



# Intelligent Semi-Mobile Hydrogen Refueling System for filling big H<sub>2</sub>-machines at Construction Sites

**Projectplan DKTI-Transport 2021**



Samen aan de slag voor een emissieloze woningbouw

# Inhoudsopgave Projectplan

## 0. Openbare samenvatting

### 1. Excellentie

- 1.1. Achtergrond en projectdoelstelling
- 1.2. Projectaanpak, activiteiten en resultaten
- 1.3. Projectplanning
- 1.4. Mijlpalen en go/no-go momenten
- 1.5. Projectrisico's
- 1.6. Technologische vernieuwing

### 2. Impact

- 2.1. Vervolgpotentieel
- 2.2. Verdienpotentieel
- 2.3. Kennisoverdracht en communicatie
- 2.4. Neveneffecten

### 3. Uitvoering

- 3.1. Projectmanagement
- 3.2. Begroting
- 3.3. Samenwerking
- 3.4. Deelnemers en derden
- 3.5. Financiering van het eigen aandeel in de projectkosten

## **0. Openbare samenvatting**

### **Projecttitel**

Intelligent Semi-Mobile Hydrogen Refueling System for filling big H2-machines at Construction Sites

### **Projecttype:**

Project proeftuin

### **Aanleiding**

De versnelde bouw van voldoende woningen is topprioriteit om het woningtekort aan te pakken. Het is cruciaal dat er oplossingen worden gevonden om emissieloos bouwen van woningen mogelijk te maken. De klimaatopgave in de bouw vraagt om lage en zero emissie mobiele werktuigen en toepassing van duurzame brandstoffen en nieuwe energiedragers. Om de uitstoot van mobiele werktuigen op een bouwplaats significant te verlagen, is het nodig om de stap te gaan zetten naar werktuigen die geen CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en fijnstof produceren. Alternatieven, zoals waterstof-aangedreven oplossingen worden nog niet of nauwelijks gebruikt. Een belangrijk argument hiervoor is dat er momenteel geen infrastructuur beschikbaar is die het mogelijk maakt om een mobiele machine op een woningbouw locatie op waterstof te laten werken.

### **Doel van het project**

Het doel van dit project is om rondom de bouw van nieuwbouwwoningen in Gieten een proeftuin te realiseren gericht op de ontwikkeling en het testen van een zero-emissie bouwplaats op basis van hernieuwbare waterstof. Hiertoe vindt binnen dit project zowel de ontwikkeling en inzet van emissieloos bouw materieel plaats, als op de ontwikkeling en inzet van een intelligente semi-mobiel Hydrogen Refueling System (HRS) voor een permanente beschikbaarheid van groene waterstof als energiedrager op de bouwplaats in de woningbouw.

### **Korte omschrijving van de activiteiten**

Met een ketengerichte aanpak willen de partners een impuls geven aan de toepassing van zero-emissie materieel in de woningbouw op basis van hernieuwbare waterstof en hiervoor draagvlak creëren in de sector en bij andere stakeholders. Om dit te realiseren willen de ketenpartners een praktijkomgeving realiseren waarbinnen emissieneutraal kan worden gebouwd. Hiervoor is een aantal werkpakketten ontwikkeld, waarin verschillende ketenpartners een rol zullen spelen.

### **Resultaat**

Het project zal een concrete bijdrage leveren aan het in gebruik nemen van emissieloos materieel en tegelijkertijd de (semi)mobiele infrastructuur bieden die hiervoor nodig is. De opgedane ervaringen zijn van grote waarde voor een verdere opschaling in de woningbouwketen.

### **Locatie(s) waar het project uitgevoerd wordt:**

In dit project wordt als proeftuin de bouw van nieuwbouwwoningen in 'De wijk van de toekomst' in Gieten gebruikt. Deze werkzaamheden vinden gedurende 2022 en 2024 plaats. Na realisatie van de nieuwbouwwoningen in Gieten kunnen de bouw machines en de semi mobiele HRS elders ingezet gaan worden, daar waar emissieloos bouwen een must is vanwege de stikstofproblematiek die ons land in een wurggreep heeft.

