die installateurs belemmeren om dit holistische advies te geven. Deze uitdaging is nog groter vanwege onregelmatigheden in overheidsvoorschriften en een kloof tussen overheidsactoren en installateurs. Dit heeft een negatief effect op het vermogen van installateurs om goed en holistisch advies te geven. Andere uitdagingen die deze transitie belemmeren, omvatten de oriëntatie van fabrikanten op één product en de kwaliteit van de infrastructuur voor beroepsopleidingen in beide casestudies die niet kan voldoen aan de maatschappelijke behoefte aan holistisch.
- Installateurs krijgen steeds vaker een rol als *ICT'ers*. Markt-, technologische en regelgevende dynamieken 'verplicht' installateurs om te werken aan slimme installaties en nutsinfrastructuren en om allerlei digitale hulpmiddelen in te zetten. Dit heeft invloed op alle diensten van installateurs (advies, installatie, onderhoud en

reparatie). Echter, ook deze verschuiving is complex omdat installateurs worden geconfronteerd met verschillende technologische integratie-uitdagingen en nieuwe verdienmodellen.

- Installateurs als *fabrikanten*. Grote installateurs in onze case studie in Rotterdam starten niet alleen met ‘prefabricage’ en ‘modulaire productie’ om de installatietijd te verkorten. Ze gebruiken deze nieuwe aanpak ook als strategie om het tekort aan arbeidskrachten aan te pakken doordat werknemers kunnen werken in een veilige ‘productieomgeving’ die minder (of andere) beperkingen kent dan een bouwplaats of bij mensen thuis. Echter, een uitdaging van deze strategie is een fabrikanten ‘lock-in’, waardoor de opties om snel standaardmodules van verschillende fabrikanten te combineren, worden beperkt.

Figuur 5: Mogelijke transitie van installateurs



Bron: Door auteurs

## 7 Aanbevelingen

We doen de volgende aanbevelingen aan Göteborg, Rotterdam en andere steden die installateurs willen ondersteunen en inclusieve energietransities willen versnellen.

Ten eerste raden we gemeentes en hogere overheden aan om *andere aanbestedingscriteria* te gebruiken dan alleen de laagste inkoopprijs in hun aanbestedingen bij de inkoop van installatie-, reparatie- en onderhoudsdiensten van openbare gebouwen en nutsvoorzieningen. Deze criteria moeten een focus omvatten op energie-efficiëntie, inzet van installaties en materialen met een lage totale milieu-impact gedurende de levensduur en budget en tijd bieden voor (on-the-job) training van installateurs en betrokkenheid bij onderzoeksprogramma's.

Ten tweede zouden gemeentes *energieadviseurs aan installateurs moeten koppelen*. Dit stimuleert wederzijds leren tussen adviseurs met sterke soft skills en installateurs met hun vakmanschap. Het helpt ook om holistisch advies te geven en projecten te implementeren om de energie-efficiëntie te verhogen. Bovendien krijgen energieadviseurs door samenwerking met installateurs toegang tot moeilijk bereikbare doelgroepen die geen vertrouwen hebben in autoriteiten en nieuwe soorten (publieke) adviseurs. Installateurs hebben vaak al een langdurige vertrouwensrelatie met dergelijke doelgroepen. Gemeentes kunnen deze link creëren door samenwerking tussen installateurs en energieadviseurs als voorwaarde te stellen in retrofittingssubsidies voor bedrijven en huishoudens of in openbare aanbestedingen die gericht zijn op het verminderen van energiearmoede.

Ten derde stellen we voor dat overheden *retrofittingssubsidies koppelen aan certificering* om de kwaliteit van installaties te verhogen en ‘beunhazen’ te verminderen. Dit gebeurt al in andere landen, zoals in Frankrijk.

