

Het juiste woningconcept voor ieder project

Versnelling van de bouwproductie en kwaliteit door inzicht in woningconcepten

Koolwijk, J.S.J.; Wamelink, J.W.F.

Publication date

2023

Document Version

Final published version

Citation (APA)

Koolwijk, J. S. J., & Wamelink, J. W. F. (2023). *Het juiste woningconcept voor ieder project: Versnelling van de bouwproductie en kwaliteit door inzicht in woningconcepten*. Delft University of Technology.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable). Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights. We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Het juiste woningconcept voor ieder project



Het juiste woningconcept voor ieder project

Versnelling van de bouwproductie en kwaliteit door inzicht in
woningconcepten

door

Dr. ir. Jelle Koolwijk
Prof. dr. ir. Hans Wamelink

Met ondersteuning van

Nina Kunstman

In opdracht van



conceptueel bouwen



Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties

14 juli 2023

Aan dit onderzoek hebben deelgenomen
BrabantWonen, Domijn, Parteon, Wonen Limburg, Heijmans, Trebbe, Van Wanrooij,
In The Middle Of Our Street (ITMOOS), StartBlock, Tala, Elements Netherlands, Fijn Wonen

Afbeeldingen voorzijde rapport van linksboven naar rechtsonder:
Tala Flex, Heijmans Huiskamer, Trebbe NieuwePortiek,
Startblock Tree, Fijn Wonen 2 lagen en kap, Van Wanrooij Optio.



Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting.....	6
1 Inleiding	9
1.1 Leeswijzer.....	9
2 Aanpak	10
2.1 Deelnemers	10
2.2 Dataverzameling	11
2.3 Data analyse.....	11
2.4 Operationaliseren en visualisatie van eigenschappen	11
3 Productiestrategie en -methode conceptaanbieders	12
3.1 Productiestrategie conceptaanbieders anders dan in traditionele bouw	12
3.2 Productiemethoden conceptaanbieders: semi-traditioneel en montage.....	13
3.3 Geometrie en complexiteit van bouwelementen	14
3.4 Voorbeelden van productiemethoden gebruikt door conceptaanbieders	14
3.5 Modulaire bouw, wat wordt daar eigenlijk mee bedoeld?	14
4 Selecteren van conceptaanbieders	15
4.1 Selecteren van conceptaanbieders	15
4.2 Selectiemethode	16
5 Relevante eigenschappen	17
5.1 Relevante eigenschappen benoemd in de literatuur.....	17
5.2 Relevante eigenschappen uit de interviews	18
6 Uitwerking eigenschappen	20
6.1 Geschiktheid woningconcept.....	20
6.2 Mogelijkheid om af te wijken van het woningconcept	22
6.3 Prijs en Total Cost of Ownership	23
6.4 Duurzaamheid en Circulariteit	23
6.5 Ervaring	27
6.6 Productiecapaciteit.....	28
6.7 Productiesnelheid	29
6.8 Industrialisatie	30
6.9 Aanvullende diensten.....	31
6.10 Kwaliteitsmanagement, communicatiesysteem en overdracht van eigendom.....	32
7 Visualisatie	34
7.1 Duurzaamheid en Circulariteit.....	34
7.2 Overige meetbare eigenschappen	36
Referenties	39

Lijst van tabellen en figuren

Tabel 1. Deelnemers aan dit onderzoek	10
Tabel 2. In literatuur genoemde eigenschappen	17
Tabel 3. Tijdens interview genoemde eigenschappen.....	18
Tabel 4. Elementen waarop woningconcepten kunnen verschillen in de vormgeving.....	20
Tabel 5. Componenten waarop aanbieders van woningconcepten mogelijk afwijkingen toestaan	22
Tabel 6. Aanvullende diensten die afnemers kunnen ontzorgen	31
Tabel 7. Drie aanbieders vergeleken ten aanzien van Duurzaamheid en Circulariteit	35
Tabel 8. Duurzaamheid en Circulariteit - transformatie schalen ten behoeve van visualisatie	35
Tabel 9. Schalen voor het meten van Ervaring, Productiecapaciteit, Productietijd en Levertijd	36
Tabel 10. Drie aanbieders vergeleken ten aanzien van Ervaring, Productiecapaciteit, Productietijd, Levertijd, Industrialisatie en Kwaliteitsmanagement	37
Figuur 1. Stappen om eigenschappen te visualiseren.....	11
Figuur 2. Geometrie en complexiteit bouwelementen (Betram et al. 2019)	14
Figuur 3. Selecteren van conceptaanbieders.....	16
Figuur 4. Meetmethoden die HNN beoogt te integreren (bron: Verhulst et al. 2023)	26
Figuur 5. In de fabriek van Fijn Wonen kunnen 2500 tot 3500 woningen per jaar worden geproduceerd. ...	28
Figuur 6. De Roots van Startblock kan in 1 dag worden geplaatst	29
Figuur 7. Voorbeeld radardiagram waarin aanbieders worden vergeleken ten aanzien van de eigenschappen	34
Figuur 8. Voorbeeld radardiagram Duurzaamheid en Circulariteit.....	36
Figuur 9. Voorbeeld radardiagram Ervaring, Productiecapaciteit, Productietijd, Levertijd, Industrialisatie en Kwaliteitsmanagement.....	38

Voorwoord

Dit rapport beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de mogelijkheden om woningconcepten onderling vergelijkbaar te maken. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en het Netwerk Conceptueel Bouwen (NCB).

In de huidige markt zijn er talloze aanbieders van woningconcepten, met een grote variëteit aan verschijningsvormen en onderlinge verschillen. Uit ons onderzoek is gebleken dat opdrachtgevers het moeilijk vinden om onderscheid te maken tussen deze verschillende aanbieders. Bovendien geven de conceptaanbieders zelf aan dat ze liever worden gezien als producenten dan als aannemers. Het doel van dit onderzoek was dan ook het ontwikkelen van een hulpmiddel waarmee opdrachtgevers de relevante eigenschappen van verschillende woningconcepten kunnen identificeren en in kaart kunnen brengen. Dit hulpmiddel biedt een overzichtelijke en gestructureerde aanpak om opdrachtgevers te ondersteunen bij het maken van weloverwogen beslissingen bij het kiezen van een aanbieder die het beste aansluit bij hun behoeften.

In dit rapport presenteren we de resultaten van ons onderzoek, inclusief de ontwikkeling en toepassing van het hulpmiddel. We gaan in op de belangrijkste eigenschappen en criteria die relevant zijn voor opdrachtgevers bij het selecteren van een conceptaanbieder.

Het rapport kan een waardevolle bijdrage leveren aan het vereenvoudigen van het keuzeproces voor opdrachtgevers en het bevorderen van een succesvolle implementatie van conceptuele woningbouw in Nederland. Tegelijkertijd beseffen we dat dit rapport slechts een eerste stap is. We spreken de hoop uit dat Het Netwerk Conceptueel bouwen samen met het ministerie de voorgestelde methode verder zal professionaliseren en implementeren in de Conceptenboulevard van het NCB.

We danken het Ministerie van Binnenlandse Zaken en het Netwerk Conceptueel Bouwen voor het mogelijk maken van dit onderzoek. Daarnaast danken we alle betrokken partijen die hebben bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport, inclusief de opdrachtgevers en conceptaanbieders die hun waardevolle inzichten en ervaringen hebben gedeeld.

Delft, 14 juli 2023

Jelle Koolwijk
Hans Wamelink

Samenvatting

Aanleiding

In Nederland worden te weinig woningen geproduceerd om aan de vraag te voldoen. Conceptuele woningbouw biedt voor een deel van de opgave de kans om de productie te verhogen en te versnellen. In de markt is een grote variëteit van conceptaanbieders aanwezig. Conceptuele woningen worden in veel verschillende verschijningsvormen aangeboden en ook de aanbieders van deze woningen tonen onderling verschillen. Uit dit onderzoek blijkt dat opdrachtgevers het lastig vinden om onderscheid te maken tussen de verschillende aanbieders. Daarnaast geven conceptaanbieders aan dat ze als producent gezien willen worden en niet als aannemer.

Het doel van dit onderzoek was de ontwikkeling van een hulpmiddel waarmee voor afnemers relevante eigenschappen van verschillende woningconcepten in kaart kunnen worden gebracht.

De hoofdvraag van dit onderzoek is:

Hoe onderscheiden de in Nederland beschikbare woningconcepten zich op voor opdrachtgevers relevante eigenschappen?

Met dit onderzoek hebben we eigenschappen geïdentificeerd op basis waarvan opdrachtgevers op een eenvoudige wijze potentiële aanbieders en concepten kunnen selecteren. De eigenschappen zullen worden opgenomen in de Conceptenboulevard.nl van het Netwerk Conceptueel Bouwen (NCB), een online platform, waarop woningconcepten met elkaar kunnen worden vergeleken.

Met dit onderzoek trachten we de woningbouw opgave te versnellen doordat opdrachtgevers makkelijker een preselectie kunnen maken van partijen die geschikt zijn voor een bepaalde opgave.

Aanpak

Het doel van dit onderzoek is om relevante eigenschappen van verschillende woningconcepten in kaart te brengen en deze te vertalen naar een hulpmiddel. Om dit doel te bereiken is gebruik gemaakt van een kwalitatieve onderzoeksopzet bestaande uit de volgende activiteiten:

1. Een literatuurstudie naar de classificaties van woningconcepten, de barrières en drivers die worden ervaren bij de toepassing van woningconcepten en relevante eigenschappen die men gebruikt in selectieprocessen.
2. Het voeren van een aantal verkennende gesprekken met experts om te inventariseren hoe opdrachtgevers besluiten nemen tijdens de selectie van concepten en welke onderwerpen men relevant vindt.
3. Het opstellen van de eerste versie van een raamwerk van relevante eigenschappen op basis van de bestudeerde literatuur en de gevoerde gesprekken. Dit conceptraamwerk is de basis geweest voor het opstellen van het interviewprotocol.
4. Het interviewen van 21 mensen van 12 organisaties (zowel aanbieders en afnemers). De interviews zijn volledig uitgeschreven en samen met aanvullende documenten geanalyseerd. Hiervoor is ATLAS TI software gebruikt om op een systematische wijze de interviews en documenten te analyseren.
5. De relevante eigenschappen zijn geïdentificeerd en, zo mogelijk, meetbaar gemaakt en is het definitieve raamwerk opgesteld.
6. De eigenschappen zijn gevisualiseerd.
7. Een validatie van de bevindingen door een klankbordgroep van afnemers, aanbieders en experts.
8. Tot slot is het definitieve rapport opgemaakt.

Resultaten

Conceptaanbieders produceren hoofdzakelijk volgens het configure-to-order (CTO) principe. In CTO wordt een product geassembleerd of samengesteld met behulp van standaardcomponenten/-oplossingen en standaard variaties. Het ontwerpen, produceren en realiseren op basis van een CTO-principe biedt voordelen zoals sneller bouwen, minder bouwafval, hogere kwaliteit, hogere veiligheid, hoger lerend vermogen en meer duurzaamheid. Echter, de mogelijkheden om een woningconcept volgens de specifieke vereisten van de afnemer te configureren kan in de praktijk beperkt zijn omdat er met standaardcomponenten wordt gewerkt.

Uit het onderzoek blijkt dat er een grote variëteit aan woningconcepten wordt aangeboden. Dit komt hoofdzakelijk doordat aanbieders verschillende manieren van produceren hanteren. Aan de ene kant van het spectrum zijn er aanbieders die semi-traditioneel bouwen met veel verschillende mogelijke configuraties. Aan de andere kant van het spectrum vinden we aanbieders die woningen volledig in een fabriek produceren met in veel gevallen een beperkt aantal mogelijke configuraties. De mogelijkheid om af te wijken van de standaardconfiguraties wordt door de meeste producenten uitgesloten omdat dit tegen de principes van Configure-To-Order (CTO) in gaat.

Het CTO principe vraagt van de afnemer dat het bouwproces, van initiatief tot en met beheer/onderhoud, anders wordt ingericht dan men traditioneel gewend was. In de preselectie moet rekening worden gehouden met de eigenschappen van een woningconcept en van de aanbieder. Er is namelijk reële kans dat bepaalde woningconcepten niet aan de eisen kunnen voldoen. In de ideale situatie wordt er een preselectie van conceptaanbieders gedaan die een product kunnen leveren dat past bij de eisen van de stakeholders en bij de ruimtelijke randvoorwaarden. Vervolgens worden één of meerdere geschikte conceptaanbieders in de vroege ontwerpfase van het project betrokken om verder te onderzoeken of het woningconcept aan de eisen voldoet.

Op basis van literatuur en de analyse van de interviews is een lijst met relevante eigenschappen opgesteld op basis waarvan een preselectie van conceptaanbieders kan worden uitgevoerd. Deze eigenschappen staan beschreven in de volgende tabel en betreffen enerzijds het woningconcept en anderzijds de aanbieder.

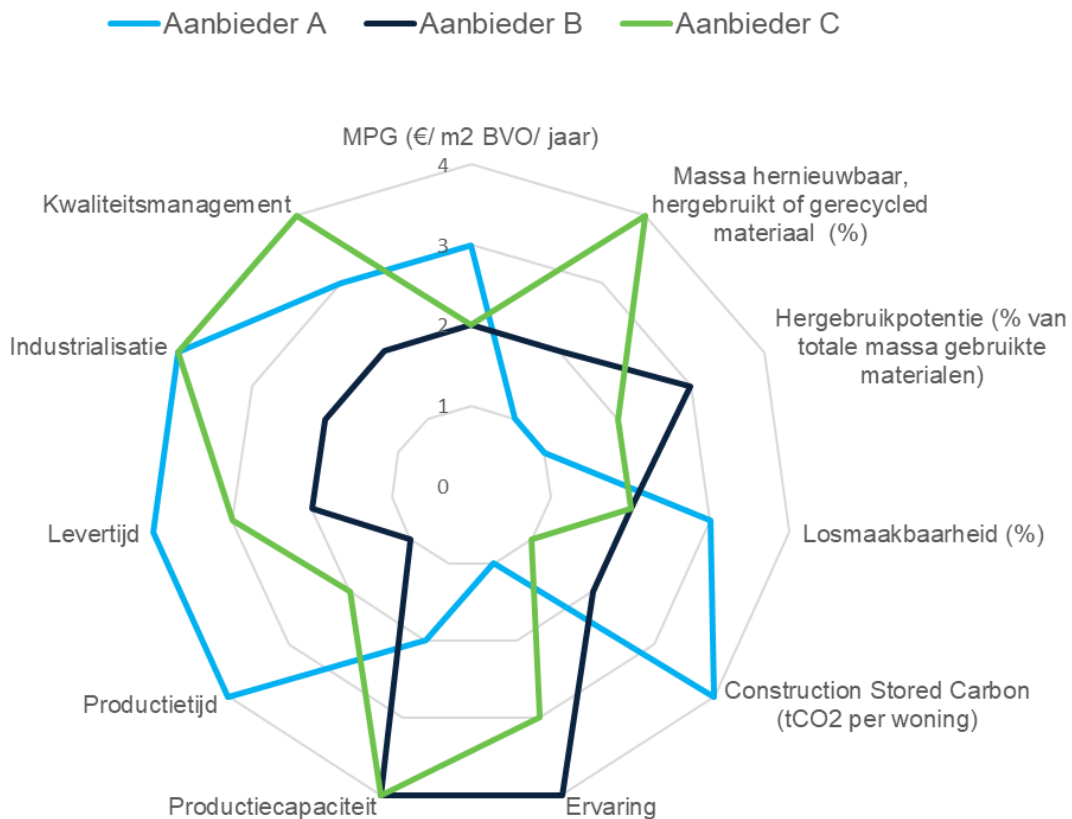
Eigenschap	Omschrijving
Geschiktheid woningconcept	Elementen op basis waarvan een eerste toets kan worden uitgevoerd of een woningconcept geschikt is voor de locatie en de behoeften van de afnemer.
Mogelijkheid om af te wijken van het woningconcept	Elementen van een woning op basis waarvan een aanbieder afwijkingen van het standaardconcept toestaat.
Duurzaamheid	Milieu impact van het woningconcept, gemeten in MPG, BCI, CSC en percentage hernieuwbare en hergebruikte materialen.
Prijs en total costs of ownership (TCO)	De eenheidsprijs (per m ² GBO) voor de bouw van een woning en aanvullende prijsvoorwaarden (prijsvast termijn, index). De TCO is het totaalbedrag aan kosten voor de aanschaf en het bezit van een woning gedurende de hele levenscyclus.
Ervaring	De prestatiegeschiedenis van een conceptaanbieder uitgedrukt in het aantal jaren dat een woningconcept op de markt is en het gemiddeld aantal woningen dat de afgelopen drie jaar is opgeleverd.
Industrialisatie	De mate waarin het woningconcept met een geïndustrialiseerd productieproces tot stand wordt gebracht.
Productiecapaciteit	De productiecapaciteit is het volume aan woningen dat door een aanbieder kan worden geproduceerd volgens een woningconcept met behulp van de huidige middelen in een jaar tijd.
Productiesnelheid	De snelheid waarmee een woning kan worden geleverd, uitgedrukt in productietijd en lead time, en het aantal woningen dat per week kan worden gerealiseerd.
Aanvullende diensten	Het vermogen van de aanbieder om additionele diensten te leveren die de klant kunnen ontzorgen.

