



Eindverslag Next Step Startblock

Eindverslag

Emissieloos Bouwen

P9 Next Step Startblock

Januari 2023 – december 2023

De directies van Startblock BV en Van Wieren Special BV willen het ministerie van BZK hartelijk bedanken voor de subsidiebijdrage die zij mochten ontvangen in kader van het programma Emissieloos Bouwen.

Het projectteam van Startblock wil graag TNO en haar medewerkers bedanken voor hun enthousiasme, inzet en bereidheid kennis te delen, wat heeft geresulteerd in het doorlopen van een uniek & waardevol R&D ontwikkelproces.

Samenvatting

Met fabrieksmatig gebouwde woningen wil Startblock B.V. een bijdrage leveren aan het oplossen van het tekort aan betaalbare woningen. Startblock focust zich sinds de start in 2019 op de essentie van bouwen en wonen waarbij duurzaamheid en circulariteit speerpunten zijn. Het concept slaat aan en een aantal projecten zijn al gerealiseerd. Begin 2023 ligt de verwachte vraag rond de 4 woningen per week maar wordt niet gehaald in de productie.

Binnen het ontwerp, productieproces en transport ziet het management van Startblock B.V. verbeterpunten om tot verdere industrialisering van het pre-fabricageproces en on-site assemblage te komen. Echter, vóór de start van dit onderzoek ontbreekt kennis en inzicht op welke wijze dit te realiseren.

De onderzoeksvraag is op welke wijze de productiefaciliteit het beste ingericht kan worden zodat de huidige productielocatie met twee productielijnen in staat is 4-6 woningen per week te produceren? Om dit te bewerkstelligen zal onderzocht moeten worden hoe de prefab gevel het beste kan worden samengesteld, het cascoproces kan worden uitgebreid, hoe activiteiten tussen werkstations beter in balans te brengen zijn, op welke wijze activiteiten meer geparallelliseerd kunnen worden en zal opleiding en werkplekorganisatie uitgevoerd moeten worden. Ook zal er een nieuw kantelsysteem ontwikkeld moeten worden dat leidt tot meer efficiency en veiligheid. En de uitbreiding van productie resulteert ook in de noodzaak van het aantrekken van nieuwe medewerkers die allemaal hun plek moeten vinden in een veranderde organisatie.

Verder wil Startblock samen met Van Wieren Special de eerste stap zetten in groen transport om met émissieloos' vervoer de Startblock-woningen te vervoeren naar de plaatsingslocatie.

Vanuit het project Emissieloos Bouwen zijn veel aanpassingen uitgevoerd die hebben bijgedragen tot het vergroten van de productiecapaciteit, maar die hebben ook de NOx uitstoot verlaagd. Onderzoeken van TNO hebben Startblock geholpen de woning te verbeteren, maar hebben ook geholpen om de kwaliteit van de woning zichtbaar te maken.

De conclusie is dat door de subsidiebijdrage vanuit het programma Emissieloos Bouwen van het ministerie BZK en de intensieve samenwerking met TNO:

- het mogelijk is gemaakt dat Startblock de CO₂-footprint van woningen heeft kunnen verlagen,
- Startblock een reductie van de NO_x-uitstoot heeft kunnen realiseren,
- maar ook nog de productie heeft kunnen optimaliseren zodat het aantal geproduceerde Startblock woningen per week substantieel vergroot is.

Inhoudsopgave

Inhoud

2

Samenvatting	3
Inhoudsopgave	4
Leeswijzer	5
2.0. Inleiding	6
3.0. Werkpakketten binnen het project	13
4.0. Aanpak en resultaten Werkpakketten.....	15
5.0. Conclusie.....	28
6.0. Wensen voor vervolgonderzoek.....	29

Leeswijzer

Dit is de eindrapportage van het Emissieloos Bouwen project P9 Next Step Startblock.

In hoofdstuk 2 wordt een inleiding op het project gegeven waarin de doelstelling, onderzoeksvragen, beoogde resultaten, consortium en achtergrondinformatie worden beschreven.

In hoofdstuk 3 wordt de structuur van het onderzoek uitgelegd. Een overzicht van de werkpakketten wordt gegeven en de deliverables per werkpakket worden opgesomd.

Hoofdstuk 4 geeft per werkpakket een samenvatting van de belangrijkste resultaten en beantwoording van deelvragen.

De conclusies zijn beschreven in hoofdstuk 5 en hoofdstuk 6 gaat in op het vervolgonderzoek.

2.0. Inleiding

2.1. DOELSTELLING EN AANLEIDING/PROBLEEMSTELLING

De jaren 2019 – 2022 stonden bij Startblock in het teken van het ontwikkelen, het ontwerpen van de woning, het assembleren, het opstarten van het productieproces en optimaliseren van het transport van de fabriek naar de bouwplaats. Daarbij zijn veel knelpunten overwonnen door eigen innovaties. Alle kennis, kunde en innovaties komt uit eigen gelederen.

In 2022 realiseert het management zich dat er sprake is van het gevaar dat een tunnelvisie ontstaat en ziet zij het belang in van het verwerven van nieuwe kennis en samenwerking. Nieuwe kennis die nodig is om in te zetten op opschaling door verdere industrialisering van het pre-fabricageproces en onsite assemblage te komen en daarmee de NOx-emissie te reduceren.

Met fabrieksmatig gebouwde woningen wil Startblock B.V. een bijdrage leveren aan het oplossen van het tekort aan betaalbare woningen. Startblock focust zich sinds de start in 2019 op de essentie van bouwen en wonen waarbij duurzaamheid en circulariteit speerpunten zijn. Het concept slaat aan, maar om een grotere bijdrage te leveren aan het tekort aan woningen zal de productie verhoogd moeten worden.

Begin 2023 produceert Startblock 1,5 – 2 woningen per week. De wens is om eind 2023 de productiecapaciteit dusdanig te vergroten dat het bedrijf door kan groeien naar 6-8 Startblock woningen per week. Een gigantische opgave voor het bedrijf dat gestart is in 2019. Verder is het doel van het project het nog verder verlagen van de CO2 footprint van de woningen en reductie van NOx-uitstoot bij productie en plaatsing. Dit gebeurt door het optimaliseren van de productiestraat door prefabricage van de buitengevel en elektrificatie van logistieke bewegingen van fabriek naar en op de bouwplaats.

Visie Startblock B.V.

People, Planet, Profit - we werken met én voor mensen aan betaalbare huisvesting. We doen dat met behoud van onze Planeet en geven die beter terug door circulariteit en duurzaamheid centraal te zetten. Standaardisatie van product én processen maakt het mogelijk om te kiezen voor materialen die herbruikbaar zijn en een lange levenscyclus kennen. Via die weg levert Startblock een bijdrage aan een houdbare/houtbare leefomgeving (een schonere planeet) en aan de oplossing van de woningnood

2.1. ONDERZOEKSVRAGEN

Startblock wil door deelname aan het programma Emissieloos Bouwen de productie optimaliseren. Binnen het ontwerp, productieproces en transport ziet het management van Startblock B.V. verbeterpunten. Door een subsidiebijdrage van het ministerie BZK en de samenwerking met TNO wil Startblock naast het optimaliseren van de productie, de CO2-footprint van woningen verlagen en een reductie van NOx-uitstoot realiseren.

1. Is het mogelijk door het ontwikkelen van een andere biobased prefab gevel van de Startblock Roots de productietijd te verkorten? Bij start project kost het assembleren van de gevel twee dagen productietijd. Deze twee dagen betekent 40 % van de totale productietijd van een woning.
 - a. Kan er gekozen worden voor andere materialen, bij voorkeur biobased materialen? Het doel is om het aandeel biobased materialen in de volgende generatie gevels, gevelafwerkingen en Startblockwoningen substantieel te vergroten.
 - b. Het onderzoeken welke kozijnen inpasbaar zijn die gebaseerd zijn op biobased en circulair materiaal?
 - c. In hoeverre is het mogelijk om de gevel als één geheel te prefabriceren en vervolgens te bevestigen?
 - d. Wat is de productietijd van de nieuwe gevel?
 - e. In hoeverre kan productie en bevestigen van de gevel aan de woning efficiënt ingepast worden in de off-site industriële prefabricage?
 - f. Wat past beter in het proces: de keuze de gevel in eigen beheer of door een toeleverancier laten produceren?
2. Op welke wijze is het mogelijk om de Eengezinswoning (EGW) eenvoudig in te passen in de huidige of toekomstige productiefaciliteit? Ontwikkelen van een programma van eisen voor een EGW die ingepast kan worden in de productielijnen nieuwe stijl.
3. Welke veranderingen dienen er in het productieproces van Startblock geïmplementeerd te worden om productie van 4 tot 6 woningen per week mogelijk te maken?

Dit resulteert in de volgende onderzoeksvragen:

- a. Is het mogelijk om een hydraulisch hefmechanisme te ontwikkelen waardoor de heftruck niet meer nodig is bij het kantelen van een Startblock woning. In de praktijk betekent dit dat het benodigde aantal medewerkers verminderd kan worden en de veiligheid in de fabriek vergroot kan worden.
 - b. Hoe is het huidige productieproces in de fabriek van Startblock ingericht en wat zijn de actuele doorlooptijden?
 - c. Wat zijn de bottlenecks in het huidige productieproces, welke onderliggende oorzaken zijn er en wat kunnen de oplossingen zijn?
4. Kan Startblock als lerende organisatie door het herontwerp van de huidige productiestraat een eerste functioneel ontwerp van de productielijnen ontwikkelen voor de nog te bouwen fabriek?
5. Projectpartner Van Wieren Special BV wil ervaring op doen met de mogelijkheden van elektrisch transport door het uitvoeren van een proeftransport van Startblock woningen. Mocht je als transportbedrijf het elektrisch vervoer aan je klanten willen aanbieden, wat betekent dit voor de actieradius? Welke randvoorwaarden zijn hiervoor nodig? Kun je als transportbedrijf beschikken over de benodigde infrastructuur op je vestigingslocatie en met voldoende aanbod van elektriciteit? Zijn er voor het opladen voldoende laadpunten beschikbaar? Om de NOx emissie nog verder te verlagen, dan zal naast de inzet van elektrisch vervoer, voor Startblock het ontwikkelen van een emissieloze bouwplaats een optie zijn.

