

# De woningrenovatie van de toekomst: industrieel maatwerk

In het Klimaatakkoord staat de ambitie om een enorme opschaling van het aantal energierenovaties te realiseren: van 50.000 woningen per jaar in 2021 tot 200.000 woningen per jaar in 2030. Die schaal vormt zowel een kans als een uitdaging voor de bouwsector. Er is een enorm marktpotentieel, maar om dat te verzilveren zullen aanbieders op een andere manier moeten opereren: van een ambachtelijke en projectmatige werkwijze naar een industrieel renovatieproces waarmee ze grote aantallen woningen kunnen renoveren. Zo snijdt het mes aan twee kanten. Een industriële benadering zorgt voor de benodigde capaciteit en kan tegelijkertijd een enorme kostenreductie teweegbrengen, waardoor opschaling weer gemakkelijker wordt. Hoewel het belang van industrieel vervaardigde renovatieconcepten evident is, roept deze ontwikkeling ook vragen op. Wat zijn de spelregels van een nieuw sectormodel waarin industrialisatie mogelijk is? Hoe opereert een industriële onderneming? En voor welke uitdagingen staan industriële aanbieders?

## De belofte van industrialisatie

We spreken van industrialisatie als de nadruk in productieprocessen verschuift van handarbeid naar mechanische arbeid.<sup>1</sup> Hoewel industrialisatie ook op de bouwplaats gerealiseerd kan worden (bijvoorbeeld met 3D-printers), zal de productie van industriële renovatiecomponenten, zoals dak- en gevelmodules, de komende decennia waarschijnlijk in fabrieken plaatsvinden. Door de componenten *off site* te fabriceren, hoeft men de onderdelen daarna enkel nog te assembleren op de bouwplaats. Naast het feit dat het realiseren van grote volumes gemakkelijker wordt, kent een industriële aanpak andere voordelen. Zo kunnen bouwprojecten 20 tot 50% sneller verlopen, waardoor bewoners en omwonenden minder overlast ervaren.<sup>2</sup> Ook biedt een fabrieksmatig productieproces de ideale omstandigheden om de kwaliteit van renovatieconcepten te verhogen: door een gecontroleerde omgeving en repetitie-effecten ontstaan leercurven die leiden tot continue verbetering van producten.<sup>3</sup> Aanbieders worden gestimuleerd hun product te verbeteren in plaats van unieke bouwwerken op te leveren. Daarnaast kan industrialisatie leiden tot een kostprijsreductie van bijna 40%<sup>4</sup>, meer zekerheid over bouw tijden en -kosten<sup>5</sup>, en minder afhankelijkheid van vakkrachten.<sup>6</sup>

Kortom, door een industriële aanpak kan het bouw- of renovatieproces goedkoper worden en meer waarde bieden voor de klant.<sup>7</sup> Sterker nog: deze voordelen komen juist in de woningmarkt naar voren. Woningen zijn, in vergelijking met andere bouwwerken als kantoren en winkels, relatief klein en hebben een sterk repeterend karakter. Hierdoor zijn ze zeer geschikt voor een industrieel renovatieproces.<sup>8</sup> Dit geldt vooral voor rijwoningen, galerijwoningen en portiekwoningen.<sup>9</sup> Het ligt voor de hand om te beginnen met de grondgebonden woningen die gebouwd zijn tussen 1950 en 1995: er zijn in dit segment ongeveer 3 miljoen woningen die industrieel aan te pakken zijn en een groot deel (ca. 40%) van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de gebouwde omgeving veroorzaken.<sup>10</sup> De impact van verduurzamingsactiviteiten is hier dus erg groot. Als parametrisch ontwerpen en digitale aansturing van fabrieken gemeengoed is, is industriële renovatie ook goed mogelijk voor andere woningtypen. Deze digitale innovaties bieden namelijk modificatievrijheid en dus de mogelijkheid tot individueel maatwerk.