Kwaliteitsmanagement, communicatiesysteem en overdracht van eigendom

Het vermogen van de aanbieder om consistent te voldoen aan de kwaliteitsspecificaties. De manier waarop dat (conform WKB-eisen) wordt vastgelegd en gecommuniceerd met behulp van een managementsysteem. De service levels (SLA) die worden beloofd door de conceptaanbieder als het product gerepareerd of vervangen moet worden (nazorg). Rapportages waarmee het naleven van de SLA kan worden aangetoond.
Het communicatiesysteem van de aanbieder dat onder meer informatie geeft over de voortgang van de productie (in de fabriek en/of op de bouwplaats). De manier waarop de overdracht van het eigendom is geborgd.

Tijdens het onderzoek kwamen er ook eigenschappen naar voren die lastig meetbaar te maken zijn of waarover de meeste conceptaanbieders geen informatie willen delen. De mogelijkheid om af te kunnen wijken van het concept wordt relevant geacht door opdrachtgevers, maar blijkt lastig meetbaar door de grote verscheidenheid in mogelijkheden die door conceptaanbieders worden geboden. Ten aanzien van de prijs is geconstateerd dat conceptaanbieders het moeilijk vinden hierover informatie te delen. Het verschilt per situatie welke (commerciële) prijs aanbieders hanteren. Omdat beide aspecten in de literatuur en door de geïnterviewden als relevant worden gezien, worden ze benoemd in dit rapport.

Tot slot zijn de eigenschappen geoperationaliseerd en wordt de methode beschreven waarmee ze gevisualiseerd kunnen worden. Deze methode kan worden toegevoegd aan de Conceptenboulevard.nl van het Netwerk Conceptueel Bouwen. Het grote voordeel van de voorgestelde methode is dat deze het mogelijk maakt om in één oogopslag verschillende aanbieders te vergelijken op basis van diverse relevante criteria. Dit wordt bereikt door middel van een zogenaamd radardiagram. Hieronder vindt u een voorbeeld van een dergelijk diagram.



1 Inleiding

Nederland produceert te weinig woningen om aan de vraag te voldoen. Conceptuele woningbouw biedt voor een deel van de opgave de kans om de productie te verhogen en te versnellen. Conceptuele woningbouw kenmerkt zich door te werken vanuit herhaalbare bouwoplossingen, die per project kunnen inspelen op de behoeften van de bewoners, de locatie en de afnemer. In de markt is een groot aantal, onderling onderscheidende conceptaanbieders aanwezig, die woningconcepten in verschillende verschijningsvormen aanbieden.

Afnemers geven aan het lastig te vinden om onderscheid te maken tussen de verschillende conceptaanbieders en hun producten. Tegelijkertijd geven de conceptaanbieders op hun beurt aan dat ze als producent gezien willen worden en niet als traditionele aannemer.

Het doel van dit onderzoek is de basis te leggen voor de ontwikkeling van een hulpmiddel waarmee de voor afnemers relevante eigenschappen van de woningconcepten in kaart worden gebracht. Op termijn kunnen deze eigenschappen in de Conceptenboulevard.nl van het Netwerk Conceptueel Bouwen (NCB) worden opgenomen om het selectieproces voor opdrachtgevers te ondersteunen.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

Hoe onderscheiden de in Nederland beschikbare woningconcepten zich op voor opdrachtgevers relevante eigenschappen?

Subvragen:

1. Welke concepten zijn beschikbaar in de Nederlandse woningbouwmarkt?
2. Over welke eigenschappen van de woningconcepten hebben opdrachtgevers informatie nodig?
3. Hoe scoren de woningconcepten op de verschillende eigenschappen?
4. Hoe kunnen de overeenkomsten en verschillen tussen de concepten op een voor opdrachtgevers relevante wijze gevisualiseerd worden?

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van dit onderzoek nader toegelicht. Daarna worden de resultaten beschreven in hoofdstuk 3 tot en met 6. In hoofdstuk 3 worden uitgelegd hoe woningconcepten kunnen worden geclassificeerd aan de hand van de gehanteerde productiestrategie en -methode. In hoofdstuk 4 wordt beschreven hoe het selectieproces van conceptaanbieders eruit zou moeten zien omdat conceptaanbieders een andere productiestrategie hanteren dan traditionele aannemers. Dit selectieproces vormt het kader waarbinnen de eigenschappen van conceptaanbieders kunnen worden gebruikt ten behoeve van een preselectie. In hoofdstuk 5 worden de relevante eigenschappen, die vanuit de literatuur en interviews naar voren zijn gekomen, uiteengezet. In hoofdstuk 6 zijn de relevante eigenschappen beschreven en geoperationaliseerd. Hoofdstuk 7 gaat vervolgens in op hoe de eigenschappen gevisualiseerd kunnen worden.

2 Aanpak

Het doel van dit onderzoek is om relevante eigenschappen van verschillende conceptaanbieders in kaart te brengen en deze te vertalen naar een hulpmiddel. Om dit doel te bereiken is een kwalitatieve onderzoeksopzet toegepast die bestond uit de volgende activiteiten:

1. Een literatuurstudie die antwoord geeft op de vragen:
 - (1) Hoe kunnen we woningconcepten classificeren op basis van de manier van produceren?
 - (2) Wat zijn barrières en drivers voor de toepassing van conceptuele woningbouw?
 - (3) Welke algemeen relevante selectiecriteria onderscheidt men in de literatuur?
2. Het voeren van een aantal verkennende gesprekken met experts om te inventariseren hoe opdrachtgevers besluiten nemen tijdens de selectie van concepten en welke onderwerpen men relevant vindt.
3. Het opstellen van de eerste versie van een raamwerk van relevante eigenschappen op basis van de bestudeerde literatuur en de gevoerde gesprekken. Dit conceptraamwerk is de basis geweest voor het opstellen van het interviewprotocol.
4. Het interviewen van 21 mensen van 12 organisaties (zowel aanbieders en afnemers). De interviews zijn volledig uitgeschreven en samen met aanvullende documenten geanalyseerd. Hiervoor is ATLAS TI software gebruikt om op een systematische wijze de interviews en documenten te analyseren.
5. De relevante eigenschappen zijn geïdentificeerd en, zo mogelijk, meetbaar gemaakt en is het definitieve raamwerk opgesteld.
6. De eigenschappen zijn gevisualiseerd.
7. Een validatie van de bevindingen door een klankbordgroep van afnemers, aanbieders en experts.
8. Tot slot is het definitieve rapport opgemaakt.

2.1 Deelnemers

Voor dit onderzoek zijn interviews afgenomen met 7 personen die werkzaam zijn bij afnemers en 14 personen die werkzaam zijn bij aanbieders van woningconcepten (zie Tabel 1). De afnemers zijn geselecteerd op basis van hun recente ervaringen bij het selecteren van aanbieders van woningconcepten. Bij de selectie van aanbieders is gekeken naar onderdelen waarop woningconcepten kunnen verschillen, zoals de wijze waarop de woningen worden vervaardigd op de bouwplaats, de geometrie van de (bouw)elementen en het materiaal waarvan de draagconstructie van de woning is vervaardigd. Daarnaast is gekeken naar aanbieders met relatief veel en weinig ervaring.

Tabel 1. Deelnemers aan dit onderzoek

Organisatie	Aantal	Type / ervaring	Productiewijze op bouwplaats	Materiaalgebruik hoofddraagconstructie
Brabant Wonen	1	Afnemer		
Domijn	4	Afnemer		
Parteon	1	Afnemer		
Wonen Limburg	1	Afnemer		
Heijmans	2	Aanbieder / veel	Semi-traditioneel	Kalkzandsteen/beton
Trebbe	1	Aanbieder / veel	Semi-traditioneel	Kalkzandsteen/beton alternatief: HSB
Van Wanrooij	3	Aanbieder / veel	Semi-traditioneel	Kalkzandsteen
ITMOOS	1	Aanbieder / weinig	Montage 2D-elementen	CLT
Startblock	2	Aanbieder / weinig	Montage volledige woning	CLT
Tala	1	Aanbieder / weinig	Montage 3D-elementen	CLT

Elements Netherlands	1	Aanbieder / weinig	Montage 3D-elementen	Staal
Fijn Wonen (Van Wijnen)	3	Aanbieder / weinig (/ veel)	Montage 2D- en 3D-elementen	Betonskelet

2.2 Dataverzameling

Een interview duurde gemiddeld 1 tot 1,5 uur. Tijdens het interview werd een interviewprotocol als leidraad gebruikt. Dit protocol was gebaseerd op de eigenschappen die uit de literatuur naar voren zijn gekomen. Deze is echter niet limitatief gebruikt. Dit betekent dat er ook ruimte voor de deelnemers was om zelf onderwerpen naar voren te brengen die zij relevant achtten voor het onderzoek.

De interviews zijn opgenomen met Teams of met een digitale recorder wanneer deze fysiek plaatsvonden. De opnames zijn omgezet naar volledige transcripties met behulp van de transcriptietool Amberscript en vervolgens gecontroleerd op volledigheid en fouten door de onderzoeksassistent.

De deelnemers hebben in veel gevallen relevante documenten met de onderzoekers gedeeld, bijvoorbeeld aanbestedingsleidraden en beschrijvingen van de woningconcepten.

De deelnemers aan de interviews hebben voorafgaand aan het onderzoek schriftelijke toestemming gegeven voor het opnemen van het interview het gebruik van de data voor wetenschappelijk onderzoek en de wijze waarop gegevens in dit rapport gedeeld mogen worden. Om de deelnemers en hun privacy te beschermen, zijn de gebruikte citaten geanonimiseerd en de namen van de deelnemers alleen bekend bij de onderzoekers.

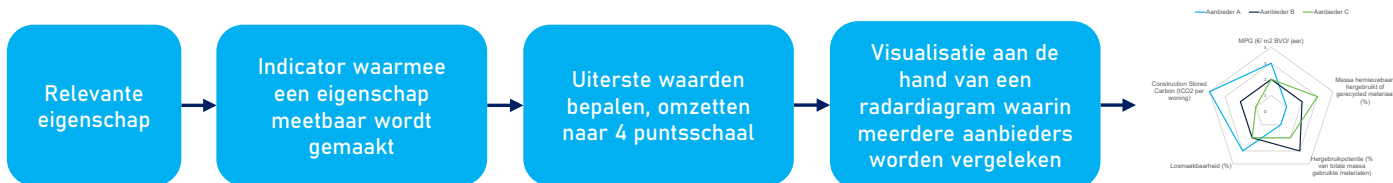
2.3 Data analyse

De interviews zijn samen met aanvullende documenten zoals selectieleidraden geanalyseerd ten aanzien van de relevante eigenschappen en indicatoren. Voor het coderen van de data is ATLAS TI software gebruikt. Het coderen is gedaan op basis van de concepten die staan beschreven in hoofdstuk 3, 4 en 5.

2.4 Operationaliseren en visualisatie van eigenschappen

Om de relevantie eigenschappen van woningconcepten en aanbieders te kunnen visualiseren, moeten de eigenschappen eerst worden geoperationaliseerd. Operationaliseren houdt in dat een eigenschap meetbaar is gemaakt door concrete, observeerbare indicatoren te selecteren die representatief zijn voor deze eigenschap. Hierbij kan het voorkomen dat een eigenschap met meer dan één indicator wordt beschreven. De duurzaamheid van een woningconcept kan bijvoorbeeld meetbaar worden gemaakt door gebruik te maken van de Milieu Prestatie Gebouwen (MPG) en de Building Circularity Index (BCI). De wijze waarop indicatoren zijn geoperationaliseerd staat beschreven in hoofdstuk 6 en 7.

Op basis van indicatoren kunnen de verschillen tussen aanbieders visueel worden gemaakt. In dit onderzoek is ervoor gekozen om alle indicatoren te vertalen naar een vierpuntsschaal zodat ze vervolgens in een overzicht getoond kunnen worden. De MPG is bijvoorbeeld omgezet door eerst de uiterste waarden te bepalen, bijvoorbeeld 0,35 en 0,8 voor de MPG, en deze vervolgens in 4 gelijke categorieën te verdelen. De visualisatie is terug te vinden in hoofdstuk 7.



Figuur 1. Stappen om eigenschappen te visualiseren

3 Productiestrategie en -methode conceptaanbieders

3.1 Productiestrategie conceptaanbieders anders dan in traditionele bouw

In het traditionele bouwproces werken producenten en afnemers volgens het Engineer-to-Order (ETO) principe. Hierin staat het maken van unieke en op maat gemaakte woningen op basis van specifieke vereisten centraal. Kenmerkend voor dit proces is dat de opdrachtgever eerst een architect en een aantal adviseurs contracteert om het ontwerp te maken. Pas nadat het ontwerp gereed is, selecteert de opdrachtgever een aannemer om het werk in te kopen en te realiseren conform de unieke beschrijvingen die zijn opgesteld door de architect en de adviseurs.

Aanbieders van woningconcepten werken in de regel volgens een ander principe, namelijk die van Configure-to-Order (CTO). CTO is een productiestrategie waarin een product wordt geassembleerd of samengesteld met behulp van standaardcomponenten/-oplossingen en standaard variaties (Chopra & Meindl, 2010; Segerstedt & Olofsson, 2010). Het ontwerpen, produceren en realiseren op basis van een CTO-productiestrategie biedt voordelen zoals sneller bouwen, minder bouwafval, hogere kwaliteit, hogere veiligheid, hoger lerend vermogen en meer duurzaamheid (Masood et al., 2022). Echter, de mogelijkheden om een woningconcept volgens de specifieke eisen van de afnemer te configureren zal in de praktijk beperkt zijn, juist omdat de aanbieder werkt volgens eigen standaarden. De mogelijkheid om af te wijken van de standaardoplossing sluit men in de regel uit of is (zeer) beperkt omdat dit tegen de principes van CTO in gaat. De mate waarin verschilt echter van aanbieder tot aanbieder.