6. Is het mogelijk om een realistisch beeld te krijgen van de werkelijke prestaties van de Startblock woning op het gebied van energiegebruik, luchtkwaliteit en comfort? Naast het geluid-, installatie- en MPG-onderzoek zal er een prestatiemeting worden uitgevoerd. In de prestatiemeting zullen woningen in bewoonde staat gemonitord worden gedurende een onderzoeksperiode van 2 tot 3 jaar. De uitkomsten van de prestatie monitoring zullen voor Startblock richting geven aan ontwerpverbeteringen om steeds beter aan prestatie-eisen te kunnen voldoen m.b.t. milieubelasting, energiegebruik, luchtkwaliteit en comfort. De opbrengst van data kan ook bijdragen om anders te kijken naar de berekende prestaties volgens de BENG (“Bijna Energie Neutraal Gebouw”).
7. Voor de Startblock-woning streven wij ernaar om inzicht te verkrijgen in de NOx-emissies die optreden tijdens zowel de prefabricage als tijdens het plaatsen van de woning op de plaatsingslocatie.
 - a. Wat is de NOx-uitstoot tijdens de prefabricage en aanleg van de Startblock-woning?
 - b. Wat is de relevante NOx-uitstoot voor de project specifieke vergunningsverlening?

2.3. BEOOGDE RESULTAAT/DELIVERABLE

Beoogd resultaat

Vanuit haar duurzaamheidsmissie wil het bedrijf met behulp van TNO op zoek naar het gebruik van duurzame materialen. Zoals ook al genoemd in 2.2. wil het management van Startblock het aandeel biobased materialen in de volgende generatie gevels, gevelafwerkingen en Startblockwoningen substantieel vergroten. Echter bij keuzes, kiest het bedrijf voor zekerheid van kwaliteit in verband met de 50-jarige levensduur van de woning. Als bijvoorbeeld een biobased materiaal een risico vormt, dan heeft het bedrijf de voorkeur voor niet biobased, maar wel circulair materiaal.

Startblock wil, met de kennis die opgedaan zal worden in Emissieloos Bouwen project P9 “Next step Startblock” de productie substantieel vergroten. Binnen het project zal gewerkt worden aan de verdere ontwikkeling van de biobased prefab woning en het optimaliseren van de productie. De wens is om de woning, maar in het bijzonder de gevel, verder te ontwikkelen zodat productiestappen beter op elkaar afgestemd kunnen worden. Het zal bijdrage om het logistieke proces te verbeteren in de fabriek. Uiteindelijk wil het bedrijf haar productiecapaciteit voor bereiden om 6-8 Startblock woningen per week te produceren.

Een belangrijk onderdeel van het logistieke proces is het verbeteren van het kantelproces van de woning. Tijdens het totale traject wordt een Startblock woning drie keer gekanteld. De tweede kanteling van de totaal geproduceerde woning is zeer arbeidsintensief en maakt gebruik van een heftruck. Binnen het project is de wens om een hefmechanisme vanuit de vloer te ontwikkelen wat het gebruik van de vorkheftruck binnen het proces overbodig maakt. Het betekent een efficiency slag binnen de productie, verbeteren van de veiligheid op de werkvloer en de vorkheftruck en chauffeur kunnen elders ingezet worden.

Door de digitalisering van de aansturing van het maakproces wordt optimalisatie en opschaling beoogd. De bevindingen in dit project gelden als blauwdruk voor de ontwikkeling van de toekomstige productiefaciliteit (nieuwbouw).

Prestatiemonitoring van de woningen in bewoonde staat geeft Startblock de data om een realistisch beeld te krijgen van de werkelijke prestaties van de woning op het gebied van energiegebruik, luchtkwaliteit en comfort.

Door de uitgevoerde onderzoeken van TNO en de samenwerking met Van Wieren Special kan Startblock de CO2 footprint sterk verlagen onder andere door inzet van groen vervoer.

De belangrijkste beoogde deliverables van dit project zijn:

1. Opschalen van de productiecapaciteit, door aanpassingen in het productieproces niet 2 woningen maar zelfs 4 tot 6 woningen kunnen produceren in één week.
 - a. Twee prototypes van de nieuwe gevel inclusief afwerking,
 - b. Inpassing van assemblage van de gevel in het off-site maakproces,
 - c. Het in kaart brengen van het huidige productieproces, uitvoeren van bottleneck analyse om vervolgens oplossingen vast te stellen o.a. door standaardiseren en te implementeren,
 - d. Door de analyse van het cascoproces o.a. door inventarisatie van taktijden zijn verbetervoorstellen gedaan voor montage, wijziging van de positie en eigenschappen van freezingen zoals aangeleverd door leveranciers en het versimpelen van het kantelproces, wat geresulteerd heeft in verkorten van de doorlooptijd,
 - e. De keuze of de prefab gevel in eigen beheer wordt samengesteld of extern door één van de leveranciers,
 - f. De wens is om een kantelsysteem te ontwikkelen voor het horizontaal kantelen van de geproduceerde woning voor het transport. Het gebruik van het ontwikkelde hefmechanisme zal de vorkheftruck binnen het proces overbodig maken en daardoor de vorkheftruck en de chauffeur vrijmaken voor andere taken en de veiligheid verhogen.
2. Het opstellen van het Programma van Eisen voor de ontwikkeling van de Eengezinswoning (EGW) die qua ontwerp zal resulteren in een eenvoudig inpassing van een EGW in de huidige productiefaciliteit. Het opleveren van voorlopig ontwerp.
3. Binnen WP4 investeren Startblock en Van Wieren Special BV in het elektrificeren van het transport over de weg, maar Startblock ook in de fabriek. Van Wieren Special B.V. zet voor het eerst elektrisch vervoer in om met 'emissieloos' vervoer de Startblock-woningen te vervoeren naar de plaatsing locatie. Van Wieren Special wil ervaring op doen met groen transport o.a. met het vervoer van Startblock woningen. De transportplanning voor een elektrisch truck is een uitdaging gezien de actieradius en is afhankelijk van de beschikbaarheid van openbare snelladers. Verder zal Van Wieren Special de infrastructuur van haar vestigingslocatie in Emmeloord moeten aanpassen om elektrische trucks ook daadwerkelijk in de nachtelijke uren te kunnen laden.
4. Het inzicht verkrijgen in de werkelijke prestaties van enkele Startblock-woningen op verschillende locaties, zodat nieuwe woningen qua ontwerp steeds beter aan prestatie-eisen kunnen voldoen m.b.t. milieubelasting, energiegebruik, luchtkwaliteit en comfort. Rapportage van prestaties die relevant zijn voor BENG.

5. Het vastleggen van de onderzoeksresultaten wat de NOx-uitstoot is tijdens de prefabricage en plaatsen van de Startblockwoning. En de beantwoording van de vraag wat de relevante NOx-uitstoot is voor de project specifieke vergunningsverlening.



2.4. CONSORTIUM / TEAM & EXPERTISE

Consortium

Naast Startblock zijn als projectpartners opgenomen in het projectplan, woningbouwvereniging Mercatus, Van Wieren Special BV en Finstral BV. Hoewel er sprake is van een positieve werkkrelatie met Mercatus en Finstral BV heeft het niet geleid tot een getekend toetredingsdocument. Van Wieren Special BV heeft het toetredingsdocument wel ondertekend.

Finstral als, groter (internationale) bedrijf is terughoudend met het delen van hun kennis en wilde dan ook niet toetreden tot het voorgestelde consortium. Om die reden heeft het projectteam niet een keuze kunnen maken voor een extra projectpartner.

De Startblock woningen aangekocht door woningbouwvereniging Mercatus zijn al vroeg in het jaar geplaatst en in april hebben de eerste bewoners de sleutels gekregen. Het is niet wenselijk om sensoren te plaatsen in woningen die al bewoond zijn. Reden om uit te kijken naar andere woningbouwverenigingen die in 2023 woningen van Startblock plaatsen.

In verband met de prestatiemeting is Startblock vervolgens in gesprek gegaan met twee andere woningbouwverenigingen namelijk Heuvelrug Wonen en Woonpartners Midden-Holland, en zij hebben toegezegd om te participeren in WP5 “de prestatiemeting van bewoonde Startblock Woningen”.

In de praktijk blijkt dat coöperaties niet zomaar allerlei samenwerkingen/verbindingen aan mogen gaan, hiervoor is toestemming nodig van de autoriteit Woningcorporaties van het ministerie. Helaas was het antwoord vanuit het ministerie voor Heuvelrug Wonen en Woonpartners Midden-Holland onvoldoende om de keuze te maken in te stappen als projectpartner van het consortium.

Projectteam Startblock & expertise TNO

Startblock heeft als penvoerder de verantwoordelijkheid voor de totale projectadministratie en de kwartaal- & eindrapportages. Gezien haar onervarenheid met dergelijke subsidieprogramma's heeft het bedrijf de keuze gemaakt om een externe projectcoördinator aan te trekken voor de duur van het project. De projectcoördinator heeft in goed overleg met de administrateur van Startblock de administratie ingericht, is verantwoordelijk voor de kwartaal- en eindrapportage en treedt op als contactpersoon voor TNO en het ministerie van BZK. De projectcoördinator ziet ook toe op een goede uitvoering van de TNO onderzoeken binnen de werkpakketten en stemt af met de projectbegeleider van TNO en de WP-regisseurs van Startblock.