Daarnaast vinden de werkzaamheden plaats op de volgende locaties:

- Bultinge 2, 7933 TZ Pesse (Green Planet Real Estate BV)
- Zwartschaap 46, 7934 PC Stuifzand (Bork Groep)
- Stephensonstraat 3, 7903 AS Hoogeveen (Hunebouw)
- Damsluisweg 35, 1332 EA Almere (Knipscheer Infra groep)
- Smirnofstraat 14, 7903 AX Hoogeveen (Zuidema Groep)
- Wethouder Klompstraat 9, 7951 SC Staphorst (Van der Sluis Transport)
- Eikenlaan 237, 2404 BP Alphen aan den Rijn (Frames)
- Ruitenberglaan 29, 6826 CC Arnhem (Stichting Hogeschool van Arnhem en Nijmegen)
- Bultinge 2, 7933 TZ Pesse (HyEnergy TransStore)
- Nijenborgh 6, 9747 AG Groningen (Stichting New Energy Coalition)
- Laan Corpus Den Hoorn 101, 9728 JR Groningen (VNO-NCW MKB Noord)

## Overzicht van deelnemers

<b>Naam deelnemer</b>	<b>Type organisatie</b>	<b>Rol in project</b>
Green Planet Real Estate B.V.	Kleine onderneming	Penvoerder
Bork Groep	Middelgrote onderneming	Projectpartner
Hunebouw	Middelgrote onderneming	Projectpartner
Knipscheer Infra groep	Middelgrote onderneming	Projectpartner
Zuidema Groep	Kleine onderneming	Projectpartner
Van der Sluis Transport	Middelgrote onderneming	Projectpartner
Frames	Grote onderneming	Projectpartner
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen	Onderzoeksorganisatie	Projectpartner
HyEnergy TransStore	Kleine onderneming	Projectpartner
New Energy Coalition	Niet-gouvernementele organisatie	Projectpartner
VNO-NCW MKB Noord	Niet-gouvernementele organisatie	Projectpartner

## 1. Excellentie

### 1.1 Achtergrond en projectdoelstelling

De krapte op de woningmarkt is groter dan ooit. Er is in Nederland, met name in de stedelijke regio's, een tekort aan betaalbare woningen. De versnelde bouw van voldoende woningen is topprioriteit om het woningtekort aan te pakken. Het kabinet spreekt de ambitie uit om te groeien naar een bouwproductie van 85.000 woningen per jaar<sup>1</sup>. Eerder dit jaar is aangekondigd dat de woningbouw de komende jaren verder moet versnellen. Dat betekent dat er tot 2030 bijna 900 duizend nieuwe woningen moeten worden gebouwd. Dat zijn 150 duizend extra woningen tot 2030 ten opzichte van de ambitie in de Nationale Woonagenda en het productieniveau in de afgelopen jaren<sup>2</sup>.

Tegelijkertijd zijn in 2019 in Nederland door de stikstofcrisis de vergunningsaanvragen van naar schatting 18.000 bouw- en infrastructuurprojecten stilgelegd. Dit nadat de Raad van State had vastgesteld dat het Programma Aanpak Stikstof (PAS) niet de basis kon zijn voor het verlenen van toestemming aan activiteiten die extra neerslag van stikstof veroorzaken. Strengere voorschriften rond stikstof, maar ook PFAS en ruimtelijke knelpunten leiden tot een productieafname, vooral door de terugval in de vergunning afgifte in alle segmenten van de bouw. Volgens het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) staat de Nederlandse bouwsector aan de vooravond van een nieuwe crisis<sup>3</sup>.

In de bouw, die op plek 8 staat van de meest vervuulende hoofdsectoren in de Nederlandse economie, wordt gebruik gemaakt van mobiele werktuigen. Mobiele werktuigen gebruiken momenteel voornamelijk – circa 92% in 2015 – diesel als brandstof (Routeradar 2019 Straatbeeldmonitor, 2020); een fossiele brandstof die in grote mate bijdraagt aan de uitstoot van CO<sub>2</sub>, stikstof (NO<sub>x</sub>) en fijnstof. Mobiele werktuigen in de bouwnijverheid – zoals graafmachines, bulldozers – en mobiele werktuigen in de landbouw stoten tezamen ruim 2 Megaton (2 miljoen kilo) CO<sub>2</sub> uit op jaarbasis. Tezamen waren de mobiele werktuigen in de bouw en landbouw in 2018 verantwoordelijk voor bijna 8% van de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het totale wegverkeer, 19% van de NO<sub>x</sub>- en 18% van de fijnstofuitstoot van het totale wegverkeer in Nederland<sup>4</sup>.