ETO vereist doorgaans een complexer ontwerpproces en productieproces dan een CTO-proces, aangezien bij een ETO in verhouding tot CTO meer nieuwe/innovatieve dan routinematige taken moeten worden uitgevoerd. Bij een CTO hoeft naar verhouding dus minder tijd te worden besteed aan het ontwerpen van oplossingen en het bedenken welke 'op maat' dan wel 'standaard' componenten gebruikt moeten worden. De grootste uitdaging bij een CTO-product zit meer in de planning en organisatie van vooraf gedefinieerde processen (Schierholt, 1999). In het ontwerp- productie- en bouwproces kunnen hierdoor besparingen worden gerealiseerd. Zo kan het ontwerpproces verregaand worden geautomatiseerd en kan de inkoop worden versimpeld wanneer men met vaste partners werkt en daar langetermijnafspraken mee maakt. Het werken met vaste partners kan echter ook risico's met zich mee brengen, bijvoorbeeld wanneer een bepaalde producent uitvalt.

“AFWIJKEN? DAT KOST EN MEER TIJD EN HET PROJECT WORDT DUURDER. HET PROJECT WORDT OOK ONVOORSPELBAARDER. DUS DAT IS EEN BELANGRIJK ARGUMENT OM ONS AAN ONS CONCEPT TE HOUDEN. IN ONS CONCEPT HEBBEN WE DE BOUWKOSTEN HEEL GOED ONDER CONTROLE EN KUNNEN WE DEZE IN EEN HEEL VROEG STADIUM AL MET EEN HELE GROTE MATE VAN NAUWKEURIGHEID VASTSTELLEN. OP HET MOMENT DAT HET NIET ONS CONCEPT IS, WORDT HET ONZEKER, GELDEN ER GEEN TARIEVEN, GELDEN EN GEEN VASTE AFSPRAKEN DIE JE HEBT MET ALLERLEI PARTIJEN.”

“JE GAAT EEN ONZEKERE TIJD TEGEMOET MET HOGERE BOUWKOSTEN, MET EEN LANGERE DOORLOOPTIJD. JE KUNT EEN VRAAGTEKEN ZETTEN BIJ HET EINDPRODUCT OF DAT OOK NIET WAT MEER GAAT RAMMELEN. WAARSCHIJNLIJK ZULLEN OOK WEL WAT MEER MANKEMENTEN ZICH GAAN VOORDOEN DAN WANNEER JE EEN ECHT UITGEKIEND PROCES HEBT. OM DIE REDEN HEBBEN WE IEDEREEN BIJ ONS WEL OVERTUIGD DAT WERKEN VOLGENS HET CONCEPT ECHT LONEND IS.”

“AL ONZE MODELLEN ZIJN IN BIM OPGETUIGD. DE HOEVEELHEDEN KOMEN ALLEMAAL UIT HET BIM-MODEL DIE INGELEZEN WORDEN IN DE CALCULATIE EN DIE WE GEBRUIKEN VOOR ONZE BOUWBESLUITBEREKENINGEN. DAARNAAST GEBRUIKEN WE DE OVERZICHTEN VOOR DE ONDERNEMERS EN DE LEVERANCIERS. DE WERKVOORBEREIDERS HALEN ALLES UIT HET BIM-MODEL. DUS DAT IS OOK DE REDEN WAAROM WE ELKAAR STRAK HOUDEN AAN DE SPELREGELS DIE WE MET ELKAAR GEDEFINIEERD HEBBEN. DUS AFWIJKEN VAN HET CONCEPT IS NIET TOEGESTAAN.”

AANBIEDER

In een CTO-proces worden de eisen van een klant vertaald naar het woningconcept. Dit betekent dat de aanbieder tracht aan de eisen te voldoen met behulp van de componenten en variaties die binnen het woningconcept worden aangeboden. De aanbieder configureert als het ware de woning. Dit configureren gebeurt steeds vaker met behulp van een productconfigurator, bijvoorbeeld BIM-software. Deze productconfigurator kan meer of minder geavanceerd zijn, afhankelijk van de complexiteit van het woningconcept, het aantal componenten en variaties dat men aanbiedt en de processen die het aanstuurt. Zo kan een productconfigurator in de technische documentatie en calculatie voorzien. Hierdoor kan vanuit de productconfigurator en de lijst met onderdelen op meerdere niveaus worden gegenereerd, met zowel engineering- als productieweergaven. De productconfigurator kan ook de basis zijn voor de aansturing van het bedrijf en de daaraan gelieerde leveranciers, doordat het bedrijfsprocessen en -regels (informatiemodel) vast legt. De output van een productconfigurator kan doorgaans verder worden geïntegreerd met Enterprise resource planning (ERP) en andere platforms om de productie in de hele onderneming en met leveranciers op elkaar af te stemmen. Om deze integratie tot stand te brengen, zijn langdurige relaties met een vaste set van leveranciers vereist.

3.2 Productiemethoden conceptaanbieders: semi-traditioneel en montage

Er zijn verschillende productiemethoden die men kan toepassen op de bouwplaats (Priemus & Van Elk, 1970). Stapelbouw is een methode waarbij de bouwmaterialen op het werk worden aangevoerd en die zowel nat (beton, metselwerk) als droog (hout, metaal, kunststof) worden verwerkt. Bij gietbouw worden bouwstoffen op het werk aangevoerd en nat verwerkt. Montagebouw is een bouwwijze waarbij 2D- of 3D-bouwelementen op het werk worden aangevoerd en gemonteerd.

Woningconcepten kunnen verschillen in de wijze waarop ze worden gerealiseerd op de bouwplaats (Bertram et al., 2019). Een traditionele bouwwijze wordt gekenmerkt door een vloerconstructie die in het werk wordt vervaardigd (hout dan wel beton) en door een draagwandconstructie van in het werk gemetselde bakstenen of kalkzandstenen. De draagwand kan ook in het werk zijn gestort met een niet gestandaardiseerde bekisting (Priemus & Van Elk, 1970). Er kunnen ook traditionele bouwwijzen worden gecombineerd met in de fabriek geproduceerde 2D-elementen en/ of 3D-gebouwdelen. Dit noemt men ook wel een semi-traditionele bouwwijze. Dit is een bouwmethode waarbij alleen de vloerconstructie of alleen de draagwand traditioneel is uitgevoerd en de overige delen in de fabriek zijn geproduceerd. Er kan ook een volledig gebouw in de fabriek worden geproduceerd en vervolgens in zijn geheel of in elementen wordt gemonteerd op de bouwplaats. Dit noemt men ook wel montagebouw. Het kan hierbij gaan om losse componenten (bijv. balken, kolommen, platen en trappen), 2D-paneelelementen of volledig 3D-volumetrische modules (Innella et al., 2019). De laatste kan ook bestaan uit een volledige woning die wordt gemonteerd.

Het productieproces van woningen die worden gemonteerd op de bouwplaats ziet er dus in de regel anders uit dan bij een (semi-)traditioneel ontwerp- en bouwproces. Het grootste verschil zit hem erin dat de productie van 2D- en 3D-elementen grotendeels plaats vindt in een fabriek en deze vervolgens naar de bouwplaats wordt vervoerd om daar te worden gemonteerd tot een volledig gebouw.

3.3 Geometrie en complexiteit van bouwelementen

In de fabriek gefabriceerde elementen kunnen verschillen in geometrie. Ze worden geproduceerd als volumetrische (3D) eenheden of niet volumetrische (2D) elementen (Bertram et al., 2019). In complexiteit kan onderscheid worden gemaakt in (1) enkelvoudige elementen die bestaan uit één type materiaal, (2) samengestelde elementen of (3) volledig functionele elementen of volumetrische eenheden. In het onderstaande Figuur 2 is de classificatie nader weergegeven.

		Enkele discipline, enkelvoudige units	Elementen (2D)	Volumetrisch eenheden (3D)	Volledige gebouwen
Toenemende complexiteit	Enkelvoudig Hoofdzakelijk structureel (hout, staal, beton)				
	Samengesteld Eén of meerdere materialen toegevoegd aan enkelvoudig concept				
	Volledig functioneel Inclusief alle complexe onderdelen				

Figuur 2. Geometrie en complexiteit bouwelementen (Bertram et al. 2019)

3.4 Voorbeelden van productiemethoden gebruikt door conceptaanbieders

Het concept Fijn Wonen produceert 2D-betonelementen grotendeels in een eigen fabriek en neemt voor bepaalde onderdelen, zoals de badkamer, volledig functionele 3D-elementen af van een leverancier. Op de bouwplaats worden de elementen gemonteerd (Fijn Wonen, 2022). Elements Netherlands maakt in de fabriek 3D-elementen door meerdere 2D-elementen samen te voegen en daaraan verschillende afwerkingen toe te voegen. Startblock produceert een volledige woning in de fabriek en monteert die in 6 dagen op de bouwplaats. De Optio van Van Wanrooij maakt gebruik van een semi-traditionele bouwwijze. De draagmuren bestaan uit kalkzandsteen in combinatie met breedplaatvoeren en prefab-dakplaten (Hulscher, 2022). Het concept is in hoge mate gestandaardiseerd in ontwerp en uitvoering waardoor voordelen kunnen worden behaald in beide fasen. Daarnaast is het maken van het ontwerp grotendeels geautomatiseerd. Door middel van parametrisch ontwerpen kan relatief snel het ontwerp van vaste varianten worden gegenereerd.

3.5 Modulaire bouw, wat wordt daar eigenlijk mee bedoeld?

Het begrip modulaire bouw wordt in de praktijk vaak op verschillende manieren gebruikt. Om helder te maken wat dit concept behelst, wordt hier kort bij stilgestaan. De filosofie van modulaire bouw is gebaseerd op het concept van modulariteit (Wuni & Shen, 2020). Modulariteit zou, in theorie, conceptaanbieders in staat moeten stellen om verschillende modules (bijv. dak, wanden) van verschillende producenten te mixen of te herconfigureren tot volledig nieuwe gebouwen zonder dat modules aangepast behoeven te worden (Wuni & Shen, 2020). In de praktijk komt volledige modulaire bouw eigenlijk niet voor. Veel aanbieders maken gebruik van vaste componenten die speciaal voor hun concept worden geproduceerd. Dit heeft onder meer te maken met de interfaces tussen de componenten. Een voorbeeld hiervan zijn de 3D-badkamermodules die een leverancier produceert voor het concept van Fijn Wonen. Deze modules zijn niet zonder meer te gebruiken in woningconcepten van andere aanbieders.

4 Selecteren van conceptaanbieders

In het vorige hoofdstuk is besproken dat conceptaanbieders ontwerpen en produceren op basis van andere principes dan gebruikelijk is in de bouw. Omdat ze een ander principe volgen, dient de selectie van conceptaanbieders eveneens op een andere manier tot stand te komen. In dit selectieproces kunnen de eigenschappen die in dit onderzoek naar voren zijn gekomen, worden gebruikt voor het identificeren van potentiële conceptaanbieders en het uitvoeren van een preselectie. In de volgende paragrafen wordt dit nader toegelicht.

“HET LIEFST Zouden wij uit de CONCEPTENBOULEVARD.NL de concepten halen die we kunnen beoordelen voor die locatie. [...] uit die voorselectie zien wij een aantal concepten waarvan we zeggen: ‘JA, dat zou het kunnen zijn’, zodat we daar verder op in kunnen gaan.” **AfNEMER**

4.1 Selecteren van conceptaanbieders

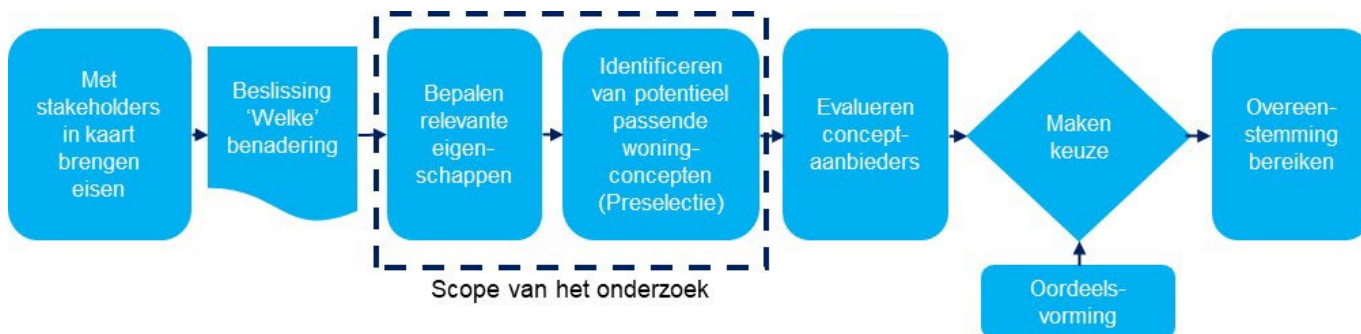
Voor woningconcepten die het CTO-principe hanteren, kan een traditioneel selectieproces door de afnemer een serieus obstakel vormen (Andersson et al., 2009). In de praktijk zijn de mogelijkheden om een conceptuele woning te kunnen configureren volgens de specifieke eisen van een afnemer nog wel eens beperkt (Segerstedt & Olofsson, 2010). Een traditioneel selectieproces, waarin door een architect een ontwerp wordt gemaakt alvorens het wordt aanbesteed, leidt in de praktijk vaak tot eisen die technisch moeilijk te vervullen zijn door de conceptaanbieder die volgens het CTO-principe produceert. CTO vraagt dus van de afnemer dat het ontwerp- en selectieproces anders wordt ingericht.

“WIJ WORDEN VAAK heel vroeg in het ontwerpproces betrokken, omdat wij een product leveren met een aantal mogelijke configuraties. En als men dan vraagt: ‘GOH, kan de groothoogte wat hoger?’ dan zeg ik: ‘NEE, dat kan niet. Dit is het product. Het is daardoor betaalbaar en snel te ontwikkelen.” **AANBIEDER**

“JE HEBT VAAK INKOPERS die een PVE overhandigen en erbij zeggen: ‘KIJK MAAR OF JE HIERAAN KUNT VOLDOEN, MAAR WE HEBBEN IN PRINCIPE AL DE KEUZE GEMAAKT DAT WE MET JULLIE IETS WILLEN.’ IN DE CONTRACTVORMING MOET DAT PVE ALTIJD WEER EEN PLEK KRIJGEN EN DAN MOETEN WIJ WEER CLAUSULES INBOUWEN IN DE CONTRACTEN, DAT WE OP BEPAALDE ELEMENTEN NIET VOLDOEN AAN HET PVE. DAT KAN EFFICIËNTER.” **AANBIEDER**

Het selectieproces start zodra de noodzaak voor nieuwbouw is vastgesteld. In de vroege fase van het proces is het vaak wel helder dat er nieuwe woningen gerealiseerd moeten worden, maar nog niet aan welke eisen de woningen moeten voldoen. Interne en externe stakeholders moeten worden betrokken bij het in kaart brengen van de eisen. Interne stakeholders, bijvoorbeeld de afdeling Wonen van een corporatie, bepalen mede de doelgroepen voor en de afmetingen van de woningen en externe stakeholders, zoals een afdeling Ruimtelijke ordening, hebben invloed op de beeldkwaliteit en de maximale afmetingen.

Mede op basis van de geformuleerde eisen dient een afnemer af te wegen welke benadering (ETO of CTO) past bij de opgave (zie Figuur 3). Is het bouwproject geschikt voor conceptuele woningbouw of is een andere benadering meer geschikt? Nadat de keuze voor woningconcepten is gemaakt, dient men de relevante eigenschappen van de woningen te bepalen voor de preselectie van conceptaanbieders. Het gaat om eisen die voortkomen uit de locatie en het project. Is een bepaalde kapvorm bijvoorbeeld belangrijk omdat het is voorgeschreven in het beeldkwaliteitsplan? Is bouwsnelheid belangrijk om de sociale samenhang in de buurt te behouden? Gaat het om een tijdelijke locatie en zoeken we een verplaatsbaar concept? Wanneer de projectkaders en doelen helder zijn, kan men een eerste preselectie van conceptaanbieders uitvoeren die passen bij de opgave.