Vanuit Startblock zijn WP-regisseurs aangewezen, veelal R&D medewerkers, die ook zitting hebben in het projectteam. Het projectteam heeft bij aanvang elke week vergaderd en vanaf juni éénmaal in de twee weken.

Het projectmatig werken heeft een uitvoeringsvorm gekregen, maar door de waan van de dag wat speelt in het snelgroeiende bedrijf, stond deze werkvorm nog wel eens onder druk. Het samenwerken met TNO is als waardevol ervaren en was belangrijk bij het bevestigen van keuzes. Het gaf ook structuur in het R&D proces en heeft goed en efficiënt gewerkt met name in WP1 en WP3. Het samenwerken met TNO bracht wel aan het licht dat de cultuur binnen Startblock wezenlijk anders is. Een kenmerk van de werkwijze van Startblock is de snelheid van handelen. Zodra nieuwe ontwerpen bijna klaar zijn, ontstaan nieuwe ideeën en deze worden veelal in de praktijk gelijk uitgevoerd zonder het voorgaande goed te evalueren. TNO is als kennisorganisatie meer bedachtzamer en werkt volgens vaste procedures, na de brainstormfase volgt een onderzoeksfase en dan wordt er een keuze gemaakt. Binnen TNO werd er dan ook wel eens uitgeroepen: “Wij hebben het nog niet uitgewerkt of Startblock heeft het al in praktijk uitgevoerd”.



Samen overleggen en beslissen

2.5. ACHTERGROND INFORMATIE

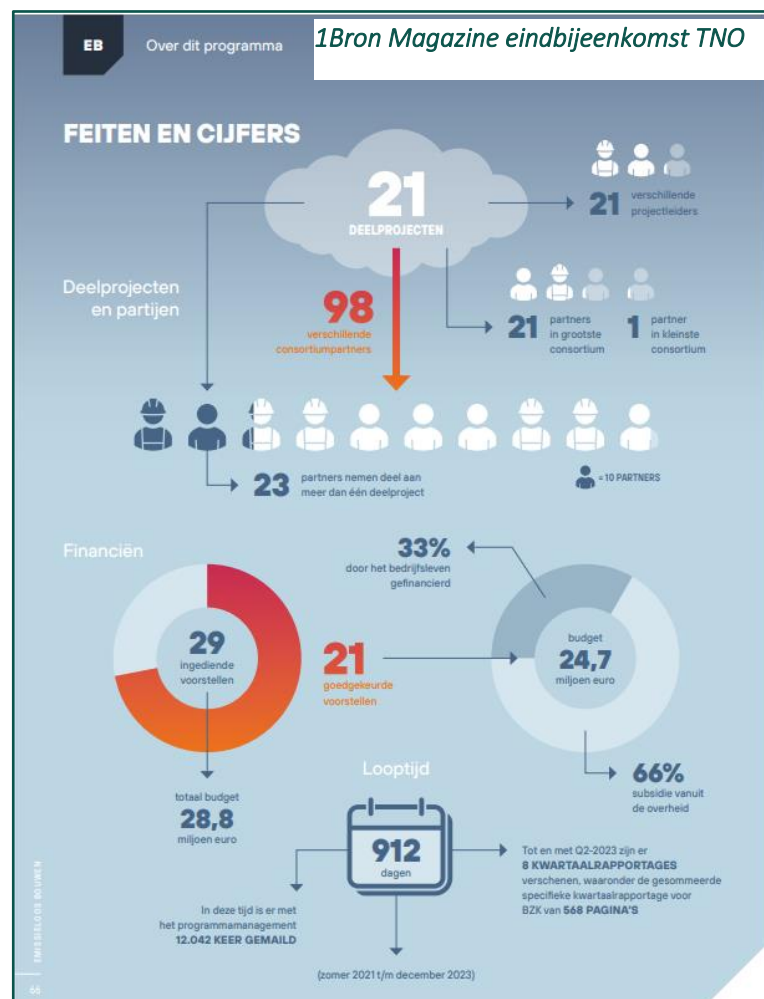
Dit project maakt onderdeel uit van het programma Emissieloos Bouwen, in het kader van de BZK-subsidie 'stikstofprogramma - reductie NOx- en CO2- en fijnstof emissie'

Het deeltraject IMP (industriële modulaire prefab) draagt met 3 programmalijnen bij aan het onderzoeksprogramma Emissieloos Bouwen:

1. Lage uitstoot bouwmaterialen: als we kijken naar het onderdeel 'materiaal', wat is dan potentiële uitstootreductie?
2. Geïndustrialiseerde productie: welke -voor de bouw- vernieuwende productieprocessen zijn geschikt om uitstoot zoals genoemd in de ambities te realiseren? Wat kunnen zaken als bijvoorbeeld verdere industrialisatie, of file-to-factory hierin betekenen?
3. Optimalisatie van processen: het logistieke proces vormt een belangrijk onderdeel tijdens de bouw van een bouwwerk. Is met aanpassingen in de logistieke volgorde winst te behalen? Of kan er meer op andere locaties worden uitgevoerd?

De ambities van het onderzoeksprogramma zijn:

- 60% stikstofreductie ten opzichte van 2018 in het jaar 2030
- 0,4 Mton CO2 reductie ten opzichte van 1990 in het jaar 2030
- 75% gezondheidswinst door de uitstoot van fijnstof terug te dringen.



3.0. Werkpakketten binnen het project

3.1. WERKPAKKET TEAMS/PARTNERS

	<i>WP-leider/ faseleider</i>	<i>Actief betrokken projectpartner en of deelnemer</i>	<i>Korte beschrijving van de activiteiten</i>
WP 1. Ontwikkeling biobased prefab gevel.	Startblock	Startblock TNO	Ontwikkeling van een prefab biobased gevel. Materiaal keuzeo.a. gevelafwerking, biobased isolatiemateriaal en biobased/circulair kozijn. Keuze productie in eigen beheer of door toeleverancier.
WP 2. Doorontwikkeling van Startblock Roots tot EGW	Startblock	Startblock, TNO	Op basis van 2 rug-aan-rug geplaatste SB Roots wordt een eéngzinswoning qua ontwerp ontwikkeld welke ook inpasbaar is in de productie nieuwe stijl.
WP 3. Herontwerp productiefaciliteit, inclusief digitalisering & aansturing maakproces. Drukpuntberekening woning en het ontwerp van een nieuw kantelmechanisme.	TNO	TNO, Startblock, Rock Machinebouw	Op welke wijze kan de productiefaciliteit ingericht worden met een kantelsysteem en verbeterd worden door middel van standaardiseren & digitalisering, zodat de huidige productielocatie met twee lijnen in staat is 6-8 woningen per week te produceren?
WP 4. Elektrificeren transport. Ontwikkelen emissieloze mobiele unit.	Van Wieren	Van Wieren, Startblock, Kraanverhuur Schinkel (Liebher kranen wordt ingezet), Rock Machinebouw, TNO	Elektrificeren transport in het gehele proces. Optimalisatie van transport van woningen uit de fabriek naar bouwplaats en montage op de bouwplaats
WP 5. Prestatiemeting Startblock woningen op twee locaties Wijk bij Duurstede en Binnenstedelijk in Gouda.	TNO	TNO, Startblock. Heuvelrug Wonen en Woonpartners MH hebben hun medewerking toegezegd	Uitvoering van metingen om te selecteren KPI's vast te stellen. Waar nodig en mogelijk, bijstelling van ontwerp
WP 6. Impact assessment; CO2 footprint en NOx-uitstoot. TNO coördineert	Startblock	Startblock, TNO .	Vaststellen van inzet materieel tijdens transport naar de fabriek, productie van woningen in de fabriek en tijdens afbouw op de plaatsingslocatie. Vaststellen CO2 footprint en BCI
WP 7. Projectorganisatie & projectmanagement	Startblock	Alle deelnemers	Kwartaalrapportages, urenregistratie, administratie van overige kosten

3.2. DEELRAPPORTAGES EN DELIVERABLES OVERZICHT

Een aantal activiteiten heeft meer inspanning gekost dan oorspronkelijk voorzien; daardoor zijn sommige deliverables niet zo ver gereedgekomen als voorzien (<100% in onderstaand overzicht), maar wel ver genoeg om te kunnen (blijven) ontwikkelen naar lagere NOx- en CO2-uitstoot en efficiëntere productie.