Ten vierde stellen we voor dat *gemeentes samenwerken met groothandelsbedrijven* om kleine installateurs te bereiken. Dit is een belangrijke plek om installateurs te informeren over nieuwe (aanstaande) subsidies en regelgeving en om inzicht te verkrijgen in de uitdagingen die installateurs ervaren bij het implementeren van renovatiemaatregelen. Gemeentes kunnen dit doen door deel te nemen aan trainingsprogramma's die door groothandelsbedrijven worden aangeboden, door gezamenlijke beurzen te organiseren of door gewoon af en toe aanwezig te zijn bij de balie van de groothandel.

Ten zesde zouden *onderzoeksinstituten niet alleen met eindgebruikers moeten samenwerken, maar ook met installateurs*. We raden met name de betrokkenheid van installateurs in ‘Living Labs’ aan. Installateurs zijn de actoren die eindgebruikers adviseren over nieuwe technologieën, materialen en retrofittingsmaatregelen en implementeren deze. Dus door installateurs mee te nemen in innovatiepilots, wordt de snelheid van innovatie-opscaling vergroot. Deze samenwerking kan worden gestimuleerd door de betrokkenheid van kleine installateurs als voorwaarde te stellen voor innovatiesubsidies. Bovendien kunnen brancheverenigingen excursies naar Living Labs organiseren, waar ze ook workshops en leersessies voor hun leden kunnen verzorgen. Tot slot kunnen onderzoekers deelnemen aan vakbeurzen waar ze hun projecten aan installateurs laten zien en om feedback en betrokkenheid bij nieuwe projecten vragen.

In de zevende plaats zouden overheden moeten *samenwerken met vakscholen, installateurs, groothandelsbedrijven en fabrikanten om nieuwe soorten trainingen te ontwikkelen*. Deze training moet zich richten op soft skills en begrip van het systeemperspectief van de interacties tussen de gebouwschil en installaties die gericht zijn op het realiseren van energie-efficiëntie. Dergelijke trainingen worden al aangeboden door de vakschool ‘Heta Utbildningar’ in Midden Zweden (zie kader 5). Een andere dimensie van training is het opleiden van installateurs over de totale milieu-impact van de materialen en installaties die ze gebruiken. De nieuwe training kan worden gedaan door middel van ‘probleem-gestuurde’ opdrachten, stages en projectmatig onderwijs waarbij studenten van verschillende opleidingen (bijvoorbeeld dakdekkers, elektriciens en loodgieters) gezamenlijk een ‘retrofitting in the circular economy puzzle’ oplossen.

Tot slot raden wij gemeentes aan om installateurs te ondersteunen om toegangsproblemen van steden te overwinnen. Gemeentes kunnen bijvoorbeeld de parkeertarieven voor installateurs

verlagen of hen toestemming geven om autovrije gebieden te betreden. Verder kunnen gemeentes collectieve ‘stadshubs’ opzetten voor kleine installateurs, die hen toegang bieden tot reparatiewerkplaatsen en elektrische fietsen. Op deze manier kunnen ook kleinere installateurs op een duurzamere manier onderhouds- en kleine reparatieservices leveren. Wanneer deze maatregelen worden gekoppeld aan certificering, kunnen gemeentes ook de kwaliteit van installaties verhogen.

### ***8 Beperkingen en verder onderzoek***

Onze studie heeft de volgende beperkingen:

Ten eerste is onze studie gebaseerd op slechts twee casestudies op basis van diepte-interviews met een grote diversiteit aan actoren, waaronder verschillende typen installateurs (bijv. klein versus groot). De resultaten kunnen daarom niet worden gegeneraliseerd. Daarom stellen we voor om verder onderzoek te doen naar installateurs in andere steden en andere typen installateurs (bijv. business-to-business installateurs die werken aan industriële installaties en in haveninfrastructuren). Bovendien zou een grootschalig surveyonderzoek onze studie aanvullen.

Ten tweede hebben we voornamelijk gecertificeerde installateurs geïnterviewd die mogelijk minder ‘frugal’ zijn dan beunhazen. Het opnemen van beunhazen in een studie zou meer inzicht bieden in de rol van frugal innovation in de energietransitie. Dit zou helpen om gedetailleerd advies te geven over hoe om te gaan met de balans tussen de snelheid en kwaliteit van transitie.