Figuur 3. Selecteren van conceptaanbieders

Hierna volgt een fase waarin de afnemer in contact treedt met deze conceptaanbieders en ze in detail evalueert, beoordeelt en uiteindelijk een keuze maakt. De woonstandaard en toolbox van NCB kan in deze fase worden gebruikt. Tijdens de evaluatie beoordeelt de afnemer of een woningconcept en – aanbieder echt past bij de opgave en voldoet aan de selectiecriteria die een afnemer stelt, zoals financiële gezondheid van de aanbiedende partij. Het proces wordt afgesloten wanneer er overeenstemming is bereikt met een aanbieder.

4.2 Selectiemethode

Dit onderzoek heeft niet tot doel een selectiemethode te ontwikkelen noch een methode voor te schrijven. Afnemers moeten zelf nagaan welke methode het beste bij hun situatie past. Hetzelfde geldt voor het afwegingskader (gewicht, prioriteit, randvoorwaarden) dat wordt gehanteerd in het besluitvormingsproces om voor een bepaalde aanbieder te kiezen. Dit moet mede worden bepaald op basis van de situatie (de besluitvormingscontext) en valt buiten het kader van dit onderzoek.

5 Relevante eigenschappen

Het beoogde resultaat van dit onderzoek is een lijst met relevante eigenschappen op basis waarvan afnemers de verschillende conceptaanbieders van elkaar kunnen onderscheiden. Om dit resultaat te bereiken is literatuur bestudeerd. Het raamwerk dat hieruit naar voren is gekomen is gebruikt als basis voor het interviewprotocol dat is voorgelegd tijdens de interviews met conceptaanbieders en afnemers. In paragraaf 5.1 wordt het raamwerk kort toegelicht (Tabel 2). In paragraaf 5.2 wordt een overzicht gegeven van de eigenschappen die tijdens de interviews naar voren zijn gekomen (Tabel 3). Hoewel de eigenschappen uit de literatuur en de interviews sterke overeenkomsten hebben, dienden de eigenschappen vertaald te worden naar de bouw.

5.1 Relevante eigenschappen benoemd in de literatuur

Tabel 2 geeft een overzicht van eigenschappen die veel worden gebruikt tijdens de selectie van aanbieders in verschillende industrieën (zie studies als Cengiz et al., 2017; Handfield et al, 2011; Taherdoost & Brard, 2019; Thiruchelvam & Tookey, 2011).

Tabel 2. In literatuur genoemde eigenschappen

Aanbieder	
Productiestrategie en technisch vermogen	Manier waarop de productie wordt benaderd. Engineer to Order (ETO) en Configure to Order (CTO). Het technologische vermogen van een aanbieder; het vergaand gebruik van geautomatiseerde productieprocessen.
Diensten	Het vermogen van de aanbieder om additionele diensten te leveren (te ontzorgen) waar de afnemer om vraagt.
Ervaring	De prestatiegeschiedenis van de aanbieder.
Financiële positie	De financiële positie van de aanbieder.
Garanties en claimbeleid	De garanties die kunnen worden ingeroepen in geval van insolventie tijdens de productie. De verzekering als er een claim voor dekking of vergoeding voor een gedekt verlies of gebeurtenis wordt ingediend tijdens de productie. De servicelevels die worden beloofd door de aanbieder als het product gerepareerd of vervangen moet worden.
Leveringssnelheid	Het vermogen van de aanbieder om te voldoen aan gespecificeerde leveringssnelheid.
Productiecapaciteit	Het volume aan producten of diensten dat door een aanbieder kan worden geproduceerd met behulp van de huidige middelen.
Kwaliteitsmanagement	Het vermogen van de aanbieder om consistent te voldoen aan kwaliteitsspecificaties, waaronder kwaliteitskenmerken (materiaal, afmetingen, ontwerp, duurzaamheid), variëteit, productiekwaliteit (productielijnen, productietechnieken machines), kwaliteitssysteem en continue verbetering.
Communicatiesysteem en procedurele naleving	Het communicatiesysteem van de aanbieder dat onder meer informatie geeft over de voortgang van de productie (in de fabriek en/of op de bouwplaats). De eenvoudige uitwisseling van informatie tussen het bedrijf en de aanbieder.
Duurzaamheid / Ecologische en sociale verantwoordelijkheid	De verantwoordelijkheid van de aanbieder om zorgvuldig om te gaan met natuurlijke hulpbronnen, schade tot een minimum te beperken en ervoor te zorgen dat deze hulpbronnen beschikbaar zijn voor toekomstige generaties. Strategieën die de aanbieder inzet om de CO ₂ -voetafdruk in kaart te brengen en te verlagen. Certificering gerelateerd aan duurzaamheid.
Product	
Aanpasbaarheid	De mate waarin het product kan worden aangepast aan de behoeften van de klant.

Duurzaamheid	Kenmerken van het product wat betreft milieuimpact.
Prijs	Eenheidsprijs, prijsvoorwaarden en kortingen.
Kosten voor aanvullende diensten	Kosten van extra inspanning/services. Betreft kosten voor materiaal, middelen, verbruikte tijd, risico's opgelopen en gemiste kansen (voor als een opdracht niet doorgaat).
Betalingsmogelijkheden/ Financiering	Betalings- en financieringsmogelijkheden die de aanbieder biedt.
Logistieke beperkingen	De (logistieke) beperkingen van het product.

5.2 Relevante eigenschappen uit de interviews

Tijdens de interviews is gevraagd over welke eigenschappen van woningconcepten en conceptaanbieders opdrachtgevers informatie nodig hebben om een preselectie te kunnen uitvoeren, hoe deze eigenschappen meetbaar gemaakt kunnen worden en hoe de verschillen tussen concepten inzichtelijk gemaakt kunnen worden. Hierbij hebben de eigenschappen uit de vorige paragraaf als basis gediend voor het interview, maar zijn deze niet limitatief gebruikt. Tabel 3 hieronder vermeldt de eigenschappen die uit de analyse naar voren zijn gekomen.

Tabel 3. Tijdens interview genoemde eigenschappen

Eigenschap	Omschrijving
Geschiktheid woningconcept	Elementen op basis waarvan een eerste toets kan worden uitgevoerd of een woningconcept geschikt is voor de locatie en de behoeften van de afnemer.
Mogelijkheid om af te wijken van het woningconcept	Elementen van een woning op basis waarvan een aanbieder afwijkingen van het standaardconcept toestaat.
Duurzaamheid en Circulariteit	Milieu impact van het woningconcept, gemeten in MPG, BCI, CSC en percentage hernieuwbare en hergebruikte materialen.
Prijs en total costs of ownership (TCO)	De eenheidsprijs (per m ² GBO) voor de bouw van een woning en aanvullende prijsvoorwaarden (prijsvasttermijn, index). De TCO is het totaalbedrag aan kosten voor de aanschaf en het bezit van een woning gedurende de hele levenscyclus.
Ervaring	De prestatiegeschiedenis van een conceptaanbieder uitgedrukt in het aantal jaren dat een woningconcept op de markt is en het gemiddeld aantal woningen dat de afgelopen drie jaar is opgeleverd.
Industrialisatie	De mate waarin het woningconcept met een geïndustrialiseerd productieproces tot stand wordt gebracht.
Productiecapaciteit	De productiecapaciteit is het volume aan woningen dat door een aanbieder volgens een woningconcept kan worden geproduceerd met behulp van de huidige middelen in een jaar tijd.
Productiesnelheid	De snelheid waarmee een woning kan worden geleverd, uitgedrukt in productietijd en lead time, en het aantal woningen dat per week kan worden gerealiseerd.
Aanvullende diensten	Het vermogen van de aanbieder om additionele diensten te leveren die de klant kunnen ontzorgen.
Kwaliteitsmanagement, communicatiesysteem en overdracht van eigendom	Het vermogen van de aanbieder om consistent te voldoen aan de kwaliteitsspecificaties. De manier waarop dat (conform WKB-eisen) wordt vastgelegd en gecommuniceerd met behulp van een managementsysteem. De servicelevels (SLA) die worden beloofd door de conceptaanbieder als het product gerepareerd of vervangen moet worden (nazorg). Rapportages waarmee het naleven van de SLA kan worden aangetoond. Het communicatiesysteem van de aanbieder dat onder meer informatie geeft over de voortgang van de productie (in de fabriek en/of op de bouwplaats). De manier waarop de overdracht van het eigendom is geborgd.

Uit de analyse komt naar voren dat afnemers in eerste instantie kijken of een woningconcept geschikt is voor de opgave en de prijs die men daarvoor vraagt. Daarnaast neemt de interesse voor duurzaamheid toe en wil men woningconcepten selecteren met een lage milieu-impact. De snelheid waarmee een woning gerealiseerd wordt, kan in bepaalde projecten belangrijk zijn, bijvoorbeeld wanneer een bestaande wijk wordt gesloopt gevolgd door nieuwbouw. Snelheid kan bijdragen aan het behouden van het sociale weefsel in de wijk doordat mensen relatief kort moeten verhuizen naar een andere woning. Ervaring met een concept en het kwaliteitsmanagement worden belangrijk geacht om een woning van consistente kwaliteit te verkrijgen. Tot slot hebben veel afnemers te maken met een tekort aan personeel en zoeken ze conceptaanbieders die hun kunnen ontzorgen.

Tijdens het onderzoek zijn eigenschappen naar voren gekomen die lastig meetbaar te maken zijn of waarover de meeste conceptaanbieders geen informatie willen delen. Omdat beide aspecten als relevant worden gezien, worden ze benoemd in dit rapport. Ten aanzien van de prijs is geconstateerd dat conceptaanbieders het moeilijk vinden hierover informatie te delen. Het verschilt per situatie welke (commerciële) prijs zij hanteren. De mogelijkheid om te kunnen afwijken van het concept wordt relevant geacht door opdrachtgevers, maar blijkt lastig meetbaar door de grote verscheidenheid in mogelijkheden van de conceptaanbieders.

Algemeen toegepaste uitsluitingsgronden, zoals een verklaring omtrent gedrag rechtspersonen en minimumgeschiktheidseisen, zoals financiële geschiktheid, zijn niet meegenomen in dit onderzoek. Er wordt verondersteld dat deze criteria pas onderdeel worden van het selectieproces op het moment dat conceptaanbieders in detail worden geëvalueerd. Deze criteria vallen daarom buiten de scope van het onderzoek (zie Figuur 3 in hoofdstuk 4).

“IN DRIE RONDES ZIJN WE GEGAAN VAN # NAAR # PARTIJEN. DEZE PARTIJEN HEBBEN WE UITGEVRAAGD EN BEOORDEELD OP DUURZAAMHEID, PRIJS, TCO, PRODUCTIESNELHEID EN OP SAMENWERKING.”

AFNEMER

6 Uitwerking eigenschappen

6.1 Geschiktheid woningconcept

Afnemers willen in een vroeg stadium van het selectieproces woningconcepten kiezen die aansluiten bij de stedenbouwkundige randvoorwaarden en belangrijkste eisen. Uit het onderzoek blijkt dat er een grote verscheidenheid aan woningconcepten bestaat. Sommige concepten beperken zich tot een klein aantal gestandaardiseerde gebouwtypen met beperkte keuzemogelijkheden wat betreft de vormgeving. Andere concepten bieden, ondanks een hoge mate van standaardisatie, een groot aantal verschillende typen en verschijningsvormen aan.

Om de keuzemogelijkheden van verschillende woningconcepten te kunnen duiden, is onderzocht ten aanzien van welke elementen woningconcepten van elkaar kunnen verschillen in vormgeving en waar afnemers in eerste instantie op selecteren. Deze staan weergegeven in Tabel 4. Afnemers kunnen aan de hand van deze lijst nagaan welke elementen zij eisen en op basis daarvan een eerste selectie van geschikte woningconcepten maken. Voor verdere specificering van de eisen kan gebruik worden gemaakt van de woonstandaard van het Netwerk Conceptueel Bouwen.

Tabel 4. Elementen waarop woningconcepten kunnen verschillen in de vormgeving

Gebouwtype	Grondgebonden woningen, Gestapelde woningen, Optopwoningen
Gestapelde en Optopwoningen	
Ontsluitingstypologie	Galerij, Portiek, Beneden-boven (BeBo), Corridor, Ontsluiting aan straat*, <i>*alleen woningen begane grond</i>
Aanpasbaarheid van de plint	Winkels, Parkeren
Grondgebonden woningen	
Soort woning	Vrijstaand, Geschakeld, Rug-aan-rug, Patio
Kaptypes	Platdak, Schuin/puntdak*, Dakopbouw over deel van verdieping <i>*zadeldak, schilddak, wolfsdak, wolfsdak met dakkant, lessenaarsdak, vlinderdak, mansardedak en zaaganddak</i>
Standaard opties	Aanbouw achterzijde, Erker, Extra badkamer, Zolderindeling, Dakkapellen, Garage, Uitbreiding van garage
Alle gebouwtypes	
Gebruiksoppervlakte (GO)	Op basis van NEN2580. Categorieën reeds aanwezig op Conceptboulevard.nl. Categorieën die toegevoegd kunnen worden aan de huidige boulevard: (tiny houses) 15-30 m ² , (micro appartement of studio) 20-35 m ² , (luxere micro appartementen) 35-50 m ² .
Beukmaat (midden scheidingsmuur – midden scheidingsmuur)	Veel voorkomende maten zijn: 3,6; 3,90; 4,00; 4,40; 4,80; 5,10; 5,2; 5,40; 5,6; 6,0; 6,1; 6,3; 6,4; 6,6; 6,8; 6,90; 7,2; 7,6 Er zijn ook concepten die gebruik maken van andere maatvoeringen door beperkingen in vervoer (afmetingen vrachtwagen). Daarom dit item als zelf invulbaar instellen of als range (minimale-maximale beukmaat)
Dieptemaat	Range: bijv. van 4 tot 13 meter (vergelijkbaar met beukmaat)
Minimaal aantal lagen waaruit het gebouw moet bestaan	1, 2, 3, 4, 5, 6, ...
Aantal slaapkamers	1 (studio; woon en slaap geïntegreerd), 1 (aparte slaapkamers), 2, 3, 4
Installatieconcept	Warmtenet, Bodemwarmtepomp, Luchtwarmtepomp (buiten, ventilatie)
Verplaatsbaarheid (geschikt voor flexwonen)	Verplaatsbaar, niet verplaatsbaar
Gebouwkwaliteit	Nieuwbouwniveau, tijdelijk niveau

HET MIDDEL VAN HUGO DE JONGE OM VERSNELD WONINGBOUW TE REALISEREN IS FLEXWONEN. VEEL WONINGCONCEPTEN BIEDEN DAAR EEN GEWELDIGE OPLOSSING VOOR. BELANGRIJK BIJ FLEXWONEN ZIJN DE VERPLAATSBAARHEID EN DE KWALITEIT. VOORHEEN DEED MEN DAT MET EEN TIJDELIJKE KWALITEIT. DE LEVENSDUUR WAS MAXIMAAL 20 TOT 30 JAAR. HET NADEEL VAN EEN TIJDELIJKE KWALITEIT IS DAT JE DIE TOT NUL MOET AFSCHRIJVEN. WIJ HEBBEN ONLANGS EEN TENDER GEWONNEN MET ONZE WONINGEN MET EEN PERMANENTE KWALITEIT EN DIE BLIJVEND VERPLAATSBAAR BLIJVEN. DUS ZE KUNNEN BLIJVEN STAAN ALS DE TIJDELIJKE BESTEMMING EEN PERMANENTE WOONBESTEMMING KRIJGT. ZE KUNNEN LATER EVENTUEEL OOK WORDEN VERPLAATST NAAR EEN LOCATIE MET EEN PERMANENTE WOONBESTEMMING. DIT IS IDEAAL VOOR DE BUSINESSCASE. AANBIEDER

Het is belangrijk te beseffen dat stedenbouwkundige visies en bestemmingsplannen een serieus struikelblok kunnen vormen voor conceptueel bouwen wanneer er te rigide eisen worden gesteld aan de vormgeving van woningen (Woertman, 2023). Ogenscheinlijk simpele eisen als diepe negges, verspringende gevels, maximale goot- en nokhoogtes, gemetselde schoorstenen, kunnen ertoe leiden dat bepaalde conceptuele bouwers moeten worden uitgesloten van deelname aan een uitvraag of dat kosten toenemen. Hetzelfde kan gelden voor te specifieke breedte- en dieptematen. Het vroegtijdig betrekken van interne en externe stakeholders en met hen de mogelijkheden en onmogelijkheden bespreken, is essentieel om de juiste selectie te kunnen uitvoeren en om gebruik te kunnen maken van de voordelen van conceptueel bouwen.