Werk-pakket	Deliverable	Gereed (%)
WP1	Ontwikkeling biobased prefab gevel, diverse onderzoeken heeft TNO uitgevoerd over keuze biobased isolatiemateriaal en bouwmethode. Eerste en tweede prototype van de gevel gerealiseerd. Derde prototype in ontwikkeling. De keuze is gemaakt om prefab gevel te bouwen in eigen fabriek. Casco's worden sneller in elkaar gezet. Prefab gevel wordt horizontaal geassembleerd en geeft tijdwinst. De circulaire biobased gevelbekleding bestaat uit 100 % restafval.	90 %
WP2	Doorontwikkeling basis woning tot EGW. Er is sprake van voorlopig ontwerp. De EGW is qua maatvoering inpasbaar binnen de productie nieuwe stijl. Er is een voorlopig ontwerp dat ook gebruikt wordt in het verkoopproces en wordt getoond aan eindgebruikers. De woningontwerpen zijn modulair en dit geeft de mogelijkheid om het aantal type woningen uit te breiden.	75 %
WP3	Met behulp van TNO is het gelukt om stappen te zetten in digitalisering & aansturing van het maakproces. De operationeel manager is vanuit het lean proces aan de slag te gaan om een aantal processtappen te standaardiseren. Twee process engineers zijn hiervoor aangetrokken en in november nog een derde. Herontwerp van de productiefaciliteit en het standaardiseren van processen hebben geleid tot een hogere productie. Een nieuw ontwerp van een kantelsysteem is operationeel en werpt zijn vruchten af. Er is een veiliger situatie gecreëerd nu de heftruck uit het proces is gehaald en het kantelmechanisme heeft geleid tot meer rust en efficiëntie.	85 %
WP4	Met behulp van het project heeft Van Wieren Special voor het eerst elektrisch vervoer in kunnen zetten om de Startblock-woningen te vervoeren naar de plaatsingslocatie. Begin november levert Volvo de eerste Elektrische truck aan Van Wieren Special. 3 maanden later dan gepland. Startblock heeft een elektrische bus aangeschaft om medewerkers en materiaal te vervoeren naar de verschillende plaatsingslocaties. De wens is om te investeren in een mobiele unit voor de energievoorziening in op de plaatsingslocatie. Gezien alle huidige investeringen is de keuze gemaakt om deze door te schuiven naar volgend jaar.	90 %
WP5	Prestatiemeting bewoonde woningen, de onderzoeksvragen zijn vastgesteld en de woningen in verschillende woonwijken zijn geselecteerd. Diverse metingen worden uitgevoerd door TNO en monitoring wordt opgestart. Het betreft een meerjarig onderzoek dat in 2023 voorbereid is en zal starten in 2024. Onderzoeksresultaten zullen zo nodig ingezet worden ter ondersteuning van de lobby om de BENG richtlijnen te wijzigen ten gunste van Industriële Houtbouw.	75 %
WP6	Impact assessment; CO2 footprint (MPG) en NOx-uitstoot zijn berekend door TNO.	100 %
WP7	Processen projectorganisatie, procedures zijn intern doorgesproken en verbeterd.	100 %

4.0. Aanpak en resultaten Werkpakketten

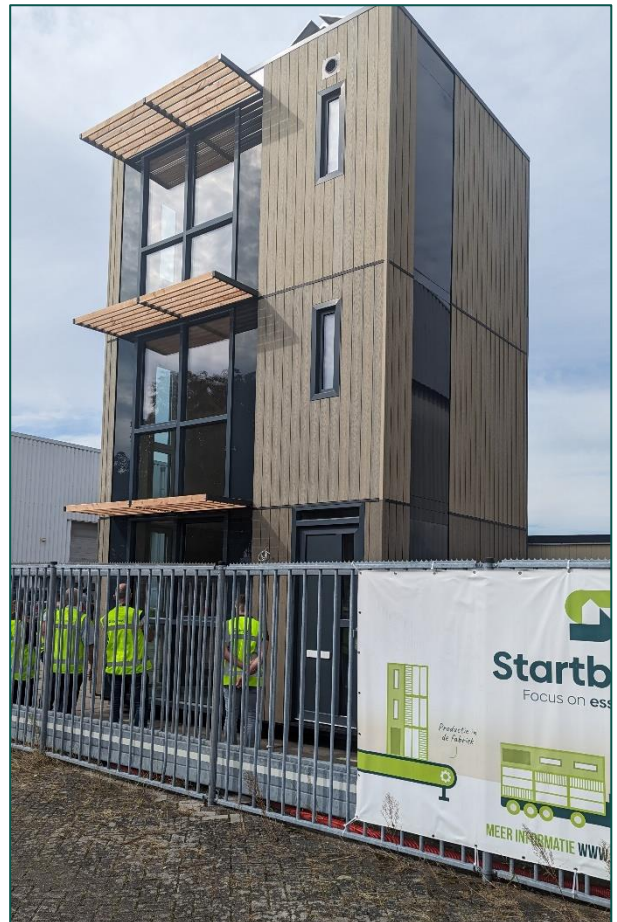
4.1 WERKPAKKET 1 ONTWIKKELING BIOBASED PREFAB GEVEL.

4.1.1 Resultaten & beantwoording vraagstelling

In Q3 is het eerste prototype van de prefab gevel gemonteerd in de demowoning. Nieuw ontwerp, nieuwe keuze van circulaire biobased materialen en met als doel het komen tot een tijdsbesparing in de fabriek. De circulaire biobased gevelbekleding bestaat uit 100 % restafval, namelijk 70 % houtafval, pallets e.d. en 30 % petfles. Binnen het team heeft een evaluatie plaatsgevonden en zijn verbeterpunten benoemd die meegenomen worden in het tweede prototype.

De horizontale plaatsing van de prefab gevel op het casco verliep vlot en efficiënt. Er is ruimte gecreëerd in de hal voor de assemblage van casco's. Casco's worden nu sneller in elkaar gezet. Deze wijzigingen zijn de basis voor verdere optimalisatie van het productieproces.

Eind 2023 is een tweede prototype prefab gevel ontwikkeld en geproduceerd. Een derde prototype van de gevel is in ontwikkeling. Dus het R&D proces is in volle gang. Tevreden is Startblock over de keuze van de horizontale plaatsing van de prefab gevel mede gezien de tijdswinst. Echter er is weinig tot geen tijdswinst gerealiseerd bij de bouw van de prefab gevel zelf. Doelstelling van Startblock is om op termijn de prefab gevel in één dag te produceren.



Gevel demowoning prototype 1, bezoek TNO

Wel blijkt uit de evaluatie dat de bevestiging van de prefab gevel aan het casco nog niet optimaal is. In het laatste overleg met TNO zijn nogmaals alle beschikbare bevestigingsmethoden doorgenomen om te komen tot een ultieme verbinding.

De risico's van vervoer, dwingt de organisatie voor nu om de prefab gevel in eigen beheer te bouwen. Het bewaken van de kwaliteit van de gevel speelt mee in deze keuze.

4.1.2 Resultaten emissies

De vernieuwing van de gevel heeft op verschillende manieren impact:

- Het aandeel biobased materialen is groter dan de eerste gevel, daardoor is er meer CO₂-opslag
- De gevel wordt off-site met elektrisch aangedreven machines gefabriceerd, bevestigd en afgewerkt in plaats van on-site met deels machines op fossiele brandstoffen, waardoor de aan de gevel toe te schrijven NO_x- en CO₂-uitstoot sterk verminderd wordt.

De kwantitatieve uitkomsten van impactberekeningen worden gerapporteerd in de deelrapportage voor WP6.

4.1.3 Aanpak

De volgende activiteiten zijn uitgevoerd onder regie van TNO, maar in nauwe samenwerking met Startblock:

- a. Opstellen kritieke prestatie-indicatoren (KPI's), dat een levend document blijft;
- b. Analyseren van potentieel geschikte gevelmaterialen op basis van een aantal criteria, zie KPI's;
- c. Gevel ontwerpen in lijn met de KPI's: opbouw en bouwkundige detaillering, materiaalgebruik, prefabricage. Bijzondere aandacht is daarbij geschonken aan de samenhang tussen de verschillende eisen: bijv. brandveiligheid heeft een sterke relatie met materiaalgebruik en detaillering.



Horizontale plaatsing prefab gevel op het casco.

4.1.4 Aanbevelingen

In het deelrapport WP1 van TNO staan de volgende punten als aanbevelingen:

- a. Montage op het casco: Optimaliseer de bevestiging van de prefab gevel aan het casco. Breng de productielocatie van de prefab gevel lijn met het assembleren van het casco.
- b. Opbouwverbeteringen: Breng verbeteringen in de opbouw van de gevel, met specifieke aandacht voor de sterkte van de constructieplaat en de algehele stabiliteit.

4.2 WERKPAKKET 2 DOORONTWIKKELING VAN STARTBLOCK ROOTS TOT EGW

4.2.1 Resultaten & beantwoording vraagstelling

Nu het industriële proces verbeterd is kan Startblock de volgende stap zetten om te komen tot het produceren van een eengezinswoning. De GZW is qua maatvoering inpasbaar binnen de productie nieuwe stijl. Er is een ontwerp tekening gemaakt. De definitieve tekening, werktekening en productietekening zullen gemaakt worden eind 2024.

4.2.2 Aanpak

Het opstellen van het Programma van Eisen van de Eengezinswoning (EGW) is vastgesteld. Uitgangspunt is geweest om te komen tot het eenvoudig inpassen van een EGW in de productiefaciliteit nieuwe stijl. De modulaire opbouw geeft de ruimte om woningen qua ontwerp te schakelen en te komen tot verschillende type woningen waaronder de EGW. Het plan is om te gaan voor 18 verschillende type woningen. Hiermee kan Startblock meerdere groepen afnemers in de toekomst bedienen en biedt een woningbouwvereniging ook de mogelijkheid om meerdere typen woningen in één wijk op te nemen. Vanuit een strategische afweging wil Startblock eerst het productieproces volledig gereed hebben en zal dan pas eind 2024 starten met de productie van eengezinswoningen.



Eerder ontwerp van een gezinswoning (2022)

4.3 WERKPAKKET 3 HERONTWERP PRODUCTIEFACILITEIT, INCLUSIEF DIGITALISERING & AANSTURING MAAKPROCES

4.3.1 Resultaten & beantwoording vraagstelling

Startblock is de producent van geprefabriceerde woningen die voor 90% in de fabriek vervaardigd worden. De verwachte vraag voor deze woningen zal sterk groeien in de toekomst. Echter bij start van het project realiseert Startblock per week gemiddeld 1,5 tot 2 woningen. Met behulp van het project heeft Startblock de bottlenecks geanalyseerd en zijn hier oplossingen voor aangedragen. Uiteindelijk is door aanpassingen in het productieproces is het aantal woningen per week fors gestegen.