Ten slotte hebben we ons veldwerk grotendeels uitgevoerd tijdens een piekperiode waarin installateurs extreem druk waren om aan de grote vraag naar retrofittingsmaatregelen te voldoen. Dit beperkte niet alleen onze toegang tot installateurs, maar leverde ook een ‘bias’ op. Daarom stellen wij een longitudinaal onderzoek voor, waarin we de ontwikkelingen van installateurs over een langere periode volgen.

### ***Dankwoord***

Deze studie is gebaseerd op vele inspirerende ontmoetingen met experts op het gebied van de fascinerende wereld van installateurs en duurzaamheidstransities. Daarom willen we alle geïnterviewden en deelnemers aan de workshops bedanken voor het delen van hun waardevolle tijd en kennis met ons. Speciale dank aan Karin Liljegren, Helena Granstedt Löfman, Andreas Fränne, Carl Mossfeldt, Eric Zinn, Cor van den Heuvel, Wijnand van Smaalen, Bram Spitzer, Koen Mulders en Maarten Oostrum die altijd beschikbaar waren voor inspirerende vervolgbijeenkomsten en ons hielpen door onze conceptresultaten te beoordelen en inspirerende nieuwe ideeën aan te dragen.

We zijn ook veel dank verschuldigd aan Elena Malakhatka en Cees Brandwijk, Dave Pompe en Seyit Yeyden voor het ‘hosten’ van onze workshops in respectievelijk het HSB Living Lab en de Beroepentuin. Hetzelfde geldt voor Mani Mustafa die ons hielp bij het faciliteren van ons afsluitende seminar in het Green Village. Zulke inspirerende locaties hebben levendige discussies gestimuleerd.

Bovendien zijn we enorm dankbaar voor de ondersteuning bij het verzamelen van de data door onze onderzoeksassistenten Lucy Blyth en Eva Ferket. Zonder hen zou het onmogelijk zijn om



zoveel interviews af te nemen en alle opnames te transcriberen, wat nog steeds niet mogelijk is met onze beschikbare software. Ook willen we onze collega's Anne Hofmann, Britt Boeddha en Catherine Vroon bedanken voor het delen van onze resultaten met de wereld buiten onze ivoren torens door een video te maken, evenementen te organiseren en berichten te plaatsen op (sociale) media en websites.

Tot slot erkennen we de financiële steun van de Erasmus Universiteit Rotterdam via de Erasmus Initiatives on 'Vital Cities and Citizens' (VCC) en 'Dynamics of Inclusive Prosperity' (DoIP), het International Centre for Frugal Innovation (ICFI) en het International Institute of Social Studies.

### **Bronnen**

1. Owen, A., Mitchell, G. & Gouldson, A. Unseen influence—The role of low carbon retrofit advisers and installers in the adoption and use of domestic energy technology. *Energy Policy* **73**, 169–179 (2014).
2. Decuypere, R., Robaeyst, B., Hudders, L., Baccarne, B. & Van de Sompel, D. Transitioning to energy efficient housing: Drivers and barriers of intermediaries in heat pump technology. *Energy Policy* **161**, (2022).
3. EHPA. Wanted: half a million heat pump workers - European Heat Pump Association. European Heat Pump Association. <https://www.ehpa.org/news-and-resources/news/wanted-half-a-million-heat-pump-installers> (2023).
4. Ford, N. Solar skills shortage threatens EU targets. Reuters, <https://www.reuters.com/business/energy/solar-skills-shortage-threatens-eu-targets-2023-02-16/> (2023).
5. Muench, S. *et al.* *Towards a Green & Digital Future*. (2022).
6. Leliveld, A. & Knorringa, P. Frugal Innovation and Development Research. *European Journal of Development Research* **30**, 1–16 (2018).
7. European Commission. Energy Performance of Buildings Directive. [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en).
8. City of Gothenburg. *2030 Climate Neutrality Action Plan 2030 Climate Neutrality Action Plan of the City of Gothenburg*. [https://netzerocities.app/\\_content/files/knowledge/4455/2030\\_ccc\\_gothenburg.pdf](https://netzerocities.app/_content/files/knowledge/4455/2030_ccc_gothenburg.pdf) (2024).
9. Business Region Gothenburg. *100% Facts and Figures. About Doing Business in the Gothenburg Region 2023/2024*. [www.investingothenburg.com](http://www.investingothenburg.com) (2024).
10. Onderzoek 010. Onderzoek 010. <https://onderzoek010.nl/dashboard/onderzoek010/bevolking> (2024).
11. MRDH (Metropoolregio Rotterdam Den Haag). Kerngetallen\* MRDH. <https://mrdh.nl/wie-zijn/21-gemeenten> (2024).