## Contouren van een industrieel sectormodel

Om de benodigde schaa sprong te realiseren en het marktpotentieel te verzilveren, zullen aanbiederende partijen op een andere manier moeten opereren.<sup>11</sup> Nu zijn de meeste renovaties eenmalige projecten die ambachtelijk worden uitgevoerd door een verzameling onderaannemers die per project wisselt. Doordat aannemers gericht zijn op unieke projecten moeten ze steeds opnieuw het wiel uitvinden: ze zijn vooral bezig met het managen van eenmalige projecten en niet met de verbetering van producten.<sup>12</sup> In de komende jaren zal de nadruk minder liggen op de 'aannemer' (die projecten aanstuurt) en meer op de 'aanbieder' (die renovatieproducten ontwikkelt). Door producten industrieel te produceren kunnen de kosten omlaag en kan de kwaliteit – via repetitie en leereffecten – continu worden verbeterd. Industriële aanbieders moeten in ieder geval vier interne condities omarmen om een transitie naar een nieuw sectormodel door te maken.

Ten eerste is vergaande ketensamenwerking of -integratie nodig. Dit betekent dat partijen in een productieketen hun deelprocessen op elkaar afstemmen, zodat ze in samenhang een bijdrage leveren aan het totale voortbrengingsproces. Ketensamenwerking zou onder meer vorm kunnen krijgen door de principes van *lean construction*.<sup>13</sup> Het renovatieproces wordt veel efficiënter als de schakels in de keten beter op elkaar aansluiten. McKinsey heeft becijferd dat de totale projectkosten door dergelijke efficiëntieverbeteringen met 20% kunnen dalen.<sup>14</sup> Bovendien is het aannemelijk dat ketensamenwerking de kwaliteit van het eindproduct vergroot.<sup>15</sup> In de huidige renovatiepraktijk heeft de toeleverende industrie enkel een stimulans om het eigen (deel)product te perfectioneren: deelproducten worden nu in allerlei configuraties toegepast, waardoor de invloed op de prestaties van de samengestelde constructie beperkt is.<sup>16</sup> Door ketensamenwerking dragen de partijen samen zorg voor de kwaliteit, waardoor iedere partij gericht is op de verbetering van het eindproduct. Vanwege deze voordelen kiezen sommige aanbieders, zoals Kattera (zie kader), er zelfs voor om verder te gaan dan samenwerking en het hele productieproces in eigendom te hebben.<sup>17</sup>

### **Ketenintegratie: Kattera als lichtend voorbeeld**

Op het gebied van ketenintegratie is het Amerikaanse bedrijf Kattera een lichtend voorbeeld, hoewel het hier over nieuwbouw gaat en niet over renovatie. De Amerikaanse startup bouwt prefab woningen en focust daarbij volledig op ketenintegratie om het productieproces efficiënter in te richten. Kattera beheerst, net als autofabrikant Tesla, vrijwel de gehele toeleveringsketen – van de grondstoffenwinning tot de uiteindelijke verkoop. Op dit moment wordt circa 80% van de benodigde materialen door het bedrijf zelf geproduceerd. Ook heeft Kattera zijn eigen productiefaciliteiten waar bouwdeelen op industriële wijze worden vervaardigd. Door in vaste samenstelling (met eigen fabrieken) te werken, kan men zich volop bezighouden met de verbetering van producten in plaats van het uitvoeren van unieke projecten – een filosofie die wordt aangeduid met het aforisme 'from projects to products'.



Ten tweede dient productinnovatie verankerd te zijn in het productieproces. Zoals gezegd kunnen leereffecten ontstaan als producten steeds in dezelfde productiestraat worden vervaardigd. Dit betekent dat aanbieders zich richten op een beperkt aantal renovatieconcepten dat ze volledig in de vingers hebben. Productinnovatie is dus een direct gevolg van procesinnovatie (industrialisatie van de productie). Toch zijn ook meer ingrijpende vormen van innovatie nodig om de benodigde kostprijzreductie te realiseren. Om industrialisatie te versnellen, dienen aanbiedende partijen niet alleen de bestaande bouwpraktijk te automatiseren, maar ook nieuwe bouw- of renovatietechnieken te introduceren. Het kan hierbij gaan om nieuwe configuraties, zoals de integratie van installaties in bouwdelen, waardoor er later op de bouwplaats geen installateurs nodig zijn. Ook kan men nieuwe producten ontwikkelen die goed passen bij een industrieel productiesysteem, bijvoorbeeld een gevelement dat uit minder bouwproducten bestaat.