Om dit te bewerkstelligen is het cascoproces uitgebreid, zijn activiteiten tussen werkstations opnieuw in balans gebracht. Ook zijn er alternatieven ontworpen voor het kantelsysteem en is er ook een oplossing uitgevoerd voor het horizontaal kantelen van de geproduceerde woningen voorafgaand aan het transport.

Op vrijdag 9 november is het nieuwe kantelsysteem uitgetest in het bijzijn van TNO en met succes. Het proces kan mogelijk verder worden geautomatiseerd als de bovenloopkraan en het hefmechanisme beiden gelijktijdig kunnen worden bestuurd via een computerscript.



Met behulp van TNO is het gelukt om stappen te zetten in de digitalisering & aansturing van het maakproces, zie hiervoor de deelrapportage WP3 van TNO. De operationeel manager is vanuit het lean proces aan de slag gegaan om een aantal processtappen te standaardiseren. Twee process engineers zijn hiervoor aangetrokken en er is nog een process engineer in november op tijdelijke basis aangetrokken. *Alle TNO- en Startblock-medewerkers (met uitzondering van Henk Visscher) kijken gespannen toe naar de eerste keer horizontaal kantelen met nieuw kantelsysteem. TNO-medewerkers dragen een geel hesje op de foto.*

Het wijzigen van het productieproces heeft plaatsgevonden in de zomermaanden, veel productiemedewerkers hebben een rol gehad bij het standaardiseren en optimaliseren van het proces in de praktijk. Het heeft wel geresulteerd in een groot aantal leegloopuren op productieniveau.

Door middel van de in dit rapport beschreven aanpassingen in het productieproces is het momenteel mogelijk 4 woningen per week te produceren. Verhoging van het aantal woningen per week is mogelijk. Door voortzetting van beschreven gehanteerde methodes voor procesanalyse en optimalisatie maakt het mogelijk 6 woningen per week in de huidige faciliteit te produceren of zelfs 8.

4.3.2. Aanpak kantelsysteem

Tijdens het volledige proces van bouwen tot plaatsen van een Startblock woning vinden er drie verschillende kantelprocessen plaats, twee binnen het off-site bouwproces, casco opzetten (K1) en horizontaal kantelen voor transport (K2), en één tijdens het plaatsingsproces van de woning (K3). In WP3 zijn de kantelprocessen K1 en K2 onderzocht. Eerst zijn de huidige kantelmechanismen geëvalueerd en zijn randvoorwaarden voor een nieuw mechanisme vastgesteld. Tijdens de gesprekken tussen TNO en Startblock zijn verschillende systemen besproken met betrekking tot veiligheid, haalbaarheid, onderhoud, kosten, handling en andere voor- en nadelen. Er is een kantelmechanisme concept ontwikkeld voor K2 en later heeft ROCK Machinefabriek het concept samen met de andere partijen uitgewerkt tot een definitief ontwerp. Uiteindelijk is het ontwerp daadwerkelijk uitgevoerd en geïnstalleerd in de fabriek.

4.3.3 Aanbevelingen voor het optimaliseren van het kantelsysteem

In het deelrapport “WP3 Kantelen in de fabriek” opgesteld door TNO zijn de volgende aanbevelingen opgenomen:

- a. Het is belangrijk dat er een veiligheidsprotocol wordt ontwikkeld voor het gebruik van het hefmechanisme.
- b. Laat dit protocol controles vóór het hijsen omvatten (bijv. veilige afstand van werknemers tot het mechanisme, juiste positionering van de woning, controle van bevestiging aan de kraan).
- c. Daarnaast is het belangrijk dat het mechanisme schoon wordt gehouden om veilig te kunnen functioneren. Tijdens het optillen wordt de vloerplaat een "glijbaan" waarop al het vuil naar beneden glijdt in de holte onder het mechanisme.
- d. Verder wordt gewezen op mogelijkheden voor verdere automatisering van het kantelproces. Bij een dergelijk proces kan de bovenloopkraan betrokken worden waarbij alle elementen via een computer kunnen worden bestuurd. Zodanig kunnen de hijsbewegingen automatisch afgestemd worden met het kantelmechanisme.
- e. Verdere automatisering van het kantelproces is mogelijk. Het is belangrijk dat dat plaatsvindt in samenwerking met de fabrikanten van de betrokken componenten. De fabrikanten hebben informatie uit de eerste hand over de capaciteit en andere specificaties van de apparatuur om bij een dergelijk proces te worden betrokken en kunnen input leveren voor de ontwikkeling van het proces en het protocol, en hebben ervaring met bestaande oplossingen.



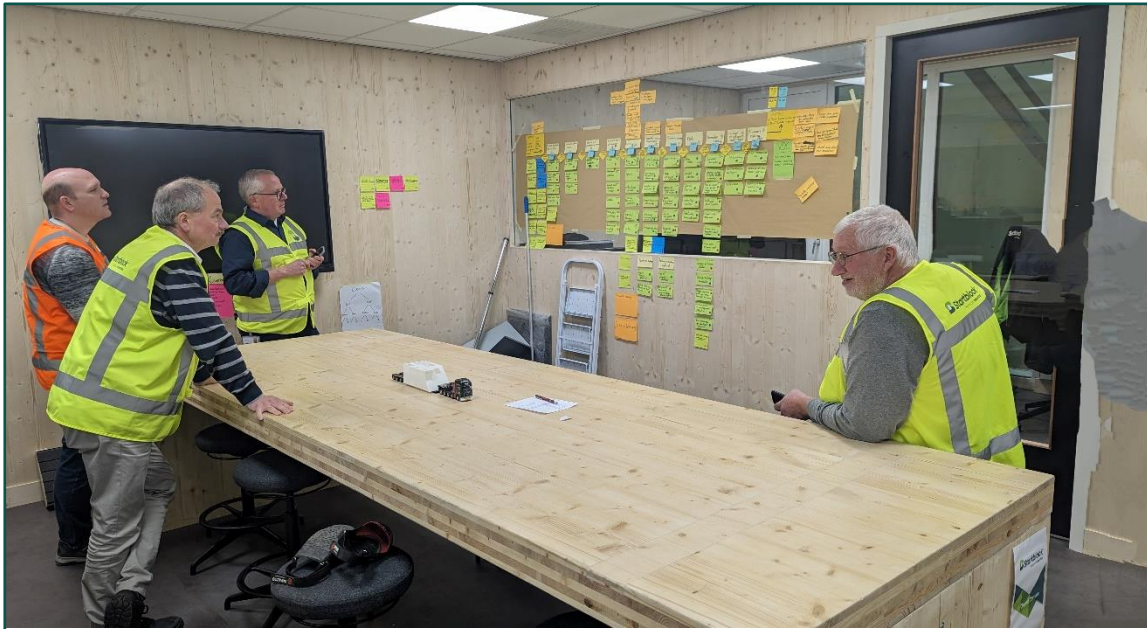
Bron: Foto magazine Emissieloos Bouwen TNO 2023

4.3.4 Aanpak herontwerp productie, aanpak digitalisering en aansturing maakproces

TNO heeft de regierol op zich genomen om te komen tot de aanpak van digitalisering en aansturing van maakproces. TNO heeft een overkoepelende methodologie toegepast om tot een geoptimaliseerd fabrieksproces te komen. De methodologie vindt zijn oorsprong in de “Lean Six Sigma” methode. Specifiek is gebruik gemaakt van de “Define, Measure Analyse, Improve, Control (DMAIC) methode waarbij men stapsgewijs van inzicht in de huidige staat van een proces (current-state) opschuift naar de gewenste

staat (future-state). Om dit proces op een goede manier te doorlopen zijn de volgende vier stappen gezet:

1. In kaart brengen van het huidige proces.
2. Bottleneck en kernoorzaak analyse
3. Vaststellen en implementeren van oplossingen
4. Analyse van het cascoproces



Frank Roodenrijs, manager productie, legt uit aan TNO-medewerkers welke stappen er zijn gezet voor herontwerp productie

4.3.5 Aanbevelingen voor de aanpak van digitalisering en aansturing maakproces

Om opschaling van 4 woningen tot 6 woningen per week mogelijk te maken, worden de volgende zeven aanbevelingen benoemd in het TNO-deelrapport WP3:

- a. Borg en controleer alle optimalisaties beschreven in het TNO-rapport binnen het proces om beschreven doorlooptijden te handhaven als stabiele basis;
- b. Realiseer twee parallelle casco processen met aparte teams waarbij het aantal verkeerde freezingen gereduceerd wordt en sortering van onderdelen intern/extern uitbesteed wordt;
- c. Voer nieuwe metingen uit binnen het cascoproces om te beoordelen of de gestelde doelen behaald zijn en voer indien nodig nieuwe verbetercyclussen uit doormiddel van een Value Stream Map;
- d. Controleer de daadwerkelijke impact van veranderingen op het productieproces met nieuwe metingen op ieder werkstation en stel de nieuwe bottleneck vast;
- e. Voer Value Stream Map sessies uit met het personeel op werkstations 3 en 4 om vast te stellen waar de verbetermogelijkheden liggen en selecteer aan de hand van een benefit-effort matrix;
- f. Implementeer en borg veranderingen in het proces doormiddel van proceseigenaarschap, werkprocedures en opleidingen;
- g. Reduceer variatie in doorlooptijden door variatie in het product beperkt te houden, de aanspreekbare arbeidscapaciteit duurzaam te verhogen en waar nodig te investeren in materieel.