12. Provincie Zuid-Holland. Kerndata Provincie Zuid Holland. <https://magazine.zuid-holland.nl/dit-doet-de-provincie-2023/even-voorstellen> (2024).

## ***Bijlage: Kaders***

### *Kader 1: Installateurs op de fiets en 'city hubs'*

**Bravida Greenhub** en **Van Dorp City Solutions** zijn vergelijkbare innovatieve installatieserviceconcepten die zijn getest in Göteborg en Rotterdam. Bravida en Van Dorp bieden installatieservices vanuit kleine logistieke hubs op een centrale locatie in respectievelijk Göteborg en Rotterdam. Vanuit deze centrale hubs reizen installateurs met elektrische fietsen, elektrische bromfietsen, het openbaar vervoer of te voet om onderhouds- en reparatiediensten aan hun klanten te verlenen. Ze hebben ook de goederenstroom veranderd. In plaats van een aparte rit per vrachtwagen naar elke klant voor de levering van een installatie, halen de installateurs nu installaties op bij een locatie aan de rand van de stad. Vanaf deze locatie leveren ze meerdere klanten binnen één enkele rit.

De installateurs hebben deze oplossing ontwikkeld om hun ecologische voetafdruk te verminderen en om toegangsproblemen in steden te overwinnen die worden veroorzaakt door files, vermindering van parkeerruimte, stijgende parkeerkosten en verboden op diesel en andere typen auto's met een hoge uitstoot in stedelijke gebieden. Een indicator van succes is dat het hub-concept is opgeschaald naar de andere steden Stockholm (Bravida) en Den Haag en Amsterdam (Van Dorp).

### *Kader 2: Digitale platforms*

**Current** is een lokaal energiebeheersysteem via een apparaat dat in de meterkast is geïnstalleerd. Deze lokale oplossing in plaats van een 'cloud gebaseerde' oplossing biedt cyberbeveiliging en voorkomt dat hackers energiebeheersystemen binnendringen en verstoren. Het is een merkonafhankelijk systeem en kan verschillende fabrikanten en een verscheidenheid aan producten verbinden, waaronder batterijen, PV-panelen, opladers voor elektrische voertuigen, omvormers, slimme thermostaten, CV ketels, warmtepompen en slimme meters. Het overwint uitdagingen van verschillende IT-protocollen en kan verschillende soorten gegevens verzamelen (bijv. temperatuur in de meterkast; netfrequentie; elektriciteitsverbruik) om gebruikers (consumenten en bedrijven) te helpen energie te beheren met het oog op energiebesparing en het vermijden van congestie van het elektriciteitsnet. Het apparaat kan eenvoudig worden geïnstalleerd met een app. Current probeert de kwaliteit te waarborgen door samen te werken met gekwalificeerde installateurs.