Ten derde zijn voor een industrieel productieproces ook andere arbeidskrachten nodig, omdat een deel van de werkzaamheden door robots en computers wordt uitgevoerd. Zo is er steeds meer behoefte aan procesoperators, procesengineers en softwareontwikkelaars. Ook dit vraagt een omslag van de bouwsector. Aanbiedende partijen doen er goed aan samenwerking met onderwijsinstellingen te zoeken om potentiële medewerkers van de juiste vaardigheden te voorzien. Dit betekent niet alleen dat ze meer stageplaatsen moeten aanbieden, maar ook dat de stages aantrekkelijker worden door een nadruk op het leerproces en het inzetten van de nieuwste technologieën.<sup>18</sup> Brede participatie is hierbij van groot belang om een gevarieerde en grote groep talenten aan te trekken. Uiteraard kunnen industriële aanbieders ook investeren in de vaardigheden van *frontline* medewerkers. Dit scholingstraject zou kunnen inzetten om interdisciplinaire vaardigheden die passen bij een industrieel productiesysteem waarbij integratie van technieken steeds belangrijker wordt.<sup>19</sup>

Ten vierde vereist een industrieel sectormodel ook een andere marktoriëntatie. In de toekomst zijn aanbieders waarschijnlijk veel meer gericht op de ontwikkeling van concrete producten en minder op het managen van het renovatieproces (door coördinatie en logistieke planning). Als leveranciers de vrijheid krijgen om met zelfontwikkelde producten te komen, heeft dit gevolgen voor de marketing. Aanbieders zullen veel meer gaan communiceren over de verbetering van hun productfamilies en dus een actievere marktpositie innemen.<sup>20</sup> Ze profileren zich door reclame en door de klant actief te betrekken bij een renovatie. Dit kan bijvoorbeeld door hun concepten aan te bieden in een digitale etalage waarin consumenten de producten kunnen proberen en beoordelen – net als bij IKEA waar je met digitale *tools* een complete woning kunt inrichten. Hiermee is overigens niet gezegd dat aanbieders dit hele proces zelf in handen gaan nemen. Dit kan ook via samenwerkingen met marketeers en renovatiewinkels, die bewonerscommunicatie en planning op zich nemen.



## Routes naar een vernieuwend sectormodel

In het verleden kwamen de meeste innovaties in de bouwsector van de toeleverende industrie. Toeleveranciers waren immers bezig met de ontwikkeling van concrete producten en probeerden deze steeds door te ontwikkelen. Het ligt daarom voor de hand dat deze partijen de transitie naar een industrieel sectormodel zullen aanjagen. In Nederland is Rc Panels een voorbeeld van een bedrijf die op industriële wijze (vernieuwende) renovatieconcepten produceert, terwijl tech-bedrijf Kattera, zoals aangegeven, furore maakt op de woningmarkt met het automatiseren van de bestaande bouwpraktijk. Naast componentenleveranciers zijn er ook aannemers, zoals Dijkstra Draisma in Nederland en Sekisui House in Japan, die kiezen voor een productieproces dat op een industriële leest is geschoeid. Innovatie kan dus van zowel de maakindustrie als traditionele bouwbedrijven komen.

## De industriële onderneming

Nu de contouren van een industriële bouwsector zijn geschetst, werpt de vraag zich op hoe een industriële aanbieder dan opereert. Het is belangrijk om vast te stellen dat een industrieel renovatieproces in de basis uit vijf onderdelen bestaat: (1) conceptontwikkeling, (2) ontwerp, (3) fabricage, (4) transport, (5) assemblage en (6) gebruik. Het renovatieconcept van de aanbieder is hierbij leidend: een soepel renovatieproces begint bij een nauwkeurige geautomatiseerde opname van de woning, waarna het concept van de fabrikant kan worden vertaald naar de woning en gemodificeerd naar de specifieke klantwens (het 'ontwerp'). In de daarvoor gebruikte parametrische *configurator* moet al rekening worden gehouden met fabricage, transport, assemblage en gebruik. Hiermee wordt ook het belang van ketenintegratie duidelijk: voor de samenhang tussen het concept en andere elementen is het essentieel dat de deelprocessen en technische componenten op elkaar zijn afgestemd. Vooral concept en fabricage zijn onlosmakelijk verbonden. Het concept moet namelijk geschikt zijn voor een fabrieksmatig productieproces, zodat de productiestraat kan worden aangestuurd (*file to factory*) binnen vastgestelde toleranties en modificatievrijheden van de productielijn.