4.4. WERKPAKKET 4 TRANSPORT EN ON-SITE ASSEMBLAGE

4.4.1 Resultaten & beantwoording vraagstelling

Waar in eerste instantie door de leverancier voor de levering van de 6x2 Volvo Electric kwartaal 2 2023 werd aangegeven, werd dit gedurende het jaar naar begin november verschoven. De eerste rit van Emmeloord naar plaatsingslocatie Wijk bij Duurstede leverde het volgende e-mailbericht op van de directeur van Van Wieren Special BV.

**TER INFO: EERSTE ELECTRIC TRANSPORT MET STARTBLOCK WONING NAAR WIJK BIJ DUURSTED E
GISTERAVOND GOED VERLOPEN .**

**NA 114KM MET WINDKRACHT 4 EN TEGENWIND EN 5M BREDE LADING HIELDEN WE NOG 21%
OVER BIJ AANKOMST WIJK BIJ DUURSTED E.**

NOG NET GENOEG OM TE LOSSEN EN 24KM VERDEROP WEER TE KUNNEN LADEN HOOP IK.

**KOMENDE AVOND STAAT ER NAGENOEG GEEN WIND, BEN BENIEUWD HOEVEEL WE DAN OVER
HOUDEN.**

MAARTEN

Op de dag van het eerste vervoer van de Startblockwoning naar Wijk bij Duurstede stond er een krachtige stormachtige wind “tegen” wat het verbruik met de 5 meter brede lading partte speelde. De maximale bruikbare accucapaciteit van 378 kWh (70% van 540 kWh) werd met een gemeten verbruik van 255,3 kWh per 100KM behoorlijk op de proef gesteld. Bij aankomst in Wijk bij Duurstede na een rit van 120 km had de chauffeur nog 20% accucapaciteit over en ging hij de nacht in. De volgende morgen voor het lossen van de lading, was nog een restcapaciteit van 15% over. De chauffeur wist met een minimaal batterij percentage van 3% een Fastned oplaadpunt in Nieuwegein te bereiken.



Inzet elektrische truck van Van Wieren Special bij vervoer Startblock Woning

De inzet van de Volvo Electriscbe truck liet over de afstand naar Wijk bij Duurstede een beladen verbruik per 100 km zien van 197 tot 255 KWh en onbeladen tussen de 114 en 119 kWh per 100 km. Omdat de geladen woningen qua gewicht en afmeting gelijk zijn, blijkt in praktijk de weersinvloed een de belangrijkste impact te hebben op het verbruik.

De laadpaal voor de elektrische truck is ondertussen geïnstalleerd. Alleen voor de werking van loadbalancing moeten nog werkzaamheden worden verricht. Voorts is voortgang geboekt in het eerdergenoemde streamenergy project, een gezamenlijk initiatief van bedrijven die gevestigd zijn op bedrijventerrein Nagelerweg in Emmeloord en geconfronteerd worden met de netcongestie problematiek en als doel hebben energie te delen.

Begin 2023 heeft Startblock direct de keuze gemaakt om de diesel heftrucks in de fabriek te vervangen door elektrische. De luchtkwaliteit is hierdoor sterk verbeterd. En met regelmaat geven medewerkers aan bij de koffie hoe blij ze zijn met deze keuze. Naast de elektrische heftrucks heeft Startblock in juni ook een elektrische bus aangeschaft om medewerkers en materiaal te vervoeren naar de verschillende plaatsingslocaties. Het betekent in de praktijk een verlaging van de NOx-uitstoot.

Open ligt nog het vraagstuk om wel of niet te investeren in mobiele unit voor energievoorziening op de plaatsingslocatie. Door Startblock is een kostenberekening gemaakt. Er kan € 35.000 à € 40.000 per jaar bespaard worden op kosten van de plaatsingslocatie. Echter Startblock kan gezien alle zware investeringen van afgelopen jaar niet de keuze maken om eind 2023 te investeren in een mobiele unit van €135.000. Het blijft staan op een wensenlijst van investeringen.

4.5. WERKPAKKET 5 PRESTATIEMEETING STARTBLOCK WONINGEN

4.5.1 Resultaten & beantwoording vraagstelling

Binnen WP5 vinden diverse onderzoeken plaats die de prestatie van de Startblock woning meten.

o Geluidmeting

Op 24 juli heeft TNO-metingen verricht aan de geluidwering van de gevel en lucht- en contactgeluidisolatie. De metingen zijn verricht in de woningen aan de Ebbinge Wubbenlaan 310/336 te Staphorst. Alle gemeten trajecten voldoen aan de contactgeluidsisolatie eis uit het Bouwbesluit. De luchtgeluidisolatie voldoet niet voor alle trajecten. Op de tweede etage is de luchtgeluidisolatie naar de burens lager dan de eis.

Tijdens een teamoverleg tussen Startblock medewerkers en TNO-specialisten zijn alle mogelijke oorzaken geïnterviewd. Uiteindelijk bleek het probleem terug te voeren zijn op een harde verbinding tussen de daken van naastgelegen woningen. In de vergadering zijn oplossingen hiervoor aangedragen. Binnen Startblock is de keuze gemaakt om de aangedragen oplossingen gelijk door te voeren binnen de productie. Zo zal de afwerkkap voorzien worden van rubber voordat deze op de woningen geschroefd gaan worden en er zal isolatie geplaatst worden bij de hijsvoorziening. Aan TNO zal gevraagd worden om het lucht- en geluidsonderzoek in 2024 nogmaals uit te voeren.

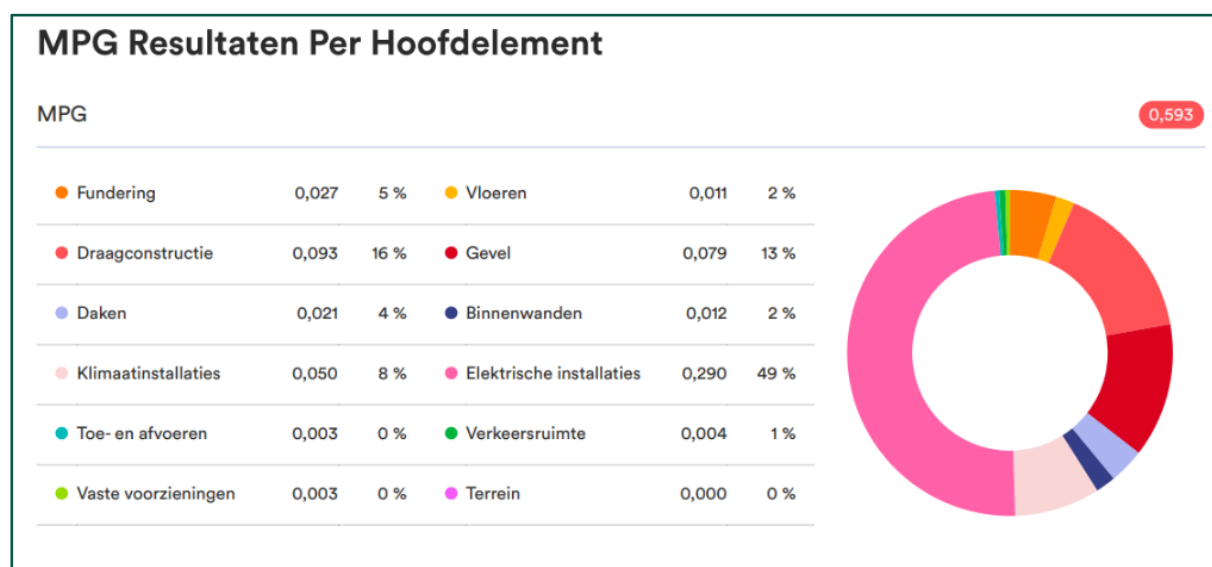
○ Installatiekeuze

Ter ondersteuning van de installatiekeuze die past in de Startblock woning heeft het adviesbureau dGmR advies uitgebracht om te komen welk installatieconcept het beste past in de compacte woning van Startblock. Op basis van de uitkomsten zijn voorstellen gedaan voor installatie concepten binnen WP 5 de prestatiemeting. Het rapport is op 11 september uitgebracht.

○ MPG-advies.

Het projectplan spreekt over de CO₂-footprint; dat is in dit project geïnterpreteerd als MPG (Milieu Prestatie Gebouwen) waarin CO₂-emissie is ingebed. Het MPG heeft als doel inzicht te geven in de milieubelasting van een gebouw gedurende de gehele levenscyclus, inclusief de productie van materialen, de bouw, het gebruik van de sloopwaarde. De MPG wordt uitgedrukt in een score die aangeeft hoeveel milieubelasting een gebouw veroorzaakt per m² bruto vloeroppervlak (m²bvo). Op deze manier moet het gebruik van de MPG de bouwsector stimuleren om steeds duurzamere en milieuvriendelijkere gebouwen te realiseren.

De ambitie van Startblock is om de MPG onder de 0,50 te brengen en heeft TNO gevraagd om te analyseren aan welke knoppen Startblock het beste kan draaien in de MPG om de huidige waarde van 0,59 te verlagen? Welke onderdelen hebben de grootste impact. Verder is er een vraag geformuleerd "Wat doet verbranding van hout in de MPG en wat is het potentieel verschil in impact als je naar hergebruik gaat? Onderstaande illustratie geeft de opbouw van de MPG weer voor de huidige Startblock woningen.



De conclusie is dat elektrische en klimaat-installaties het grootste effect hebben op de MPG-score. Dat is verklaarbaar het feit dat de installaties een grote rol spelen in het reduceren van het energieverbruik.

Ook op de vraag wat voor effect kan keuze van fundering hebben op de MPG-score kwam als antwoord, er zullen betere alternatieven bestaan om binnen de bijdrage van de fundering aan de MPG een reductie te bereiken.