**FYXN** is een consumentgericht platform om installateurs te zoeken en te vergelijken. De initiële focus lag op PV-installateurs, omdat de eigenaren een diepgaande kennis en netwerken in deze branche hebben vanwege hun eerdere functies in deze branche. Het bedrijf is later uitgebreid naar andere installaties, waaronder warmtepompen, laadpalen, isolatie en thuisbatterijen. Wat FYXN onderscheidt van andere platforms is de combinatie van onafhankelijkheid (bijv. het is geen onderdeel van een fabrikant of energiebedrijf) en een focus op kwaliteit. De kwaliteit wordt gerealiseerd door alleen te werken met geselecteerde installateurs (op basis van certificaten en/of eerdere ervaringen), een open kennisdatabase met informatie over verschillende dimensies van installaties (bijv. beschikbare merken; benodigde onderdelen; werking van installaties; financieringsmogelijkheden) en controle na installatie door FYXN.

**Insmart** is een merkonafhankelijk preventief onderhoudsplatform voor installateurs van CV-ketels. Het platform werkt via een simkaart in een module die in ketels is geïnstalleerd. Deze simkaart is verbonden met een GSM-netwerk (in plaats van internet) om een stabiele en betrouwbare verbinding te waarborgen, ook op plaatsen met een slecht of beperkt bereik zoals kelders. Het platform biedt installateurs een verhoogde efficiëntie door meldingen te sturen wanneer service en onderhoud nodig zijn. Dit vermindert het aantal klantbezoeken en helpt installateurs om de juiste materialen voor elk bezoek mee te nemen.

**Kiona** is een 'slim gebouwsplatform' waarmee gebouweigenaren verschillende nutsvoorzieningen (d.w.z. installaties) kunnen monitoren, waaronder water, verwarming en energie. Het is gebaseerd op open-sourcetechnologie, waardoor gebouweigenaren verschillende systeemprotocollen (bijv. van verschillende fabrikanten) kunnen verbinden en software van derden kunnen integreren. Het platform biedt gebouweigenaren oplossingen om de energie-efficiëntie, automatisering en rapportage te verbeteren. Omdat het centrale managers verbindt met lokale facility managers en installateurs, biedt het een snellere reactie op onderbrekingen in nutsvoorzieningen.

**WhatsApp** wordt veel gebruikt door installateurs. Ze ontvangen foto's van klanten die een eerste ruwe indruk geven van installaties. Op dezelfde manier delen ze foto's met collega's en groothandelaren voor advies en om meer te weten te komen over nieuwe installaties. Bovendien gebruiken ze de videobelfunctie om klanten te ondersteunen bij het oplossen van problemen. Via deze ondersteuning op afstand helpen installateurs klanten om zelf basisdiensten uit te voeren, zoals het bijvullen van de ketel van een CV-ketel.

*Kader 3: Breman 'collectieve portiekhylbride': een frugal innovation voor de uitfasering van CV ketels in sociale woningbouw*

De Breman collectieve hybride warmtepomp voor portieksflats (de 'portiekhylbride') is ontwikkeld door installateur Breman en warmtepompfabrikant Itho Daalderop als antwoord op een 'innovation-challenge' van woningcorporatie Woonstad Rotterdam in 2019. Woonstad vroeg om een betaalbare oplossing om de CO<sub>2</sub>-uitstoot van haar bestaande portiekflats te verminderen met weinig overlast voor bewoners tijdens renovatiewerkzaamheden en een maximaal budget van € 15.000,- per woning.

De winnende collectieve hybride omvat de volgende aspecten:

- \* De collectieve warmtepomp wordt op het dak van het gebouw geïnstalleerd en via de schoorsteen aangesloten op de bestaande verwarmingsketels van vier huishoudens. Dit betekent gebruik van bestaande infrastructuur. Bovendien verlaagt de collectieve 'dakwarmtepomp' in plaats van individuele warmtepompen voor elk huishouden de prijs van de warmtepomp en overwint het de ruimtebeperking van kleine appartementen waar warmtepompen niet passen.
- \* De overlast voor huishoudens blijft beperkt omdat de renovatiewerkzaamheden in appartementen beperkt blijven tot een inbouwset en vervanging van radiatoren en ventilatieboxen.
- \* De hybride warmtepomp vermindert het aardgasverbruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De lucht-water warmtepomp maakt CO<sub>2</sub>-reductie mogelijk met maximaal 65%.
- \* De dakwarmtepomp kan worden uitgebreid met PV-panelen, waardoor de elektriciteitskosten van huishoudens verder worden verlaagd.
- \* Het collectieve hybride systeem kan in een later stadium eenvoudig worden aangepast naar een volledig elektrisch systeem door de gasketel te verwijderen.
- \* Het systeem is grotendeels gebaseerd op gestandaardiseerde prefabmodules; 80% van het installatie- en productiewerk wordt buiten de bouwplaats gedaan. Deze prefabstrategie vermindert het aantal

installateurs en versnelt de installatietijd. Het zorgt er ook voor dat er minder installateurs op het dak werken. Er zijn dus minder installateurs nodig die een certificaat nodig hebben voor dit soort werkzaamheden op daken.

Veel van deze dimensies bestaan al. De slimme combinatie ervan maakt dit echter een ‘best practice’ van een frugal innovation die de verschillende uitdagingen van Woonstad, installateurs en energietransities aanpakt. De collectieve hybride is in 2021 succesvol getest in zeven appartementengebouwen en is klaar om te worden opgeschaald. De uitzondering voor appartementen (en monumenten) op de verplichte overstap naar (hybride) warmtepompen heeft echter de noodzaak voor dergelijke innovaties verminderd.

#### *Kader 4: Beroepentuin, een pionierende frugal training model*

Beroepentuin werd formeel opgericht in 2018 met als missie om ‘uitgesloten burgers’ het kortste traject naar een betaalde baan te bieden, gerealiseerd door een korte praktijkgerichte opleiding. Aanvankelijk omvatte het verschillende sectoren, waaronder gezondheidszorg, logistiek en installateurs. Deze brede aanpak was echter te moeilijk om te ‘verkopen’ aan bedrijven die een tekort hebben aan arbeidskrachten en overheidssubsidieverleners zoals gemeentes en de Nederlandse Staat.

Het bestaande model werkt als volgt. Het richt zich op banen in energietransities (inclusief installateurs), maar heeft zijn oorspronkelijke missie en kernactiviteit van het opleiden van verschillende soorten burgers met een afstand tot de arbeidsmarkt behouden. Dit zijn onder meer ex-gedetineerden, migranten, langdurig werklozen, vrouwen en jongeren met sociale problemen (bijvoorbeeld schoolverlaters met leerproblemen).

Na een intakegesprek gericht op het vinden van de meest passende baan, starten deelnemers een training in een ‘veilige omgeving’ in de vorm van een fysiek simulatiecentrum in een grote hal (en niet op een bouwplaats) waar deelnemers in en rond een modelwoning werken door allerlei soorten installateurswerkzaamheden te oefenen, zoals het installeren van zonnepanelen, laadpalen of basiswerkzaamheden van elektriciens. De veilige omgeving wordt verder mogelijk gemaakt door ervaren coaches die voor partnerbedrijven werken, maar die in het verleden zelf ervaring hebben met maatschappelijke uitsluiting. Dit laatste is cruciaal om vertrouwen te winnen, aangezien de coaches soortgelijke persoonlijke problemen hebben gehad (bijvoorbeeld langdurig in de gevangenis zitten of werkloos zijn) en kunnen helpen om barrières te overwinnen, zoals op tijd op de werkplek zijn (wat verre van eenvoudig is voor personen die zijn uitgesloten) of hoe om te gaan met uitdagingen zoals een minderheid zijn in een groep.

Naast deze veilige omgeving gebruikt Beroepentuin verschillende frugal solutions om de kosten laag te houden en de training toegankelijker te maken voor deelnemers die niet in formele onderwijsprogramma's passen, hetzij vanwege taalbarrières of andere leerproblemen:

\*Gebruik van afbeeldingen (in plaats van tekst) die de basisuitrusting uitleggen die installateurs voor een bepaald beroep gebruiken.