De implicatie hiervan is dat het aantal productvarianties beperkt is.<sup>21</sup> Een lopende band kan nu eenmaal minder variatie bieden dan een ambachtsman. Toch moet de productietechniek ruimte laten voor modificatie omdat niet elke klant hetzelfde product wil. Dit is mogelijk door de standaardisatie van deelcomponenten: renovatieproducten zijn opgebouwd uit dezelfde gestandaardiseerde bouwstenen maar bieden oneindig veel variatie door de combinaties van die bouwstenen.<sup>22</sup> Kortom, standaardisatie van elementen betekent niet dat gerenoveerde woningen er gestandaardiseerd uit komen te zien. Idealiter kunnen klanten zelf een product configureren uit een virtuele productfamilie, net als consumenten bij de aanschaf van een auto voor aangepaste functionaliteiten kunnen kiezen. Daarnaast is modificatievrijheid belangrijk om in te kunnen spelen op productaanpassingen. Het is namelijk zaak dat een productielijn niet direct aangepast hoeft te worden als een product veranderingen ondergaat – anders is er na een *design freeze* geen ruimte meer voor productinnovatie.<sup>23</sup>

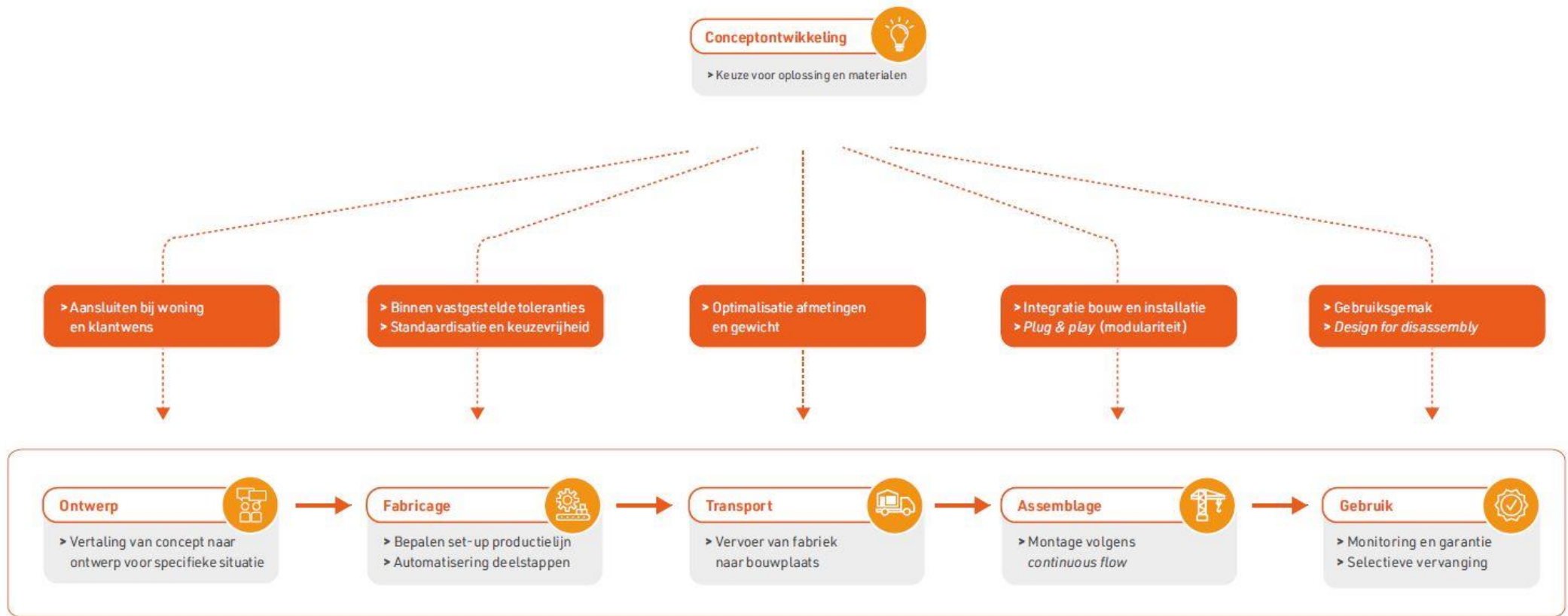
Bij de conceptontwikkeling is doorgaans ook veel aandacht voor transport en assemblage. Bij transport gaat het er vooral om dat het gewicht en de afmetingen van de geprefabriceerde componenten geschikt zijn om te vervoeren.<sup>24</sup> Zo zijn platte gevelpanelen (2D) veel gemakkelijker