○ Prestatiemeting

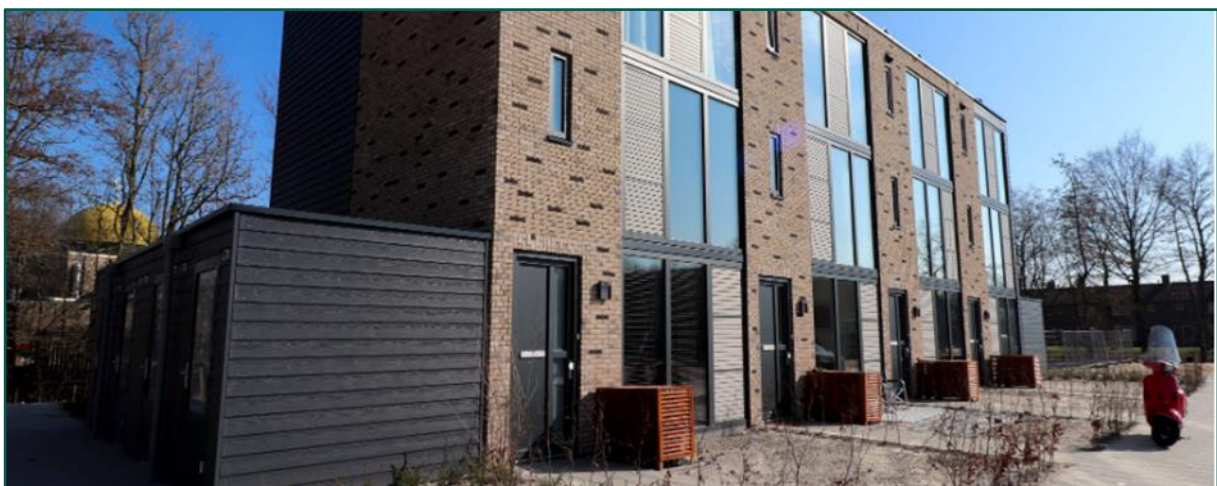
Prestatiemonitoring van de woningen in bewoonde staat is in 2023 voorbereid en wordt begin 2024 opgestart om een realistisch beeld te krijgen van de werkelijke prestaties van de woning op het gebied van energiegebruik, luchtkwaliteit en comfort. Voor de prestatiemeting is een monitoringsplan opgesteld door TNO. De meting zal d.m.v. sensoren plaatsvinden in een bewoonde woning en door het periodiek verzamelen van informatie via vragenlijsten aan de bewoners (in 2024-2025). Diverse parameters zijn opgenomen, zoals metingen van T, RV, CO₂, energiegebruik en, PV-energieopbrengst.

De woningbouwcorporaties Heuvelrug Wonen en Woonpartners MH hebben hun medewerking toegezegd. In totaal 12 woningen zullen geselecteerd worden. In Wijk bij Duurstede zullen 8 woningen worden geselecteerd uit 52 en in Gouda 4 van de 16. Woningen zijn aangewezen door Startblock en een aantal installatieconcepten zijn voorgesteld. Bijzonder te vermelden is dat de 16 woningen in Gouda binnenstedelijk worden geplaatst. De emissieloze elektrische truck van Van Wieren Special kan hierbij een waardevolle aanvulling zijn.

4.5.2. De aanpak van de prestatiemeting

De sensoriek wordt voor zoveel mogelijk in de woningen aangebracht vóórdat de woningen geplaatst worden. De volgende parameters worden door de sensoren gemeten; de eerste 4 parameters in 4 ruimten: keuken, woon-/slaapkamer, slaapkamer, badkamer:

- Temperatuur (T)
- Relatieve luchtvochtigheid (RV)
- CO₂-concentratie
- Openen en sluiten van ramen
- Energiegebruik van de woning en specifieke installaties
- Instellingen van de installaties, met name temperatuur- en ventilatie-instellingen



De gegevens worden per woning via een communicatie-unit automatisch, zonder tussenkomst van de bewoners, naar BeNext gestuurd. De data komt terecht bij TNO. Het onderzoek zal 2 tot 3 jaar lopen.

Het projectteam heeft een online vragenlijst ontwikkeld om relevante informatie te verzamelen met betrekking tot de manier waarop bewoners met de woningen omgaan. Via de vragenlijst ontvangen we gegevens over de volgende onderwerpen:

- Aan-/afwezigheid van personen
- Gebruik van verwarmd douche- en tapwater
- Welbevinden gerelateerd aan de woning
- Het bedienen van apparatuur zoals thermostaat en ventilatie, en openen/sluiten van ramen
- Veranderingen in/aan de woning

De woningcorporatie stuurt de vragenlijst in februari en in augustus naar de bewoners. TNO ontvangt rechtstreeks de antwoorden.

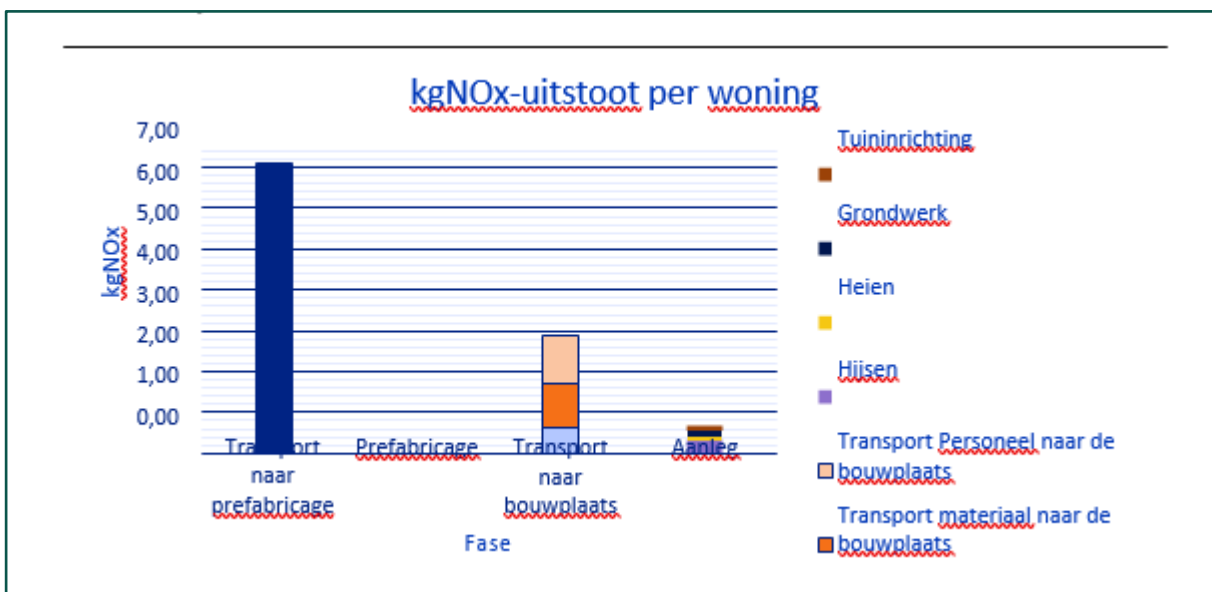
Het onderzoek draait om de analyse van de energieprestaties van de woning. Twee keer per jaar analyseert en rapporteert TNO deze gegevens aan Startblock. Daarnaast vindt er 8 maal per jaar een controle plaats of de data goed doorkomt en of de datakwaliteit in orde is.

4.6. WERKPAKKET 6 IMPACT ASSESSMENT; CO₂ FOOTPRINT EN NO_x-UITSTOOT

4.6.1 Resultaten & beantwoording vraagstelling

Voor de beantwoording van de onderzoeksvraag is gebruik gemaakt van het onderzoeksrapport van TNO “NO_x berekening Startblock, dd. 30 november 2023.

Voor de Startblock-woning is het belangrijk om inzicht te verkrijgen in de NO_x-emissies die optreden tijdens zowel de prefabricage als de plaatsingsfase. Daarnaast is inzicht nodig in NO_x-emissies die relevant zijn voor de project specifieke vergunningsverlening. Er wordt in AERIUS alleen gekeken naar de stikstof die vrij komt op de bouwplaats, en die uitgestoten wordt door het verkeer tot het opgenomen wordt in het heersend verkeersbeeld.



Uit de resultaten blijkt dat het merendeel van de emissies optreedt tijdens het transport naar prefabricage. Dit is terug te leiden naar de casco die getransporteerd wordt vanuit Letland en Oostenrijk.

Als uitsluitend de AERIUS-scope beschouwd wordt (met een straal van 5 km rond de plaatsingslocatie), zijn de transport emissies fors gereduceerd; dit komt doordat alleen het verkeer in de buurt van de locatie is meegenomen. Toch draagt vooral het transport van het personeel nog veel bij aan het totaal. Dit is te verklaren doordat het personeel relatief meer afstanden aflegt in stedelijke gebieden. De emissiefactoren voor stedelijk gebied zijn hoger dan wanneer er op de snelweg wordt gereden.