Mobiele werktuigen zoals bouwmachines en aggregaten dragen volgens het Schone Lucht Akkoord (2020) tevens voor 10% bij aan de negatieve gezondheidseffecten van binnenlandse bronnen. Hierom heeft dit akkoord het doel gesteld om in 2030 een reductie van de negatieve gezondheidseffecten van 75% te bewerkstelligen ten opzichte van 2016.

Om de uitstoot van mobiele werktuigen op een bouwplaats significant te verlagen, is het nodig om de stap te gaan zetten naar werktuigen die geen CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en fijnstof produceren. Alternatieven, zoals waterstof-aangedreven oplossingen worden volgens de Routeradar 2019 Straatbeeldmonitor echter nog niet of nauwelijks gebruikt. Een belangrijk argument hiervoor is dat er momenteel geen infrastructuur beschikbaar is die het mogelijk maakt om een mobiele machine op een bouwplaats op groene waterstof te laten werken.

Al in 2016 hebben bedrijfsleven, brancheorganisaties, overheden, kennisinstellingen en milieuorganisaties de handen ineen geslagen om de CO<sub>2</sub>-uitstoot door mobiele werktuigen te verlagen en de luchtkwaliteit te verbeteren. In de Green Deal Het Nieuwe Draaien zijn afspraken gemaakt om gedurende de periode 2016-2020 te werken aan reductie van de gemiddelde uitstoot van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en fijnstof door mobiele werktuigen. Hoewel de Green Deal in 2020 is afgerond liggen er nog forse uitdagingen voor bedrijven en overheden in de verdere verduurzaming van inzet en gebruik van werkmaterieel.

De klimaatopgave in de bouw vraagt om lage en zero emissie mobiele werktuigen en toepassing van duurzame brandstoffen en nieuwe energiedragers, waaronder waterstof. Dat leidt tot nieuwe vraagstukken op gebied van onder meer techniek, onderhoud, gebruik, inpassing in het bouwproces. De Groene Koers voor Bouw & Infra, een programma van Bouwend Nederland samen met Cumela en BMWT, gaat daarom verder waar Het Nieuwe Draaien is gestopt. De Groene Koers stelt zich een zero emissie bouwplaats in 2030 ten doel. Het Emissieloos Netwerk Infra (ENI), bestaande uit een groep van circa 26 bedrijven, wil de ontwikkeling en toepassing van zero emissie

<sup>1</sup> [www.woningmarktbeleid.nl/onderwerpen/versnellen-woningbouw](http://www.woningmarktbeleid.nl/onderwerpen/versnellen-woningbouw)

<sup>2</sup> [www.woningmarktbeleid.nl/actueel/nieuws/2021/01/28/doelstelling-aantal-nieuwe-woningen-in-2020-gehaald](http://www.woningmarktbeleid.nl/actueel/nieuws/2021/01/28/doelstelling-aantal-nieuwe-woningen-in-2020-gehaald)

<sup>3</sup> notitie 'Vooruitzichten voor de bouw na de coronacrisis' (EIB, april 2020)

<sup>4</sup> bron: CBS Statline

bouwmaterieel versnellen. Streefdatum voor ENI is niet 2030 maar 2026. ENI staat daarbij een integrale aanpak voor<sup>5</sup>.

Het Nieuwe Draaien heeft onderstreept dat een ketengerichte aanpak noodzakelijk is. De voormalig programmamanager van Het Nieuwe Draaien, Albert Lusseveld, zegt over waterstof: "*Waterstof kan prima worden toegepast in Bouw & Infra, maar dan moet er wel een hele infrastructuur worden opgetuigd om de waterstof op de bouwplaats ook te kunnen tanken. ... Het is daarnaast van groot belang dat het in de keten zodanig wordt opgepakt, dat de gekozen oplossing inpasbaar is in het bedrijfsproces op de bouwplaats.*"

Het voorliggende project sluit naadloos aan op deze ervaringen die breed binnen de sector worden gedragen, door vanuit een ketengerichte aanpak een proeftuin te realiseren voor een zero-emissie bouwplaats op basis van hernieuwbare waterstof.