te vervoeren dan complete gevelmodules (3D). Bij assemblage is het van belang de werkzaamheden op de bouwplaats terug te dringen, want nu neemt de installatie en afbouw nog ongeveer 50% van de bouwtijd in beslag.<sup>25</sup> Dit kan vooral worden bereikt door de integratie van bouwdelen en installaties, zoals een warmtepomp die in de gevel is verwerkt. Het gebruik van *plug & play* componenten scheelt veel tijd op de bouwplaats en bespaart bovendien kosten doordat er geen experts meer nodig zijn voor de installatie *on site*. Als men op de bouwplaats enkel nog de assemblage doet, vereist dit een andere werkwijze: er is een stabiele en voorspelbare werkstroom (*continuous flow*) nodig tussen verschillende teams, zodat ze niet op elkaar hoeven wachten bij de verschillende stadia van het renovatieproces.<sup>26</sup>

Tot slot is het belangrijk om bij de ontwikkeling van het renovatieconcept ook rekening te houden met de gebruiksfase. Allereerst moet het gebruiksgemak voor de klant al verweven zijn in het concept: de klant hoeft zich niet te verdiepen in de technische details, maar krijgt wel een idee van de gebruiksmogelijkheden van een product (net als bij de ingebruikname van een telefoon of computer).<sup>27</sup> Ook is het raadzaam al bij de conceptontwikkeling aandacht te besteden aan hergebruik (*design for disassembly*) van de componenten. Sommige installaties of componenten van de schil hebben een kortere functionele levensduur, waardoor mutatie nodig is. Hoewel integratie in beginsel op gespannen voet staat met verschillende levensduren, kunnen *plug & play* componenten gemakkelijk worden gedemonteerd. Zo blijven gebouwen ook flexibel en kunnen ze in overeenstemming blijven met een snel veranderende wereld. Tot slot zullen aanbieders ook garanties moeten bieden als ze concrete producten (met prestaties) leveren. Ze leveren meer een dienst (een product met bepaalde prestaties) en hebben dus ook tijdens de gebruiksfase een grotere verantwoordelijkheid.





Figuur 1. Grafische weergave van een industrieel renovatieproces



## De voornaamste uitdagingen

Bij de uitvoering van bovenstaand proces ligt een aantal uitdagingen op de loer. De voornaamste uitdaging is om met een industriële productiewijze een enorme schaal te bereiken en tegelijkertijd maatwerk te blijven leveren (*mass customization*). Dit betekent dat er een groot aantal mogelijkheden en variaties is waaruit klanten kunnen kiezen. Hoewel industrialisatie vaak geassocieerd wordt met standaardisatie en eenheidsworst, is het (theoretisch) mogelijk om maatwerk te bieden bij industrieel renovatieproces. Bij industriële productie gaat het namelijk om industrialisatie van elementen en componenten – en niet om de industrialisatie van de woning als geheel.<sup>28</sup> Een woning is dus een unieke combinatie van gestandaardiseerde componenten en elementen, waardoor maatwerk tot stand kan komen. Op termijn is het zelfs mogelijk om ornamenten aan de verzameling industrieel geproduceerde standaardelementen toe te voegen. Toch is dit in de huidige productiestraten nog niet mogelijk. Bedrijven zullen in de komende jaren fors moeten inzetten op innovaties in productietechniek, materialen en software om industrieel maatwerk te kunnen realiseren.