6.2 Mogelijkheid om af te wijken van het woningconcept

Sommige conceptaanbieders staan bepaalde afwijkingen toe van de standaardoplossingen die het woningconcept biedt. Deze afwijkingen maken het mogelijk om specifieke eisen van de afnemer, bijvoorbeeld dagelijks onderhoud, of externe stakeholders, bijvoorbeeld welstand, te integreren. De gevel van het Optio concept van Van Wanrooij en het concept van Startblock zijn bijvoorbeeld, behoudens constructieve beperkingen, vrij invulbaar. Hiermee kan beter aansluiting worden gezocht met lokale eisen van welstand.

Het is aan de afnemer om tijdens het selectieproces zelf te bepalen in hoeverre zij maatwerk vereisen voor elk specifiek onderdeel, en daarbij een geschikte aanbieder te kiezen. Als er bijvoorbeeld componenten in woningen zijn die vaak defect raken en snel vervangen moeten kunnen worden door de technische dienst, is het raadzaam om deze componenten nader te onderzoeken wanneer een concept in detail wordt beoordeeld. Op die manier kan de afnemer ervoor zorgen dat de gekozen conceptaanbieder voldoet aan de specifieke behoeften en eisen met betrekking tot die componenten. Tabel 5 geeft een overzicht van de belangrijkste componenten.

Tabel 5. Componenten waarop aanbieders van woningconcepten mogelijk afwijkingen toestaan

Onderdeel	Toelichting
Bouwkundig daken	Wijzigingen aan dak die vallen buiten de standaardopties
Bouwkundig gevel	Wijzigingen aan gevel die vallen buiten de standaardopties
Ruwbouw	Indelingswijzigingen, trappen (bijv. vaste trap naar zolder), draairichting deuren
Keuken	Ander keukenmerk, indeling
Sanitair en tegelwerk	Andere sanitaire en tegelaanbieder
Elektra	Wijzigen of toevoegen elektra- en/of lichtpunten, wijzigen aanbieder schakelmateriaal
PV installatie	Extra PV-panelen
Verwarming	Wijzigen aan de verwarmingsinstallatie, zoals het verplaatsen radiatoren, extra radiatoren, vloerverwarming in plaats van radiatoren, ander type kranen
Buitenvoorzieningen	Wijzigingen aan buitenvoorzieningen die vallen buiten de opties, zoals spatwaterdichte wandcontactdoos, buitenkraan, buitenlichtpunt, extra grondkabel bijv. voor een schuur.
Installaties	Wijzigen van aanbieder installaties

“ER ZIJN HEEL VEEL ONDERDELEN IN EEN WONING WAAR IN DE TIJD ONDERHOUD AAN GEDAAN MOET WORDEN. [...] ALLES WAT DOOR EEN HUURDER INTENSIEF GEBRUIKT GAAT WORDEN; AFZUIGKAP, KOELKAST EN EEN KOOKPLAAT, MAAR OOK BIJVOORBEELD EEN DOUCHEVOORZIENING. [...] NU HEB JE IN DIT WONINGCONCEPT EEN PREFAB-BADKAMER. DIE WORDT ER IN ÉÉN KEER INGEZET. DUS IK HEB GEVRAAGD: KAN IK EEN HUURDER DAAR EEN DOUCHEWAND IN LATEN SCHROEVEN? WEET IK NIET, WAS HET ANTWOORD VAN DE CONCEPTAANBIEDER. DUS DIE VRAAG IS UITGEZET. ZE GAAN ER IN DE FABRIEK TESTEN MEE MOETEN DOEN OM TE KIJKEN WAT WEL OF NIET KAN.”

AFNEMER

6.3 Prijs en Total Cost of Ownership

Prijs

Prijs omvat de eenheidsprijs per m² gebruiksoppervlak (GBO) voor de bouw van een woning en prijsvoorwaarden (prijsvasttermijn, indexering). Aanbieders geven geen kostprijs per m² GBO vrij, omdat zij in de prijsvorming altijd een commerciële afweging maken. Ten aanzien van de prijsvasttermijn zijn ze meer mededeelzaam. Deze varieert van 2 tot 12 maanden. In het geval van indexatie hanteert men in de regel de BDB-index. Deze index blijkt echter lang niet altijd toereikend voor de huidige situatie waarin we te maken hebben met grote prijsfluctuaties. Hoewel dit dus een relevante eigenschap is voor afnemers, wordt door gebrek aan informatie deze eigenschap niet verder uitgewerkt in dit rapport.

“TOT VOOR KORT GINGEN WIJ TOT TWEE JAAR VOORUIT MET VASTE PRIJZEN. DAAR ZAT WEL EEN INDEX IN HOOR, MAAR EEN HELE BEPERKTE. OP DIT MOMENT HEBBEN WIJ GEZEGD DAT WIJ DAT NIET REËL VINDEN. HET IS ZEER ONZEKER HOE DE MARKT ZICH GAAT ONTWIKKELLEN. IKZELF, MAAR DA'S EEN PERSOONLIJKE OPVATTING, WANT IK HEB GEEN GLAZEN BOL, VERWACHT DAT ER WAT VAN STABILISATIE KOMT, MAAR IK WEEET DAT NATUURLIJK NIET ZEKER EN IK SPECULEER DAAR OOK NIET OP. DUS OP DIT MOMENT GEVEN WIJ PRIJZEN 2023 AF EN ZO ROND ÉÉN JULI GAAN WE DAT WEER VERLENGEN NAAR 24. DAN HOOP IK OOK WEER WAT MEER ZICHT TE HEBBEN OP HOE DIE PRIJS ZICH ONTWIKKELT.”

AANBIEDER

Total Cost of Ownership

In het verlengde van de prijs kijken afnemers die de woningen gebruiken voor de verhuur vaak naar de Total Cost of Ownership (TCO). TCO is het totaalbedrag aan kosten voor de aanschaf en het bezit van een product gedurende de hele levenscyclus of gebruikscyclus. Het berekenen van de TCO blijkt voor veel aanbieders nog relatief onbekend terrein en is daarom nog niet verder uitgewerkt in dit onderzoek. Voor het berekenen van de TCO zou de TCO-tool van AEDES kunnen worden toegepast. Deze is beschikbaar via: <https://aedes.nl/opdrachtgeverschap-en-inkoop/de-aedes-tco-tool>

6.4 Duurzaamheid en Circulariteit

Oprachtgevers voelen zich in toenemende mate verantwoordelijk voor het beperken van de milieu-impact van hun bouwactiviteiten. Dit roept de vraag op hoe de milieu-impact van een gebouw meetbaar kan worden gemaakt. De laatste jaren zijn er verschillende methoden beschikbaar gekomen om de milieu-impact inzichtelijk te maken.

De meest toegepaste methoden zijn gebaseerd op de levenscyclusanalyse (LCA) (De Wolf et al., 2023). In een LCA wordt de milieu-impact van een product gedurende verschillende fasen van de levenscyclus berekend conform ISO 14040. Er kan bij de berekening ook naar specifieke fasen worden gekeken. Er zijn in Nederland verschillende tools beschikbaar om de LCA-prestaties van gebouwen te beoordelen. Deze tools verschillen echter in reikwijdte. De Milieuprestatie Gebouwen (MPG) is de meest toegepaste methode, mede vanwege het feit dat het opstellen van een MPG-berekening verplicht is bij de aanvraag van een omgevingsvergunning. In het onderzoek zijn daarnaast een tweetal alternatieve tools naar voren gekomen: de Building Circularity Index (BCI) en de Construction Stored Carbon (CSC). De BCI kijkt naast het materiaalgebruik ook naar de losmaakbaarheid van elementen waardoor hergebruik mogelijk wordt. De CSC kijkt naar de hoeveelheid CO₂ die door de materialen opgenomen kan worden. Biobased materialen hebben bijvoorbeeld de eigenschap om CO₂ op te nemen.

Het gebruik van het Nieuwe Normaal (HNN), de GPR, One Click LCA en BREEAM zijn in het onderzoek niet naar voren gekomen, maar dat geeft geenszins aan dat deze in de praktijk niet gebruikt worden. HNN bijvoorbeeld beoogt in de toekomst bovenstaande methoden te integreren (zie: <https://www.hetnieuwenormaal.nl/>) en heeft de laatste tijd een breed draagvlak in de sector verworven. HNN wordt daarom ook in de resultaten van dit onderzoek meegenomen.

Milieu Prestatie Gebouwen (MPG)

Milieu Prestatie Gebouwen (MPG) is een Nederlands systeem om de milieubelasting van gebouwen te berekenen. Een MPG-berekening is een vereiste om een omgevingsvergunning te verkrijgen voor gebouwen groter dan 100 m² BVO. De basis hiervoor is de Europese norm EN-15804, de nationale Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en de Nationale Milieudatabase (Nationale Milieudatabase, 2022). Hiermee is het mogelijk om de milieuprestaties van de materialen tijdens hun levenscyclus binnen een gebouw te berekenen.

In de interviews met conceptaanbieders werd regelmatig kritiek geuit op de MPG. De rekenmethode zou te veel uitgaan van de traditionele bouw en te weinig aansluiten op de manier waarop fabrieksmatig geproduceerde woningen tot stand komen. De MPG zou ook tekortschieten bij houtbouw. Hout en andere biobased producten staan vaak niet geregistreerd in de National Milieu Database (NMD). De LCA gaat er bij Cross Laminated Timber (CLT) panelen vanuit dat ze naar 25 jaar worden verbrand. Daarnaast wordt de CO₂ opname van biobased producten niet meegerekend. Het invoeren van hergebruikte producten in de MPG blijkt eveneens lastig. Hierdoor ontstaat een vertekend beeld van de milieu-impact van de in een concept gebruikte materialen. Er zijn rekenregels voor, maar die zijn niet bij iedereen bekend en er wordt nog vaak met nieuwe producten gerekend. In de MPG-rekentool van GPR-materiaal komt daar binnenkort verandering in en krijgt men de optie om 'hergebruikt' aan te vinken. De tool berekent dan een lagere MPG-waarde door. De circulaire strategieën losmaakbaarheid en adaptiviteit hebben nog geen invloed op de MPG. Dit geldt dus ook voor woningen die verplaatsbaar zijn.

Bij de beoordeling van bouwelementen wordt gekeken naar effectcategorieën die worden vertaald in schaduwrijkskosten. Deze worden weer gedeeld door het Bruto Vloeroppervlakte (BVO) van het gebouw, resulterend in een waarde uitgedrukt in Euro's per jaar per BVO (Stichting Nationale Milieudatabase, 2022). Dit is de Milieukostenindicator (MKI). In 2021 is de maximale waarde vastgesteld op 0,8 €/J/BVO voor woningen. De range van goed naar slecht wordt hiermee 0 tot 0,8 €/J/BVO. Onderzoek in het kader van het Samen Versnellen-programma toont aan dat een lagere waarde in de praktijk mogelijk is (Zie: <https://www.hetnieuwenormaal.nl/>).

Construction Stored Carbon (CSC)

Construction Stored Carbon (CSC) is een meetmethode die is ontwikkeld door de ASN Bank en Climate Cleanup (climatecleanup.org). Middels de CSC-meetmethode wordt de afgevangen en opgeslagen CO₂ in kubieke meters biobased materiaal gemeten (ASNbank et al., 2021).

Woningconcepten in bijvoorbeeld hout, zoals Cross Laminated Timber (CLT), hebben vaak als doel om CO₂-neutraal te produceren. Omdat met de MPG- de CO₂-opslag niet kan worden berekend, gebruiken deze aanbieders vaak de CSC methode. De hoeveelheid opgeslagen CO₂ wordt in deze methode uitgedrukt in tCO₂ voor het totaal, tCO₂/residency per woning en tCO₂/120m².

Op basis van de cases die door de ASN Bank (2021) in kaart zijn gebracht, wordt een range van (slecht naar goed) 0 tot 150 tCO₂/woning voorgesteld. HNN heeft op dit punt nog geen norm bepaald.

“EN WAAR HEBBEN WE DE MEESTE AANVULLENDE EISEN? DAT IS TOCH WEL OP GEBIED VAN DUURZAAMHEID, CIRCULARITEIT EN ONDERHOUD, OMDAT WE DAT GEWOON MISSEN IN DE WOONSTANDAARD.” **AFNEMER**

Building Circularity Index (BCI)

De Building Circularity Index (BCI) meetmethode is ontwikkeld door Alba concepts om circulariteit al vroeg in het ontwerpproces te sturen (CB'23, 2020; Van Vliet et al., 2021). De eindscore wordt uitgedrukt als een percentage tussen 0% en 100%, waarbij 100% volledig circulair is. Om de BCI te beoordelen worden twee indicatoren gebruikt, namelijk het materiaalgebruik en de losmaakbaarheid.

De materialen circulariteits index (MCI) houdt rekening met de inkoop van materialen, de afvalverwerking aan het einde van de levensduur van een product en de levensduur van materialen. De losmaakbaarheidsindex van een materiaal wordt beoordeeld door te kijken naar het type aansluiting, de toegankelijkheid van aansluiting, de vorm van de behuizing en de intersecties van materialen. De MCI en de losmaakbaarheidsindex vormen samen de Product Circularity Index (PCI). De productcirculariteit Index vertegenwoordigt het circulaire potentieel van een product wanneer het in een gebouwstructuur is geïnstalleerd. Een gebouw bestaat uit verschillende producten en door het optellen van alle PCI's komt men tot het totaal van de BCI. De BCI loopt van 0 naar 100%, waarbij 100% volledig circulair is.

“IK HOOP DAT DE AANDACHT VOOR DE BCI, DE MPG, DE LOSMAAKBAARHEID, CIRCULARITEIT EN DE MATE WAARIN ZE DUURZAME MATERIELEN TOEPASSEN VERDER GAAT GROEIEN DE KOMENDE JAREN. EN DAT ZE OOK BIOBASED IN GAAN ZETTEN, WANT DAN GA JE EEN VERSCHIL MAKEN.”

AFNEMER

Hernieuwbare en/of gebruikte materialen

Steeds meer opdrachtgevers willen ook weten met wat voor type materialen het concept is vervaardigd en in hoeverre het concept bestaat uit hernieuwbare (zoals hout) en/of hergebruikte materialen uitgedrukt in een percentage van de totale massa. In de leidraad Meten van Circulariteit van CB'23 staan rekenregels hoe op een eenduidige manier het materiaalgebruik kan worden berekend (CB'23, 2020).

De leidraad HNN (versie 0.5) beschrijft dat er diverse definities zijn voor hernieuwbaar materiaal. Deze is vaak gekoppeld aan de tijd waarin grondstoffen terug groeien. De leidraad hanteert een definitie van 100 jaar (in lijn met de uitgangspunten zoals die zijn vastgesteld door CB'23 in 2020). Opgemerkt moet worden dat in de praktijk het onderscheid tussen duurzaam en niet-duurzaam geproduceerd hernieuwbaar materiaal nog niet eenduidig is te maken. Dit onderscheid is daarom niet opgenomen in het HNN.