### **Doel van het project**

Het doel van dit project is om rondom de bouw van nieuwbouwwoningen een proeftuin te realiseren gericht op de ontwikkeling en het testen van een zero-emissie bouwplaats op basis van hernieuwbare waterstof. Hiertoe vindt binnen dit project zowel de ontwikkeling en inzet van emissieloos bouwmaterieel plaats, als op de ontwikkeling en inzet van een intelligente semi-mobiel Hydrogen Refueling System (HRS) voor een permanente beschikbaarheid van groene waterstof als energiedrager op de bouwplaats in de woningbouw.

Om deze doelstelling te realiseren zal worden geïnvesteerd in divers geëlektrificeerd bouwmaterieel, dat zal worden ingezet bij de bouw van 23 nieuwbouwwoningen in 'De wijk van de toekomst' in Gieten. Projectpartner Hunebouw gaat deze woningen tussen 2022 en 2024 realiseren en zal daarbij gebruik maken van het binnen deze proeftuin in te zetten materieel van de firma's Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer (zie **bijlage 10A**). Gedurende de projectperiode zal al het materieel worden getest en worden doorontwikkeld. Na realisatie van de nieuwbouwwoningen in Gieten kunnen de bouwmachines en de semi mobiele HRS elders ingezet gaan worden, daar waar emissieloos bouwen een must is, vanwege de stikstofproblematiek die ons land in een wurggreep heeft.

Noodzakelijke randvoorwaarde daarbij is de beschikbaarheid van een tankinfrastructuur voor waterstof, omdat het bouwmaterieel op de bouwplaats moet worden voorzien van groene waterstof. Om dit te realiseren wordt binnen de proeftuin een semi-mobiel Hydrogen Refueling System (HRS) ontwikkeld en ingezet, voor een 24/7 permanente beschikbaarheid van groene waterstof als energiedrager op de bouwplaats.

### **1.2 Projectaanpak, activiteiten en resultaten**

Met een ketengerichte aanpak willen de partners een impuls geven aan de toepassing van zero-emissie materieel in de woningbouw op basis van hernieuwbare waterstof en hiervoor draagvlak creëren in de sector en bij andere stakeholders. Om dit te realiseren willen de ketenpartners een praktijkomgeving realiseren waarbinnen emissieneutraal kan worden gebouwd. Hiervoor is een aantal werkpakketten ontwikkeld, waarin verschillende ketenpartners een rol zullen spelen.

Het samenwerkingsverband is opgebouwd rondom de bouw van 23 nieuwbouwwoningen in 'De wijk van de toekomst' in Gieten (zie **bijlage 10A**). Het samenwerkingsverband omvat onder meer een 'probleemhebber'/initiator (Hunnebouw), gebruikers (Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer), leveranciers en ombouwers van materieel (New Electric, E-Trucks), de opslag, distributie en levering van groene waterstof (HyEnergy TransStore, Calvera) en H2 system integrators (Frames Renewable Energy Solutions BV). Voor een verantwoord onderzoek naar en validatie van de kennis en ervaringen in het project wordt HAN als gerenommeerde kennisinstelling bij de proeftuin betrokken. Tegelijkertijd zijn er belangrijke verbindingen met lopende duurzame initiatieven zoals De Groene Koers voor Bouw & Infra (zie **bijlage 10D**) en Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord (zie **bijlage 10E**), om zodoende te borgen dat enerzijds voortgebouwd kan worden op bestaande ervaringen en anderzijds dat de verschillende initiatieven elkaar wederzijds versterken. Om diezelfde redenen zijn ook New Energy Coalition en VNO-NCW MKB Noord als partner bij het project betrokken. Green Planet zal als ervaringsdeskundige met soortgelijke projecten optreden als projectleider en penvoerder van deze proeftuin.