Verder is industrialisatie uitdagend omdat de transformatie naar een industrieel productieproces enorme investeringen in productiefaciliteiten vergt. Bedrijven zullen die investering alleen rondkrijgen als er zekerheid is over de continuïteit van de vraag.<sup>29</sup> Zonder die continuïteit is de investering in een geautomatiseerde productiestraat te onzeker. Het is daarom belangrijk dat vraagbundeling wordt gefaciliteerd en dat er een continue renovatiestroom op gang komt. Bovendien zal dit proces zich organisch moeten voltrekken. Er is namelijk altijd een risico dat volumes niet meer gehaald worden als de vraag terugloopt. Dit is desastreuus bij te radicale industrialisatie want dan kunnen de afschrijvingskosten hoger worden dan de inkomsten, waardoor het bedrijf niet meer concurrerend is. Verder zal het voor aanbieders ook complex zijn om evoluties van productielijnen te realiseren. Aangezien een productielijn niet meer volledig te modificeren is na ingebruikname, zullen soms meerdere generaties van productielijnen naast elkaar bestaan. Dit moet worden gerealiseerd binnen de financiële en ruimtelijke beperkingen waarvoor de aanbieder zich gesteld ziet.

## Conclusies

Om aan het Klimaatakkoord te voldoen is een significante opschaling van het aantal woningrenovaties nodig. Dit vormt enerzijds een enorme uitdaging voor de bouwsector, anderzijds biedt het een groot marktpotentieel. Waarschijnlijk zal deze kans vooral worden benut door partijen die op een industriële manier produceren en tegelijkertijd maatwerk leveren. Dit is in theoretische zin mogelijk, maar innovaties in productietechniek, materialen en software zijn essentieel om ook in de praktijk maatwerk te kunnen produceren. Ondanks de risico's en grote investeringen, lijkt er een solide *business case* voor industriële ondernemingen. Een industrieel productieproces kan er namelijk voor zorgen dat de kosten dalen (door de schaal), de kwaliteit van renovatieproducten verbetert (door repetitie-effecten) en dat de afhankelijkheid van vakkrachten vermindert (door automatisering). Er lijkt sprake van een win-win-win: meer inkomsten voor aanbiedende partijen, fijnere woningen en dat zonder het klimaat te belasten. De vraag is uiteraard of de grote industrialisatie van de bouw- en renovatiesector zich daadwerkelijk zal voltrekken. De roep om industrialisatie klinkt namelijk al jaren. Toch wordt beweerd dat de tijd rijp is voor industrialisatie, omdat digitale hulpmiddelen juist nu tot wasdom zijn gekomen.<sup>30</sup>



## Waar staan we nu?

Tot nu toe zijn in Nederland ongeveer 5.600 woningen op industriële wijze gerenoveerd naar nul-op-de-meter.<sup>31</sup> Een eigen rondgang langs innovatieve aanbieders wees uit dat we in Nederland tussen de 5.000 en 10.000 woningen per jaar op industriële wijze kunnen renoveren. Daarbij moet aangetekend worden dat dit de maximale capaciteit van fabrieken betreft, maar dat de vraag nog niet groot genoeg is om die capaciteit daadwerkelijk te gebruiken. Bovendien hangt de inventarisatie van het aantal industriële renovaties ook sterk af van de definitie van 'industrialisatie'. In dit geval is uitgegaan van een fabrieksmatig productieproces waarbij componenten *off site* worden geproduceerd en een aantal handelingen is geautomatiseerd. De rondgang langs industriële marktpartijen laat zien dat er nog een lange weg te gaan is: de huidige capaciteit is nog lang niet groot genoeg om de enorme renovatieopgave het hoofd te bieden. Een belangrijke vervolgvraag – voor zowel kennisinstellingen als marktpartijen – is via welke aanpak de benodigde opschaling vorm kan krijgen.