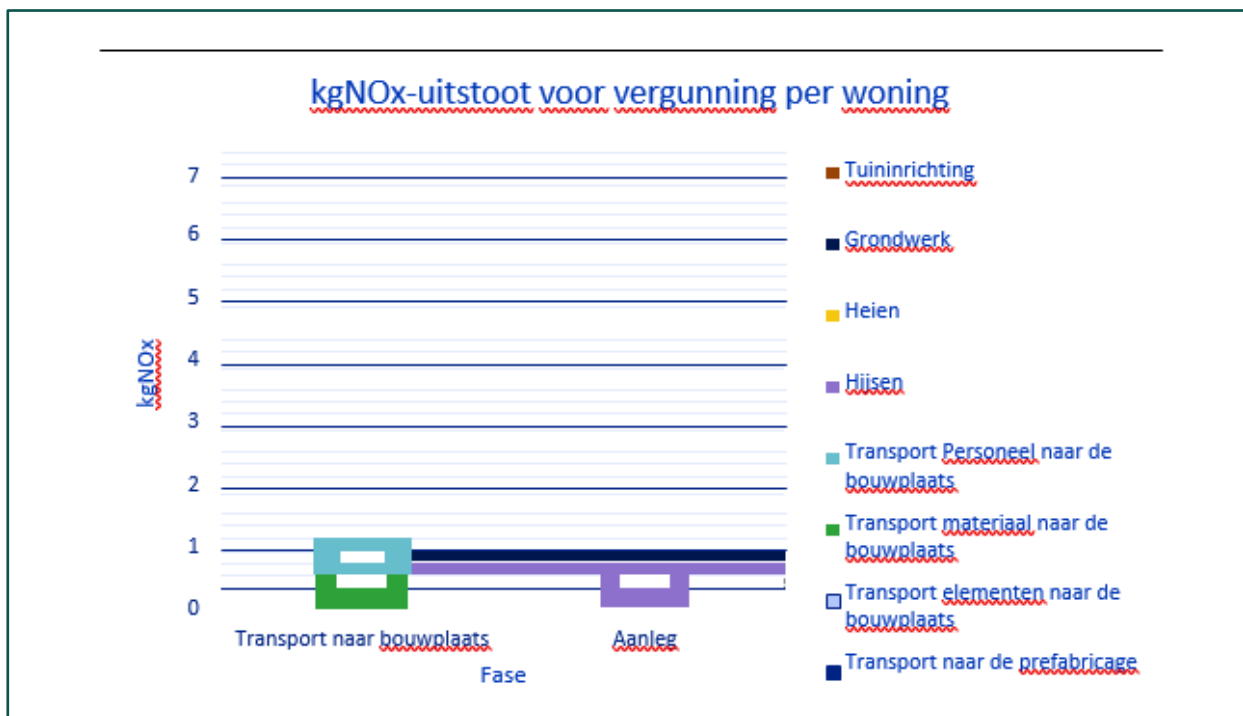
Uitkomsten:

Wat is de NOx-uitstoot tijdens de prefabricage, montage en plaatsing van de Startblock-woning?

10,68 kgNOx.

Wat is de relevante NOx-uitstoot voor de project specifieke vergunningsverlening?

1,53 kgNOx.



Bij aanvang van het Emissieloos bouwen project is uitgegaan van een NOx-uitstoot (aanname) van 3 kg per grondgebonden eengezinswoning, rekening houdend met de uitstoot in de laatste transportkilometers + de bouwplaats zelf. Bij Startblok komt nu uit de meting dat het 1,5 kg dus sterk gereduceerd. Een mooi resultaat zeker gezien het feit dat het voorbereidende grondwerk daar ook in zit. De reductie komt mede dankzij dat 'transport elementen' (de woning) zo laag is (een 'streepje' in de grafiek). En dat komt doordat er maar één transport is: namelijk van de woning zelf.

Het grotere plaatje (de eerste grafiek) neemt natuurlijk alles mee, dan is de aanvoer van het hout een grote factor. Daarin kan dus winst behaald worden. Maar dat is niet van invloed op de vergunningverlening.

4.6.2. De aanpak

Startblok heeft gegevens verstrekt over de inzet van de machines die nodig waren voor het prefabriceren en plaatsen van de woning. Deze dataset omvat ook informatie over de transportbewegingen die nodig zijn voor het vervoeren van materialen, elementen, machines en personeel. Deze data dienen als input

voor de NOx berekening. Wanneer input waardes (zoals vermogen, liter verbruik of stageklasse) ontbreken, zijn hier inschattingen van gemaakt op basis van de NMB (Nationale Milieu Database) of de onderleggers van AERIUS.

Voor het transport dat van buiten Nederland komt is niet bekend of deze ook vol terug rijden. Daarom is er uitgegaan van de forfaitaire aanname dat deze vol heen rijden en leeg terug.

De scope van de NOx-emissie berekening betreft het transport van en naar de prefabricage, de prefabricage, transport van en naar de plaatsingslocatie en montage op de bouwplaats tot het opgenomen wordt in het heersend verkeersbeeld, en alle activiteiten waarvoor brandstof verbrand wordt op de bouwplaats. Hierdoor worden dezelfde dataset en onderleggers gebruikt als voor de eerste onderzoeksvraag.

4.6.3 Aanbevelingen

Het is mogelijk om nog een beter resultaat te bereiken, waardes van nabij <1 kg NOx-uitstoot, zijn te behalen want in de berekening zit nog ruimte om qua emissie uitstoot te verlagen:

1. Gaat transport van personeel naar de plaatsingslocatie voor 60% met benzine/diesel; dat kan naar 0% als alles elektrisch gaat.
2. Is het hijsen nu gebaseerd op diesel; in de toekomst is de verwachting dat het steeds vaker elektrisch kan.



1Bron magazine Emissieloos bouwen TNO 2023

4.7. WERKPAKKET 7 PROJECTORGANISATIE

4.7.1 Resultaten & beantwoording vraagstelling

Startblock is als penvoerder verantwoordelijk voor de projectadministratie en de (kwartaal & eind-) rapportages van het totale project. Processen die nodig zijn om te komen tot correct verzamelen van data voor rapportages zijn intern doorgesproken. De korte doorlooptijd van een dergelijk groot project met haar zes onderzoeken vraagt veel van de organisatie en projectmanagement. Eind 2023 hebben de projectcoördinator en de administrateur de projectadministratie gereed en afgerond. Medio februari 2024 kan de externe accountantscontrole plaatsvinden.

5.0. Conclusie

Door deelname aan het programma Emissieloos Bouwen en de subsidie bijdrage heeft Startblock in één jaar veel R&D activiteiten kunnen uitvoeren wat het bedrijf normaal in 3 tot 4 jaar zou kunnen realiseren.

De grote winst is behaald door het herontwerp van haar productie. Doormiddel van de in dit rapport beschreven aanpassingen in het productieproces is het eind 2023 mogelijk 4 woningen per week te produceren, een verdubbeling in minder dan één jaar. Verdere verhoging van het aantal woningen per week is mogelijk. De voortzetting van beschreven gehanteerde methodes voor procesanalyse en optimalisatie, maakt de productie van 6 woningen per week in de huidige faciliteit op termijn mogelijk. Voorwaarden zijn wel het kunnen beschikken over voldoende personeel. In september 2023 is de keuze gemaakt om de productie op vier woningen per week te stabiliseren totdat de orderportefeuille de groei van de productie kan volgen.

De R&D medewerkers van Startblock hebben door de opzet van het project regelmatig contact gehad met de TNO-specialisten en er is stelselmatig overleg geweest binnen de diverse werkpakketten. Het project gaf een structuur aan de R&D ontwikkeling en door te sparren met TNO was de grootste meerwaarde dat keuzes bevestigd werden en tot een versnelling leidden.

Op 22 november heeft de eindbijeenkomst plaatsgevonden van het totale programma Emissieloos Bouwen van het ministerie van BZK. Als onderdeel van de presentaties is ook gevraagd om een poster te ontwikkelen en hiervoor input aan te leveren. De poster geeft eigenlijk exact weer wat de behaalde resultaten zijn binnen het project. Het projectteam kan oprecht trots zijn wat er in één jaar is behaald.

P9 **NEXT STEP STARTBLOCK**



De E-Missie van Startblock: Emissie in de Fabriek en op locatie gereduceerd tot bijna 0.

Compacte houten woningen bouwen wij in de fabriek

- 3-laags grondgebonden woning in één geheel uit de fabriek
- CO₂ footprint sterk verbeterd door inzet van groen vervoer van Van Wieren Special B.V.
- Een circulaire, duurzame én betaalbare woning, ... welke past binnen het bouwbesluit.


4 tot 6 woningen
geproduceerd per
week


30 woningen geplaatst
per week, met
minimale uitstoot


40 manuren per
woning







6.0. Wensen voor vervolgonderzoek

1. In het algemeen heeft het huidige project een doorlooptijd gekend van 10,5 maanden. Eigenlijk voor een dergelijke opgave veel te kort. Dus er is behoefte aan een vervolgprogramma in de volle breedte van het projectplan. Met name wil Startblock belangrijke vervolgstappen kunnen zetten in de digitalisering van de productie, de materiaalkeuze, maar ook binnen de prestatiemeting.

Zie ook alle aanbevelingen in de diverse Werkpakketten en deelrapporten van TNO.

2. De Prestatiemeting zou eigenlijk veel breder opgepakt moeten worden. Niet alleen Startblock woningen, maar ook huizen van andere industriële houtbouwers zouden moeten kunnen participeren. Hiermee maak je het onderzoek veel sterker en heb je meer data voor het bouwen van digital twins. Verder kunnen de data van de verschillende typen houten huizen gebruikt worden voor de lobby om de BENG richtlijnen aan te passen aan houtbouw.
3. Veel afnemers van Startblock-woningen vragen naar de brandveiligheid. Er zijn wel rapporten van diverse onderzoeksprogramma, maar eigenlijk heeft Startblock behoefte aan een onderzoek met de woning in een laboratorium. Voor een jong bedrijf is dit echter een te hoge investering.
4. Binnen het programma heeft Startblock te weinig tijd gehad om de mobiele unit voor de energievoorziening te ontwikkelen om te komen tot een emissieloze plaatsingslocatie. Graag wil Startblock een uitvoeringsvorm hiervoor ontwikkelen.
5. Omdat de woning in het najaar 2023 verder ontwikkeld is, wil Startblock graag dat TNO het lucht- en geluidsonderzoek zoals opgenomen in WP 5 nogmaals uitvoert in 2024.