In de fabriek geproduceerde bouwelementen kunnen uit verschillende materialen worden gemaakt, zoals beton, geopolymeer (betonvervanger), kalkzandsteen, staal, biobased (bijv. massief hout, CLT, LVL, DLT, MPP, GLT, NLT, LSL en PSL of plantaardige vezels en composiet). De meeste conceptuele bouwers maken gebruik van één type materiaal om de hoofdconstructie mee te vervaardigen. Bij Tala en Startblock maakt men bijvoorbeeld gebruik van Cross Laminated Timber (CLT). OPTIO maakt gebruik van kalkzandsteen en breedplaatvloeren. Er zijn ook aanbieders die meerdere mogelijkheden bieden. Trebbe biedt bijvoorbeeld naast het betoncascos dat standaard wordt aangeboden ook de optie om elementen (vloeren, wanden) uit te voeren met houtskeletelementen. Daarnaast zijn er projecten uitgevoerd, zoals het Ecodorp Nijmegen, waarin bakstenen zijn hergebruikt en circulaire kozijnen zijn toegepast.

Na te streven circulaire waarden: Het Nieuwe Normaal (HNN)

In de leidraad HNN-gebouw conceptversie 0.5 (Verhulst et al., 2023, p.13) staat aangegeven welke meetmethoden men beoogt te integreren (zie Figuur 4) en de prestatieniveaus die men verwacht na te gaan streven.

	Onderwerp	Type	Woningbouw		Utiliteitsbouw	Eenheid	Methode
			(grondgebonden)	(gestapeld)	(kantoren)		
Milieu-impact & materiaalgebruik	Milieu-impact (MPG)	S I B	0,50	0,55	0,70	€MKI / m ² / jaar	Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken o.a. GPR Gebouw
	Embodied Carbon (MPG-2)	S I B	200	220	250	kg CO ₂ -eq / m ²	Paris Proof Protocol
	Construction Stored Carbon	S I B	Nieuwe methode: beperkte gegevens			kg CO ₂ -eq	Construction Stored Carbon methodiek
	Materiaalgebruik	S I B	25%	20%	25%	% massa hernieuwbaar, hergebruikt, gerecycled	Building Circularity Index Berekening conform Leidraad meten van circulariteit CB'23, versie 2.0
	Hergebruikpotentie	S I B	Beperkte gegevens			% massa	
Gebouw flexibiliteit	Adaptief vermogen	S I B	Nieuwe methode: geen gegevens			%	Methode Adaptief Vermogen Gebouwen
	Losmaakbaarheid	S I B	55%	50%	55%	%	Building Circularity Index Berekening conform Leidraad Circular Buildings, versie 2.0
Omgang restmateriaal	Omgang restmateriaal (sloop)	S I B	Aangescherpte methode: beperkte gegevens			% massa	Inventarisatie materiaalstromen & aantoonbare afspraken
	Omgang restmateriaal (bouw)	S I B	Beperkte gegevens			% massa	
Gezondheid	Toxiciteit	S I B	Methode nog in ontwikkeling			# producten	Diverse certificaten o.a. C2C, REACH

Figuur 4. Meetmethoden die HNN beoogt te integreren (bron: Verhulst et al. 2023)

Samengevat kunnen de volgende indicatoren gebruikt worden om de duurzaamheid van een woningconcept in kaart te brengen:

- MPG
- CSC
- BCI
- HNN
 - o MPG
 - o CSC
 - o Massa hernieuwbaar, hergebruikt of gerecycled materiaal (% totale massa gebruikte materialen)
 - o Hergebruikpotentie (% van totale massa gebruikte materialen)
 - o Losmaakbaarheid (% uit BCI)

6.5 Ervaring

In de markt van de conceptuele woningbouw zijn veel nieuwe/jonge spelers actief, waarvan sommige relatief weinig ervaring hebben met het daadwerkelijk produceren en realiseren van woningen.

De ervaring kan in beeld worden gebracht door te vragen naar het aantal opgeleverde woningen in de laatste drie jaar. Daarnaast kan worden gevraagd hoe lang het concept bestaat. De vragen die hierover gesteld kunnen worden, zijn:

1. Sinds welk jaar bestaat het woningconcept in de Nederlandse bouwmarkt?
2. Wanneer heeft de woningaanbieder de eerste woning op basis van het woningconcept gerealiseerd in Nederland?
3. Hoeveel woningen heeft de aanbieder gemiddeld opgeleverd in Nederland in de afgelopen drie jaar?

De ervaring (prestatiegeschiedenis) van de aanbieder kan men verder controleren aan de hand van referenties en referentieprojecten.

“STEL JE GAAT MET EEN NIEUWE PARTIJ IN ZEE. DAN KAN JE IN EEN KEER 50 PLUS WONINGEN REALISEREN, DAT GA JE NIET METEEN MET EEN HELE ONBEKENDE OF NIEUWE PARTIJ DOEN. DUS WAT KLEINERE PROJECTEN, DAT MOET NOG WEL KUNNEN, WAARBIJ JE JE UITERAARD TOCH OOK GAAT VERDIEPEN IN EEN FINANCIËLE POSITIE VAN DE PARTIJ, JE GAAT ZE BEVRAGEN VAN “GOH, HEB JE AL EENS IETS GEREALISEERD?”

AFNEMER

“WANT WE WILLEN WEL EEN BEWEZEN CONCEPT HEBBEN. DA'S VOOR ONS BELANGRIJK. DUS ALS JULLIE VRAGEN VAN: WAT IS NOU BELANGRIJK, DAN MOETEN EIGENLIJK DE KINDERZIEKTES DAAR WEL EEN BEETJE UIT ZIJN.”

AFNEMER

DUS IK HEB GEKEKEN NAAR PARTIJEN DIE EEN WONING HEBBEN GEBOUWD. DAT JE ECHT EEN REFERENTIEWONING HAD, WAAR JE EEN GEVOEL BIJ KON KRIJGEN. HET BLEEK DAT VEEL CONCEPTBOUWERS TOEN NOG GEEN WONING HADDEN GEMAAKT.”

AFNEMER

6.6 Productiecapaciteit

De productiecapaciteit is het volume aan woningen dat door een aanbieder volgens een woningconcept kan worden geproduceerd met behulp van de huidige middelen in een jaar tijd. Deze capaciteit kan van belang zijn wanneer een afnemer grote hoeveelheden in een korte tijd wil bestellen.

De grootste producenten uit het onderzoek hebben een productiecapaciteit van 2500-3000 woningen per jaar (zie Figuur 5). Daaronder zijn we een groep aanbieders tegengekomen die een productiecapaciteit hebben van meer dan 1000 woningen per jaar. De relatief kleinere aanbieders hebben op dit moment een capaciteit van ca. 250 woningen per jaar. Aan de onderkant zijn we een capaciteit van ca. 50 woningen per jaar tegengekomen. Sommigen kleinere producenten geven aan deze capaciteit relatief snel te kunnen opschalen doordat ze geen gebruik maken van kapitaalintensieve productiemiddelen, zoals robots, maar werken met mensen in assemblagelijnen waarvoor minder vakmanschap nodig is.



Figuur 5. In de fabriek van Fijn Wonen kunnen 2500 tot 3500 woningen per jaar worden geproduceerd.

6.7 Productiesnelheid



Figuur 6. De Roots van Startblock kan in 1 dag worden geplaatst

Wat is de productietijd per woning op de bouwplaats na het gereed komen van de fundering (van start realisatie na vergunningverlening tot en met sleutelklaar)?

Hoewel de totale doorlooptijd van projecten in grote mate wordt beïnvloed door het conditionerings- en ontwerpproces, speelt ook de productietijd van een woningconcept een rol bij de selectie. Met name bij sloop-nieuwbouwprojecten van een woningcorporatie kan een korte productietijd op de bouwplaats van waarde zijn. Wanneer een woning snel op de bouwplaats gerealiseerd kan worden, wordt een 'doorschuifbenadering' makkelijker. In een dergelijke benadering schuiven de bewoners van de oude woning door naar een nieuwe woning in dezelfde buurt. Hierdoor blijft het sociale weefsel in de buurt in stand. Een korte productietijd kan eventueel ook een bijdrage leveren aan het beperken van overlast voor de omgeving. Tot slot geeft de productiesnelheid een indicatie van de mate van fabrieksmatige productie. De productiesnelheid wordt bepaald door een combinatie van de hoeveelheid tijd benodigd voor productie in de fabriek en de assemblagetijd op de bouwplaats.

Een grote productievoorraad kan er toe leiden dat de levertijd van een woning oploopt. Voor sommige opdrachtgevers kan dit een aanleiding zijn om naar een andere aanbieder uit te zien. De volgende indicator wordt voorgesteld: Hoeveel tijd is er nodig voordat met de productie van de woning op de bouwplaats kan worden aangevangen, gerekend na goedkeuring definitief ontwerp en opdrachtverlening?

“HET IS NATUURLIJK HEEL BELANGRIJK OM BEPAALDE VERSNELLING TE KUNNEN REALISEREN. DUS DAT JE HET BOUWPROCES DERMATE VERKORT, DAT HET OOK INTERESSANT WORDT OM VOOR EEN CONCEPT TE GAAN KIEZEN. WIJ KIJKEN BIJVOORBEELD OF HET MOGELIJK IS DAT JE EEN WONING KAN GEBRUIKEN ALS EEN DOORSCHUIFWONING. DUS DAT JE IN DE WIJK STAPSGEWIJS KAN GAAN VERNIEUWEN ZONDER DAT MENSEN UIT DE WIJK HOEVEN. DAT ZOU EEN HELE MOOIE, INTERESSANTE CASE ZIJN. [...] HOE MOOI IS HET ALS MENSEN NIET MEER BANG HOEVEN TE ZIJN OM DE WIJK UIT TE HOEVEN?”

AFNEMER

6.8 Industrialisatie

Woningconcepten verschillen in de manier waarop ze op de bouwplaats worden gerealiseerd. Er zijn verschillende bouwwijzen die gebruikt kunnen worden:

1. Traditionele bouwwijze: Hierbij wordt een vloerconstructie ter plaatse vervaardigd (van hout of beton) en wordt gebruik gemaakt van draagwanden die in het werk worden gemetseld met bakstenen of kalkzandstenen. De draagwanden kunnen ook gestort worden met behulp van een niet-gestandaardiseerde bekisting.
2. Semi-traditionele bouwwijze: Dit is een combinatie van de traditionele bouwwijze met in de fabriek geproduceerde 2D-elementen en/of 3D-gebouwdelen. Bijvoorbeeld de vloerconstructie of de draagwand kan traditioneel worden uitgevoerd, terwijl andere delen van het gebouw in de fabriek worden geproduceerd.
3. Montagebouw: Hierbij wordt het volledige gebouw of delen ervan in de fabriek geproduceerd en vervolgens op de bouwplaats gemonteerd. De montage kan bestaan uit losse componenten zoals balken, kolommen, platen, trappen, enz., 2D-paneelelementen of volledig 3D-volumetrische modules. Het kan zelfs een volledige woning zijn die in de fabriek wordt geproduceerd en vervolgens gemonteerd wordt op de bouwplaats. Het productieproces van montagebouw verschilt dus van het (semi-)traditionele ontwerp- en bouwproces, waarbij een groot deel van de productie van 2D- en 3D-elementen plaatsvindt in een fabriek en vervolgens naar de bouwplaats wordt vervoerd voor montage tot een volledig gebouw.

De volgende indicator wordt voorgesteld:

In hoeverre is het productieproces van de woningen geïndustrialiseerd?

1. Het productieproces is traditioneel. De woningen worden volledig in het werk vervaardigd
2. Semi-traditioneel: De woning wordt gedeeltelijk in het werk vervaardigd in combinatie met in de fabriek geproduceerde 2D- en/of 3D-elementen.
3. Semi-montagebouw: De woning is grotendeels in de fabriek geproduceerd in 2D- en/of 3D-elementen en wordt op de bouwplaats gemonteerd. Een klein deel wordt nog in het werk vervaardigd (bijv. de afbouw).
4. Volledige montagebouw: De volledige woning is in de fabriek geproduceerd in 2D- en/of 3D-elementen en wordt op de bouwplaats gemonteerd.

“AL ONZE MODELLEN ZIJN IN BIM OPGETUIGD. DE HOEVEELHEDEN KOMEN ALLEMAAL UIT HET BIM MODEL DIE INGELEZEN WORDEN IN DE CALCULATIE EN DIE WE GEBRUIKEN VOOR ONZE BOUWBESLUITBEREKENINGEN. ZO GEBRUIKEN WE ZE VOOR HEEL VEEL DOELEINDEN. DE BESTELLINGEN VOOR DE ONDERNEMERS, DE AANBIEDERS: DE WERKVOORBEREIDERS HALEN ALLES UIT DAT BIM-MODEL. DUS DAT IS OOK DE REDEN WAAROM WE ELKAAR STRAK HOUDEN AAN DE SPELREGELS DIE WE MET ELKAAR GEDEFINIEERD HEBBEN. DUS OOK OM DIE REDEN IS AFWIJKEN VAN ONS CONCEPT EIGENLIJK *NOT DONE*.”

AANBIEDER

6.9 Aanvullende diensten

Afnemers hebben in toenemende mate een tekort aan mensen. Ze zoeken partners die hen kunnen ontzorgen en dus additionele diensten kunnen leveren naast het leveren van woningen.

“IK MERK WEL DAT CONCEPTBOUWERS ERG ZITTEN OP DE OPSTAL [...]. MAAR ALS EEN CORPORATIE ZIJN WIJ OOK WEL GEHOLPEN MET EEN STUKJE ONTZORGING.”
AFNEMER

Uit het onderzoek komt naar voren dat afnemers hulp zoeken bij de ontwikkeling van een project, ontwerpdiensten, communicatie met bewoners (sloop-nieuwbouw, gebruik nieuwe woning), bouw- en woonrijp maken, nazorg. Het aanbieden van geavanceerde diensten, zoals een productconfigurator waarmee bijv. stedenbouwkundige programma's kunnen worden doorgerekend met een hoge prijszekerheid, vallen hier ook onder. Als een organisatie verplaatsbare woningen tijdelijk wil inzetten, kan het interessant zijn om de woningen ook slechts tijdelijk af te nemen. In het onderzoek zijn we een aantal conceptaanbieders tegengekomen die een terugkoopgarantie aanbieden. In aanvulling hierop bieden ze ook een service aan om de woning te verplaatsen (demontage, transport, hermontage).

Afnemers kunnen aan de hand van Tabel 6 nagaan welke diensten minimaal worden vereist en op basis van een eerste selectie van aanbieders maken. De lijst kan eventueel verder worden aangevuld en afgestemd met de woonstandaard en toolbox van het NCB.

Tabel 6. Aanvullende diensten die afnemers kunnen ontzorgen

Aanvullende diensten
Ontwikkel- en projectmanagement
Productconfigurator (programma en haalbaarheid)
Architectendiensten / geselecteerde architecten die bekend zijn met het concept en 'spelregels'
Berekenen Total Costs of Ownership (TCO)
Bewonersbegeleiding / Communicatie
Coaching bewoners in gebruik nieuwe woning
Bouw- en woonrijp maken
Nazorg (heldere service agreement waarin service SMART is verwoord)
Terugkoop en verplaatsservice (flexibele woningen)

6.10 Kwaliteitsmanagement, communicatiesysteem en overdracht van eigendom

Kwaliteitsmanagement gaat over het vermogen van de aanbieder om consistent te voldoen aan kwaliteitsspecificaties. Kwaliteitsmanagement kan betrekking hebben op het ontwerp, de bouw en de nazorg. Daarnaast gaat het over het communicatiesysteem van de conceptaanbieder dat onder meer informatie geeft over de voortgang van de productie (in de fabriek en/of op de bouwplaats) en de manier waarop de overdracht van het eigendom is geborgd.