*Met dank aan Jan Willem van de Groep (Factory Zero), Jos Lichtenberg (Slimbouwen), Marjet Rutten (Constructief), Rik van Dieren (De Modulefabriek), Jonathan Reitsma (Stroomversnelling) en Gerard de Leede (Solarge).*





## Referenties

- <sup>1</sup> Van den Thillart, C. C. A. M. (2002). *Consumentgerichte industrialisatie in de woningbouwsector*. Delft: Uitgeverij Eburon.
- <sup>2</sup> McKinsey & Company. (2019). *Modular Construction: From Projects to Products*. Capital Projects and Infrastructure.
- <sup>3</sup> De Ridder, H. (2011). *LEGOLisering van de bouw: Industrieel maatwerk in een snel veranderende wereld*. Haarlem: MGMC BV.
- <sup>4</sup> McKinsey & Company. (2017). *Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity*.
- <sup>5</sup> Ibid.
- <sup>6</sup> ING Economisch Bureau. (2018). *ConTech: Technologie in de bouw – bouw digitaliseert volop maar industrialiseert nauwelijks*.
- <sup>7</sup> Van Houte, C. (2017). *Industrialisatie van de bouw*. De RuwBouw Groep.
- <sup>8</sup> Van den Thillart, C. C. A. M. (2002). *Consumentgerichte industrialisatie in de woningbouwsector*. Delft: Uitgeverij Eburon.
- <sup>9</sup> Stroomversnelling. (2018). *Gebouwde omgeving van het gas af: versnelling marktinitiatieven*.
- <sup>10</sup> Ibid.
- <sup>11</sup> ABN Amro. (2015). *Industrialisering in de bouw: van nut naar noodzaak*.
- <sup>12</sup> De Ridder, H. (2011). *LEGOLisering van de bouw: Industrieel maatwerk in een snel veranderende wereld*. Haarlem: MGMC BV.
- <sup>13</sup> Van Bouwhuijsen, W. J. M. J. (2014). *The Value of Lean Construction: A Model of Performance Measurement for Lean Building Projects*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- <sup>14</sup> McKinsey & Company. (2017). *Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity*.
- <sup>15</sup> Bryan, B., & Goodman, M. (2006). *Systeemdenken: ontdekken van onze organisatiepatronen*. Den Haag: Academic Service.
- <sup>16</sup> Van den Thillart, C. C. A. M. (2002). *Consumentgerichte industrialisatie in de woningbouwsector*. Delft: Uitgeverij Eburon.
- <sup>17</sup> McKinsey & Company. (2019). *Modular Construction: From Projects to Products*. Capital Projects and Infrastructure.
- <sup>18</sup> McKinsey & Company. (2017). *Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity*.
- <sup>19</sup> Idem.
- <sup>20</sup> De Ridder, H. (2011). *LEGOLisering van de bouw: Industrieel maatwerk in een snel veranderende wereld*. Haarlem: MGMC BV.
- <sup>21</sup> McKinsey & Company. (2019). *Modular Construction: From Projects to Products*. Capital Projects and Infrastructure.
- <sup>22</sup> De Ridder, H. (2011). *LEGOLisering van de bouw: Industrieel maatwerk in een snel veranderende wereld*. Haarlem: MGMC BV.
- <sup>23</sup> Goh, E., & Loosemore, M. (2016). The Impact of Industrialisation on Construction Subcontractors: A Resource Based View. *Construction Management and Economics*, 35(5), 288-304.
- <sup>24</sup> McKinsey & Company. (2019). *Modular Construction: From Projects to Products*. Capital Projects and Infrastructure.
- <sup>25</sup> Van Houte, C. (2017). *Industrialisatie van de bouw*. De RuwBouw Groep.



<sup>26</sup> McGraw-Hill Construction. (2011). *Prefabrication and Modularization: Increasing Productivity in the Construction Industry*.

<sup>27</sup> De Ridder, H. (2011). *LEGOlisering van de bouw: Industrieel maatwerk in een snel veranderende wereld*. Haarlem: MGMC BV.

<sup>28</sup> Idem.

<sup>29</sup> Stroomversnelling. (2018). Gebouwde omgeving van het gas af: versnelling marktinitiatieven.

<sup>30</sup> McKinsey & Company. (2019). *Modular Construction: From Projects to Products*. Capital Projects and Infrastructure.

<sup>31</sup> Stroomversnelling. (2019). Marktmonitor nul-op-de-meter.

### Contact

**Bouwe Meijer**

**E** [bouwe@tki-urbanenergy.nl](mailto:bouwe@tki-urbanenergy.nl)

**T** [www.tki-urbanenergy.nl](http://www.tki-urbanenergy.nl)