\*Korte en eenvoudige handleidingen met een overzicht van de belangrijkste woorden (ongeveer 500) die bij een bepaald beroep horen. Deze handleidingen zijn ontwikkeld in samenwerking met Techniekcollege Rotterdam (een vakschool) en Sociaal Economische Raad (een adviesraad voor de staat over sociaaleconomische ontwikkeling).

\*‘Reverse learning’: deelnemers hebben de mogelijkheid om daarna formeel onderwijs te volgen; d.w.z. het begint met de praktijk en deelnemers kunnen daarna theorie doen.

\*Gebruik van apparatuur (bijv. zonnepanelen, gasleidingen, isolatiemateriaal) en trainers van partnerbedrijven. Deze werknemers zijn (tijdelijk) niet in staat om hun normale werk te doen, bijvoorbeeld vanwege fysieke problemen zoals rugpijn, maar ze zijn wel in staat en bereid om deelnemers te coachen.

\*Installaties zichtbaar maken in fysieke demonstratiemodellen. Voorbeelden hiervan zijn elektriciteitssystemen in een huis of stadswarmteleidingen. Op deze manier kunnen deelnemers direct zien hoe verschillende afzonderlijke onderdelen werken en met elkaar verbonden zijn. Zo is het systeemperspectief zichtbaar en kunnen deelnemers direct oefenen met het installeren en verbinden van de verschillende onderdelen in het demonstratiemodel.

Na de training gaan deelnemers aan de slag bij een partnerbedrijf. De partnerbedrijven - waaronder bouwbedrijven, installateurs en nutsbedrijven - dragen ongeveer vijftig procent van de inkomsten bij, terwijl de andere helft afkomstig is van overheidssubsidies.

Het model lijkt goed te werken, aangezien het bedrijf is opgeschaald naar andere locaties in Nederland.

#### *Kader 1: Heta Utbildningar: een holistische warmtepompinstallateurstraining*

Heta Utbildningar is een opleidingscentrum voor verwarmingsinstallateurs in de stad Härnösand in het midden van Zweden. Het biedt beroepsopleidingsprogramma's voor verschillende soorten installateurs, zoals loodgieters, PV-installateurs en verwarmingsinstallateurs. Daarnaast biedt het individuele cursussen voor professionals over specifieke thema's, zoals werken met F-gassen.

Wat dit opleidingscentrum onderscheidt van andere beroepsopleidingen in Zweden, is dat het (nog steeds) het enige examen- en certificeringscentrum is voor warmtepompinstallateurs. De training om dit certificaat te behalen, is een nieuw programma dat verder gaat dan warmtepomptechnologie en ook de werking ervan in het verwarmingssysteem en de gebouwschil beschrijft. Met deze uitgebreide kennis verkopen warmtepompinstallateurs niet alleen een technologie die warmte en warm water levert, maar kunnen ze ook het juiste advies geven over hoe de energie-efficiëntie kan worden verbeterd. De training kan op andere scholen, op de werkplek en deels online worden gevolgd. Het examen wordt echter nog steeds alleen in Härnösand afgenomen.

De huidige certificaten zijn nog steeds concepten, aangezien het formele certificeringssysteem nog in ontwikkeling is. De ontwikkeling van dit systeem wordt geleid door het Zweedse Energieagentschap. Dit agentschap, Heta Utbildningar en andere actoren zoals accreditatie-instellingen werken aan alle aspecten die nodig zijn voor een dergelijk certificeringssysteem, inclusief nieuwe cursushandleidingen; ander trainingsmateriaal; examens; accreditatiecriteria, enz. Zodra het systeem is ingevoerd, zullen het certificeringsschema en de ervaringen die in Härnösand zijn opgedaan, in het hele land worden uitgerold.