Ontwerp en traditionele bouw

In 2024 wordt definitief de nieuwe Wet Kwaliteitsborging voor de bouw (WKB) stapsgewijs ingevoerd. Het doel van deze wet is dat bouwbedrijven de kwaliteit van hun werk beter controleren. Partijen moeten zelf zorg dragen voor het voldoen aan de voorschriften, niet meer de gemeente. Organisaties die zich bezig houden met kwaliteitsborging, kunnen zich certificeren conform BRL5019. Dit zijn private organisaties als bouwadviseurs, architecten, constructeurs of toezichthouders. De private kwaliteitsborger mag op grond van de WKB gebruik maken van de (resultaten van de) borgingssystemen van de bouwer (KIWA, 2023). De taakverdeling tussen borger en bouwer alsook de invulling daarvan dienen vooraf afgestemd te zijn met de systematiek van de borger. De BRL 5029 dient als kader voor de afstemming van de werkzaamheden tussen bouwer en kwaliteitsborger en laat onverlet de verantwoordelijkheden van de kwaliteitsborger zoals neergelegd in de WKB (KIWA, 2023). Deze BRL 5029 is afgestemd op de werkwijze van de borger conform BRL 5019 en is van toepassing op het opstellen van een planbeoordeling, risicobeoordeling en het opstellen van een borgingplan, het uitvoeren van borgingsactiviteiten en dossiervorming. De BRL 5029 sluit hiermee aan bij de systematiek van de kwaliteitsborger die gecertificeerd is op de BRL 5019. De aanbieder kan hiermee zelf controle op het proces houden. De aanbieders in het onderzoek hebben aangegeven in het proces van certificering conform de BRL5019 en 5029 te zijn of daar onderzoek naar te doen. Aanbieders met een eigen ontwerpafdeling onderzoeken of ze conform BRL5019 gecertificeerd kunnen worden. Hierbij wordt ook gekeken naar digitale managementsystemen waarmee alle controle data centraal kan worden verzameld en de workflow kan worden beheerst.

Ontwerp en assemblage prefabwoningconcepten

Voor woningconcepten die in een fabriek worden vervaardigd, kunnen worden gecertificeerd volgens BRL2840-1 (ontwerp) en BRL2840-2 (assemblage) (KIWA, 2023). Standaardonderdelen van het ontwerp worden beoordeeld op het voldoen aan de bouwtechnische voorschriften (Bouwbesluit / BbL). Voor onderdelen die per project kunnen variëren wordt het ontwerpproces beoordeeld op mate van standaardisatie (o.a. werkwijze, rekensoftware), procedurele vastlegging, competentieborging en interne kwaliteitsborging. Het assemblageproces wordt beoordeeld om te bepalen of de certificaataanvrager in staat is om bij voortduring geprefabriceerde onderdelen te assembleren zodanig dat de opgeleverde woning voldoet aan de bouwtechnische voorschriften (Bouwbesluit / BbL). Daarnaast wordt beoordeeld of de kwaliteit van het assemblageproces afdoende is geborgd met een intern kwaliteitsbewakingssysteem (IKB). Met deze certificatieregeling wordt dus vastgesteld dat een aanbieder zijn werkprocessen dusdanig en aantoonbaar beheerst dat dit niet elk bouwproject opnieuw door een kwaliteitsborger gecontroleerd hoeft te worden.

“WIJ HEBBEN EEN SOFTWAREPAKKET VOOR DE KWALITEITSBORGING. MET DIT INSTRUMENT IS HET ASSEMBLAGEPROCES TE MONITOREN EN GEWOON OP EEN TABLET AF TE VINKEN. DE WKB-METHODIEK ZIT DAAR VOLLEDIG IN VERWERKT. DUS DAT JE DE KWALITEIT BORGT OP HET MOMENT DAT EEN COMPONENT IS AFGEROND. ALS PRODUCENT WILLEN WE DAT AAN HET EIND VAN HET PRODUCTIEPROCES DE DEUGDELIJKHEID IS VASTGESTELD.”

AANBIEDER

Communicatiesysteem en overdracht van eigendom

In het traditionele bouwproces wordt een aannemer betaald op basis van mijlpalen in het opgeleverde werk op de bouwplaats. De opdrachtgever kan op de bouwplaats zien in hoeverre de productie is gevorderd. De overdracht van het eigendom van bouwstoffen is ondervangen in standaard (UAV) contracten. Wanneer het

product echter in de fabriek wordt geproduceerd, kan controle op de voortgang moeilijk zijn. Dit probleem neemt verder toe wanneer er tegelijkertijd aan meerdere orders wordt gewerkt. Externe financiering kan hierdoor in het geding komen omdat de financier geen zicht heeft op het onderpand. Methoden die het voor mensen buiten de fabriek mogelijk maken de voortgang van het productieproces te volgen, kunnen hiervoor een uitkomst bieden. Dit is met name van belang voor fabrieken waar aan meerdere projecten tegelijkertijd wordt gewerkt. In de interviews zijn voorbeelden naar voren gekomen waarbij de afnemer de aanbieder betalingstermijnen heeft afgesproken op basis van de productie in de fabriek. De meeste aanbieders hebben echter geen systeem waarmee ze de afnemer kunnen informeren over de voortgang van de productie. Wel is de fabriek door de afnemer te bezoeken voor controle en houden ze de opdrachtgevers telefonisch op de hoogte. De desbetreffende aanbieders zijn dus naarstig op zoek naar een (online) communicatie oplossing waarmee ze de afnemer kunnen informeren over de voortgang van de productie. De overdracht van het eigendom van (delen van) het woningen die nog in de fabriek aanwezig zijn is een tweede aandachtspunt dat tijdens het onderzoek naar voren kwam. Op dit moment ontbreekt het in veel gevallen aan een systeem waarmee de overdracht van eigendom van bouwstoffen dan wel elementen aan afnemer wordt geregeld.

Nazorg

De nazorg van bepaalde conceptaanbieders, het oplossen van kleine gebreken na de oplevering, laat soms te wensen over, zo blijkt uit het onderzoek. Het is dan ook raadzaam om als afnemer een service level agreement nazorg (SLA-nazorg) met de conceptaanbieder overeen te komen waarin staat wat de afnemer van de conceptaanbieder mag verwachten van het product en de diensten die hij inkoopt. De nazorg kan door de conceptaanbieder ook zijn ondergebracht bij een derde middels een claimpolis: een SLA waarop de conceptaanbieder mag worden aangesproken als het product niet aan de kwaliteitseisen voldoet. In de SLA moet in meetbare normen zijn verwoord welke dienstverlening zal worden verleend. De SLA moet dus SMART geformuleerd zijn. Bijvoorbeeld dat de nazorgafdeling 24/7 bereikbaar moet zijn voor gevaarlijke situaties, zoals een gaslek. Daarnaast moet er worden vastgelegd wat de responstijd is bij bepaalde storingen en dat een eventuele boete wordt opgelegd bij vertragingen. Periodiek zou de conceptaanbieder een rapportage moeten kunnen overhandigen waarin staat vermeld hoeveel meldingen er zijn geweest en het percentage dat naar tevredenheid van de koper/huurder zijn opgelost binnen de gestelde responstijd (Koolwijk, 2013; NEVI, 2017). In het selectieproces kan naast de SLA-nazorg worden gevraagd naar een voorbeeld van periodieke KPI rapportages en een beschrijving van het nazorg proces waarmee de nazorg wordt geleverd.

“WAT IK INMIDDELS OOK AL HEB GELEERD, IS DAT DIE PARTIJEN ALLEMAAL EEN HARTSTIKKE MOOIE FABRIEK HEBBEN EN DAN MAG JIJ KOMEN KIJKEN. MAAR ALS HET DAN GAAT OM DE FASE NA HET REALISEREN. JA, DAN HEB JE, STOM GEZEGD, DAN ZITTEN WIJ VER WEG. EN DAN STAPELEN ZICH WEL EEN AANTAL KLACHTEN OP. EN DAN KOMEN ZE NA TWEE MAANDEN EEN KEER EEN DAGJE MET EEN MANNETJE DAAR NAARTOE. HET KLINT HEEL ONNOZEL, MAAR AAN DE HUURDER OF DE BEWONER IS DAT BIJNA NIET TE VERKOPEN. JE KUNT DAN WEL GAAN UITLEGGEN HOE DIE PROCESSEN WERKEN, MAAR DE BEWONERS ZEGGEN VAN: JA, LUISTER, IK BETAAL HUUR, IK HEB VANDAAG EEN PROBLEEM EN WIL MORGEN EEN OPLOSSING.” AFNEMER

De volgende indicator wordt voorgesteld:

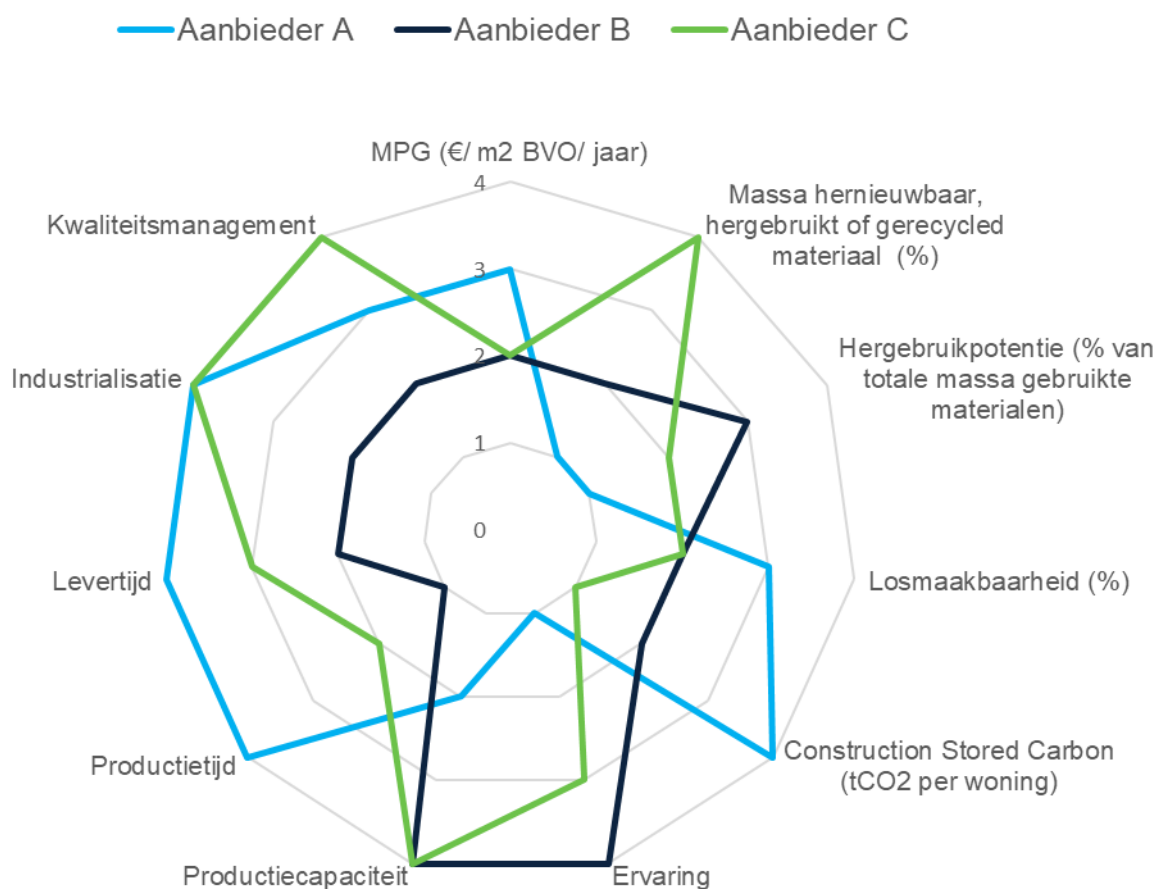
Over welke onderdelen van kwaliteitsmanagement beschikt de conceptaanbieder?

- Certificering conform BRL5019 en BRL5029 en/of BRL2840-1 en BRL2840-2 – 1 punt
- Digitaal management systeem waarin controledata worden samengebracht, workflow wordt beheerst en overdracht van eigendom is geregeld – 1 punt
- Heldere SLA-nazorg met SMART geformuleerde normen tav de dienstverlening – 1 punt
- Beschrijving van het nazorgproces en een voorbeeld van een periodieke rapportage – 1 punt

7 Visualisatie

Dit rapport beschrijft een breed scala aan eigenschappen die door opdrachtgevers/afnemers als relevant worden beschouwd om tijdens de eerste fase van het selectieproces te beoordelen. Sommige van deze eigenschappen zijn kwalitatief van aard, terwijl andere eigenschappen op een kwantitatieve wijze met elkaar vergeleken kunnen worden.

In dit hoofdstuk presenteren we een methode die de vergelijking van kwantitatief meetbare eigenschappen mogelijk maakt. We bespreken per paragraaf hoe deze methode in de praktijk kan worden toegepast voor de eigenschappen waarvoor kwantitatieve vergelijking mogelijk is. Deze methode kan worden toegevoegd aan de Conceptenboulevard.nl van het Netwerk Conceptueel Bouwen. Het grote voordeel van de voorgestelde methode is dat deze het mogelijk maakt om in één oogopslag verschillende aanbieders te vergelijken op basis van diverse relevante criteria. Dit wordt bereikt door middel van een zogenaamd radardiagram. Hieronder vindt u een voorbeeld van een dergelijk diagram (zie Figuur 7).



Figuur 7. Voorbeeld radardiagram waarin aanbieders worden vergeleken ten aanzien van de eigenschappen

7.1 Duurzaamheid en Circulariteit

In paragraaf 5.4 is uitgelegd welke eigenschappen op het gebied van duurzaamheid en circulariteit relevant zijn bij de selectie van woningconcepten. Voorgesteld is deze te meten met behulp van het Nieuwe Normaal.

In paragraaf 4.4 is besproken welke eigenschappen op het gebied van duurzaamheid en circulariteit relevant zijn bij de selectie van woningconcepten. Voorgesteld is deze te meten met behulp van het Nieuwe Normaal:

- MPG
- CSC
- Massa hernieuwbaar, hergebruikt of gerecycled materiaal (% totale massa gebruikte materialen)
- Hergebruikpotentie (% van totale massa gebruikte materialen)
- Losmaakbaarheid (% uit BCI).

Dit zijn allemaal kwantitatieve indicatoren en daardoor ook onderling vergelijkbaar te maken. Zie onderstaand voorbeeld in de tabellen 7 en 8 waarin 3 aanbieders worden vergeleken.

Tabel 7. Drie aanbieders vergeleken ten aanzien van Duurzaamheid en Circulariteit

	Aanbieder A	Aanbieder B	Aanbieder C
MPG (€/m ² BVO/jaar)	0,4	0,6	0,55
Massa hernieuwbaar, hergebruikt of gerecycled materiaal (%)	10	20	35
Hergebruikpotentie (% van totale massa gebruikte materialen)	5	20	10
Losmaakbaarheid (%)	55	40	30
Construction Stored Carbon (tCO ₂ per woning)	80	40	5

Om de verschillende indicatoren op dezelfde schaal in het radardiagram weer te kunnen geven moeten de waarden uit bovenstaande tabel omgezet worden naar een ordinale schaal. Dat kan als volgt, waarbij 1 de laagste score vertegenwoordigt en 4 de hoogste:

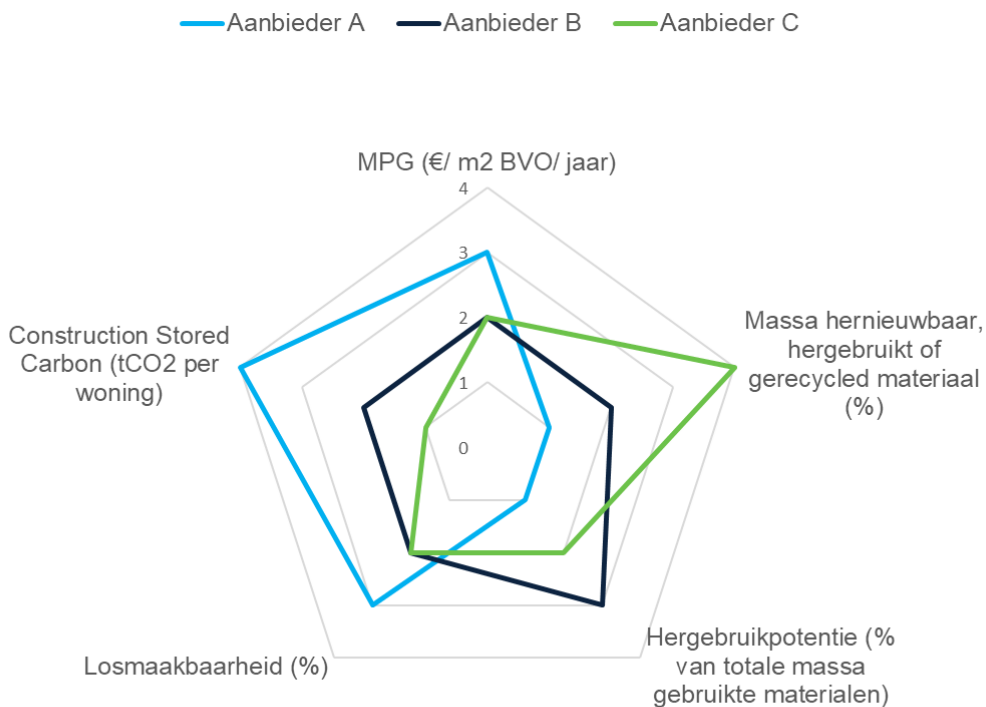
Tabel 8. Duurzaamheid en Circulariteit - transformatie schalen ten behoeve van visualisatie ¹

	1	2	3	4
MPG (€/m ² BVO/jaar)	≥ 0,7	≥ 0,4 - 0,7	0,3 - 0,4	≤ 0,3
Massa hernieuwbaar, hergebruikt of gerecycled materiaal (%)	≤ 10	11 - 20	21 - 30	≥ 30
Hergebruikpotentie (% van totale massa gebruikte materialen)	0 - 5	6 - 10	11 - 20	≥ 20
Losmaakbaarheid (%)	≤ 25	25 - 50	51 - 75	≥ 75
Construction Stored Carbon (tCO ₂ per woning)	≤ 25	25 - 50	51 - 75	≥ 75

De waarden in tabel 8 zijn als voorbeeld opgenomen. De werkelijke waarden en bijbehorende schalen dienen met verder onderzoek nog vastgesteld te worden, waarbij ook rekening gehouden wordt met de streefwaardes zoals die uiteindelijk in Het Nieuwe Normaal eind 2023 vastgelegd worden.

Het radardiagram met de vergelijking van de drie aanbieders op het gebied van duurzaamheid en circulariteit komt er dan als volgt uit te zien (Figuur 8):

¹ De waarden in de tabel zijn nog als voorbeeld opgenomen. De werkelijke waarden en bijbehorende schalen dienen met verder onderzoek nog vastgesteld te worden, waarbij ook rekening gehouden wordt met de streefwaardes zoals die uiteindelijk in Het Nieuwe Normaal eind 2023 vastgelegd worden.



Figuur 8. Voorbeeld radardiagram Duurzaamheid en Circulariteit

Hierbij is het van belang de kanttekening te maken dat de hergebruikpotentie eigenlijk per laag (stuff, space plan, services, skin, structure, site) zoals onderscheiden door Brand (Brand, 1994) moet worden berekend. In tabellen 7 en 8 en Figuur 8 is een vereenvoudiging toegepast.

7.2 Overige meetbare eigenschappen

Voor de overige in hoofdstuk 3 doorlopen indicatoren die meetbaar zijn, is een vergelijkbaar proces doorlopen. Het resultaat is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 9. Schalen voor het meten van Ervaring, Productiecapaciteit, Productietijd en Levertijd

	1	2	3	4
Ervaring: Hoeveel woningen heeft de aanbieder volgens een woningconcept gemiddeld opgeleverd in de afgelopen drie jaar?	< 50	50-500	500-1500	>1500
Productiecapaciteit: Hoeveel woningen kan de aanbieder dit jaar maximaal produceren?	< 50	50-500	500-1500	>1500
Productietijd: Wat is de productietijd per woning op de bouwplaats na gereedkomen van de fundering tot en met oplevering (sleutelklaar)?	> 3 mnd	1-3 mnd	1wk-1mnd	< 1wk
Levertijd: Hoeveel tijd is er nodig voordat met de productie van de woning op de bouwplaats kan worden aangevangen, gerekend na goedkeuring definitief ontwerp en opdrachtverlening?	> 3 mnd	1-3 mnd	1wk-1mnd	< 1wk

Tot slot is voor industrialisatie en kwaliteitsmanagement een vraag opgesteld. Bij industrialisatie is sprake van een ordinale (oplopende) schaal. Bij kwaliteitsmanagement wordt voor de aanwezigheid van elk onderdeel een punt gegeven. De punten samen vormen een schaal van 1 tot 4.

In hoeverre is het productieproces van de woningconcepten geïndustrialiseerd?

1. Traditioneel: De woning wordt volledig in het werk vervaardigd

2. Semi-traditioneel: De woning wordt gedeeltelijk in het werk vervaardigd in combinatie met in de fabriek geproduceerde 2D- en/of 3D-elementen
3. Semi-montagebouw: De woning is grotendeels in de fabriek geproduceerd in 2D-en/of 3D-elementen en wordt op de bouwplaats gemonteerd. Een klein deel wordt in het werk vervaardigd (bijv. de afbouw).
4. Volledige montagebouw: De volledige woning is in de fabriek geproduceerd in 2D- en/of 3D-elementen en wordt op de bouwplaats gemonteerd.

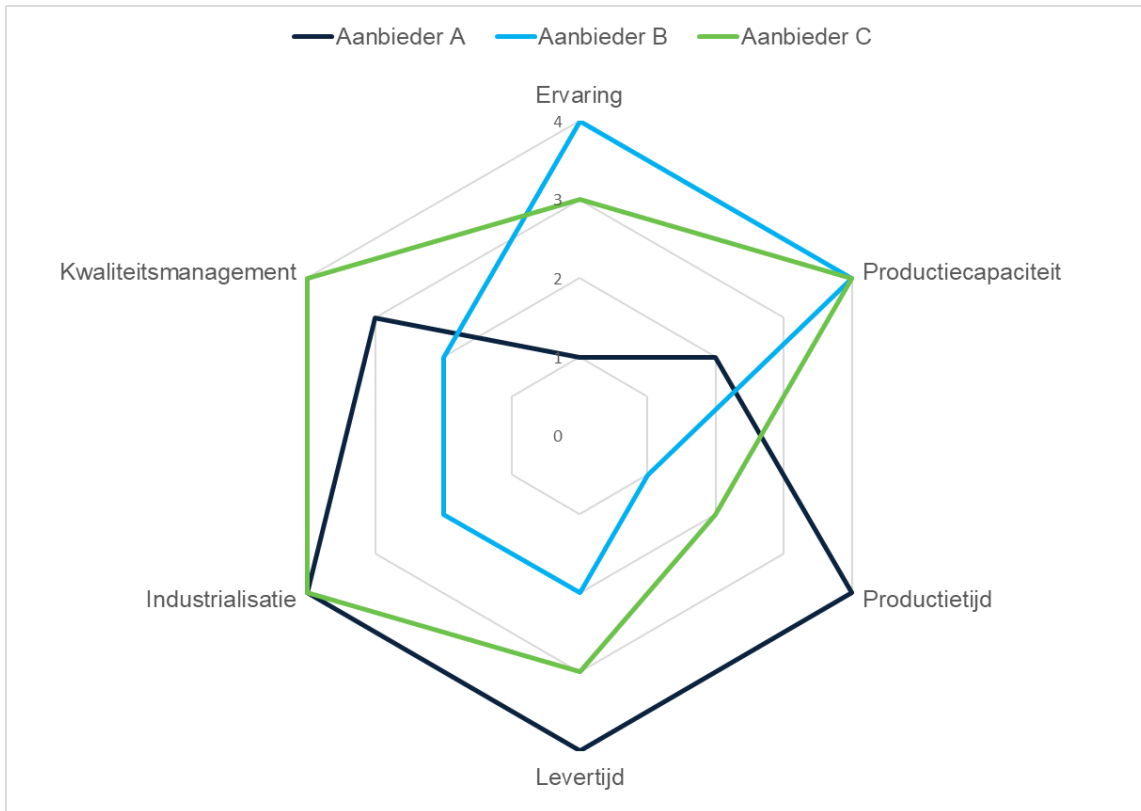
Over welke onderdelen van kwaliteitsmanagement beschikt de conceptaanbieder?

- Certificering conform BRL5019 en BRL5029 en/of BRL2840-1 en BRL2840-2 – 1 punt
- Digitaal managementsysteem waarin controledata worden samengebracht, workflow wordt beheerst en overdracht van eigendom is geregeld – 1 punt
- Heldere SLA-nazorg met SMART geformuleerde normen ten aanzien van de dienstverlening – 1 punt
- Beschrijving van het nazorgproces en een voorbeeld van een periodieke rapportage – 1 punt

In Tabel 10 zijn de drie aanbieders vergeleken ten aanzien van de overige indicatoren en in Figuur 9 is een radardiagram weergegeven met de zes aspecten ervaring, productiecapaciteit, productietijd, levertijd, industrialisatie van het productieproces en onderdelen van het kwaliteitsmanagement waarbij 1 de laagste score vertegenwoordigt en 4 de hoogste.

Tabel 10. Drie aanbieders vergeleken ten aanzien van Ervaring, Productiecapaciteit, Productietijd, Levertijd, Industrialisatie en Kwaliteitsmanagement

	Aanbieder A	Aanbieder B	Aanbieder C
Ervaring: Hoeveel woningconcepten heeft de aanbieder gemiddeld opgeleverd in de afgelopen drie jaar?	1	4	3
Productiecapaciteit: Hoeveel woningen kan de aanbieder dit jaar maximaal produceren?	2	4	4
Productietijd: Wat is de productietijd per woning op de bouwplaats na gereedkomen van de fundering tot en met oplevering (sleutelklaar)?	4	1	2
Levertijd: Hoeveel tijd is er nodig voordat met de productie van de woning op de bouwplaats kan worden aangevangen, gerekend na goedkeuring definitief ontwerp en opdrachtverlening?	4	2	3
In hoeverre is het productieproces van de woningconcepten geïndustrialiseerd?	4	2	4
Over welke onderdelen van kwaliteitsmanagement beschikt de conceptaanbieder?	3	2	4



Figuur 9. Voorbeeld radardiagram Ervaring, Productiecapaciteit, Productietijd, Levertijd, Industrialisatie en Kwaliteitsmanagement

Referenties

- Andersson, R., Apleberger, L. & Molnar, M. (2009). Erfarenheter och effekter av industriellt byggande i Sverige.
- ASNbank, Climate Cleanup & Gideon (2021). Construction Stored Carbon, A financial metric for carbon storage in the built environment, version 8 november 2021.
- Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G. & Woetzel, J. (2019). Modular construction: From projects to products. *McKinsey & Company: Capital Projects & Infrastructure*, 1-34.
- Brand, S., 1994, How Buildings Learn: What Happens After They're Built.
- CB'23, (2020). *Leidraad Meten van circulariteit, Werkafspraken voor een circulaire bouw, versie 2.0*.
- Cengiz, A. E., Aytekin, O., Ozdemir, I., Kusan, H. & Çabuk, A. (2017). A multi-criteria decision model for construction material supplier selection. *Procedia Engineering*, 196, 294-301.
- Chopra, S. & Meindl, P. (2010). *Supply Chain Management, Strategy, Planning and Operation*, 4th edition. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Pearson Education India.
- De Wolf, C., Cordella, M., Dodd, N., Byers, B. & Donatello, S. (2023). Whole life cycle environmental impact assessment of buildings: Developing software tool and database support for the EU framework Level(s). *Resources, Conservation and Recycling*, 188, 106642.
- Fijn Wonen (2022). *Bouwen in 1 dag*, 2022. Available online: <https://www.fijn.com/verhalen/bouwen-in-1-dag> [Geraadpleegd 11 juli 2023]
- Handfield, R. B., Monczka, R. M., Giunipero, L. C. & Patterson, J. L. (2011). *Sourcing and supply chain management*, South-Western Cengage Learning Boston, MA.
- Hulscher, H. (2022). *Optio, het flexibele woningconcept*, Van Wanrooij Bouw & Ontwikkeling Geffen: Starveco Benelux.
- Innella, F., Arashpour, M. & Bai, Y. (2019). Lean methodologies and techniques for modular construction: chronological and critical review. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(12), 04019076.
- KIWA (2023). *BRL 5029 –Kwaliteitscontrole door de bouwer (in het kader van de WKB)*.
- Koolwijk, J. S. J. (2013). *Sturen op resultaat: Handleiding Prestatiemeting*. Den Haag.
- Masood, R., Lim, J. B. P., González, V. A., Roy, K. & Khan, K. I. A. (2022). A Systematic Review on Supply Chain Management in Prefabricated House-Building Research. *Buildings*, 12(1), 40.
- NEVI (2017). *Stappenplan naar leveranciersmanagement, versie 1.1*. Zeist.
- Priemus, H. & Van Elk, R. (1970). Niet-traditionele woningbouwmethoden in Nederland. *Samson uitgeverij & Stichting Bouw Research: Alphen aan den Rijn, The Netherlands*.
- Schierholt, K. (1999). Process configuration — combining the principles of product configuration and process planning, in Mertins, K., Krause, O. & Schallock, B. (eds), *Global Production Management: IFIP WG5.7 International Conference on Advances in Production Management Systems September 6–10, 1999, Berlin, Germany*. Boston, MA: Springer US, 391-398.
- Segerstedt, A. & Olofsson, T. (2010). Supply chains in the construction industry. *Supply chain management: an international journal*, 15(5), 347-253
- Taherdoost, H. & Brard, A. (2019). Analyzing the process of supplier selection criteria and methods. *Procedia Manufacturing*, 32, 1024-1034.
- Thiruchelvam, S. & Tookey, J. (2011). Evolving trends of supplier selection criteria and methods. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 4(1), 437-454.
- Van Vliet, M., Van Grinsven, J. & Teunizen, J. (2021). Circular buildings—Meetmethodiek Losmaakbaarheid. V 2.0. *Alba Concepts*.
- Verhulst, T., Vliet, M. van, Bosch, S., Huitema, N., Roemers, G., Blok, M., Vervoordeldonk, J., Wamelink, H. & Straub, A. (2023). *Het Nieuwe Normaal, Leidraad HNN Gebouw, Concept 0.5*.
- Woertman, S. (2023). *Welstand en industrieel bouwen: 5 interviews met marktpartijen, uitdagingen, kansen en voorwaarden*.
- Wuni, I. Y. & Shen, G. Q. (2020). Barriers to the adoption of modular integrated construction: Systematic review and meta-analysis, integrated conceptual framework, and strategies. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119347.