---

<sup>5</sup> 'Emissieloos Netwerk Infra' en de emissie-loze bouwplaats. Het is tijd voor een integrale transitie-agenda. (november 2020)

Vooraf is een gedegen projectplanning en -begroting opgesteld, welke door middel van rapportages, regelmatig contact en periodiek (vooraf ingeplande) overleggen gevolgd zal worden. De proeftuin fungeert als verbindende schakel tussen alle ketenpartners, welke door middel van goede contractuele vastlegging, vooraf bepaalde informatie en kennis met elkaar zullen delen. Een meer specifieke projectplanning wordt hierna toegelicht in de vorm van verschillende werkpakketten. Gezamenlijk zorgen de werkpakketten ervoor dat de proeftuin kan worden gerealiseerd. Vanwege de ruime ervaring van de projectpartners zal deze proeftuin in 3 jaar voltooid gaan worden.

Het project is opgebouwd uit 6 werkpakketten die onderstaand worden beschreven.

### **WP 1: Ontwikkeling en aanschaf van divers materieel op groene waterstof**

Doel van dit werkpakket is de ontwikkeling en aanschaf van elektrische werktuigen en transportauto's. Dit materieel zal met een brandstofcel worden aangedreven op groene waterstof. Deze werktuigen en transportauto's zullen onder praktijkomstandigheden worden getest bij de bouw van 23 nieuwbouwwoningen in 'De wijk van de toekomst' in Gieten (**bijlage 10A**). Resultaat van het werkpakket is het opdoen van operationele ervaring met de elektrische mobiele werktuigen en transportmiddelen. Dit in combinatie met het inzet van groene waterstof om de brandstofcel te voeden.

Binnen de proeftuin zal ervaring worden opgedaan met de volgende elektrische mobiele werktuigen en transportmiddelen:

- Komatsu laadschop (Zuidema)
- Caterpillar wielgraafmachine (Bork)
- Tatra 6x6 bouwvoertuig met bouwkraan (Van der Sluis Transport)
- Mecalac excavator (Knipscheer)

Dit materieel zal daartoe eerst worden omgebouwd door New Electric en E-Trucks.

Deelnemers WP 1: Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer, New Electric, E-Trucks.

Werkzaamheden:

- Selecteren en aanschaffen van een mobiele geëlektrificeerde werktuigen en transportauto's op groene waterstof;
- Ombouw van conventioneel aangedreven werktuigen en transportauto's naar mobiele geëlektrificeerde werktuigen;
- Testen van mobiele geëlektrificeerde werktuigen en transportauto's op groene waterstof onder praktijkomstandigheden;
- Analyse technische testresultaten.

Gedurende de projectperiode zal al het materieel worden getest en worden doorontwikkeld. Na realisatie van de nieuwbouwwoningen in Gieten kunnen de bouwmachines elders ingezet worden om emissieloos te kunnen bouwen.

Resultaten:

- Elektrische uitvoeringen van divers materieel en transportauto's die onder praktijkomstandigheden zijn getest voor inzet op de emissieloze woningbouwplaats;
- Technische testresultaten.

### **WP 2: Ontwikkeling en testen van semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation**

Doel van dit werkpakket is de realisatie en het testen van een semi-mobiel Hydrogen Refueling System (HRS) voor een permanente beschikbaarheid van groene waterstof als energiedrager op woningbouwlocaties. Met een dergelijke HRS kan geëlektrificeerd materieel op de woningbouwlocatie 24/7 worden voorzien van groene waterstof. De basis wordt gevormd door aanschaf van een WyRefueler HRS met een capaciteit van 360 kg H<sub>2</sub> per dag bij 350 bar. Deze HRS zal door Frames binnen de proeftuin worden doorontwikkeld met het oog op verdere capaciteitsverbetering in de vorm van debiet en hoeveelheden per dag.

Deelnemers: Green Planet, Frames.

Werkzaamheden:

- Realisatie van semi-mobiel HRS op de woningbouwlocatie;
- Doorontwikkeling semi-mobiel HRS met het oog op verdere capaciteitsverbetering;
- Onder praktijkomstandigheden testen van semi-mobiel HRS op de woningbouwlocatie;
- Analyse technische testresultaten.

Gedurende de projectperiode zal de semi-mobiele HRS worden getest en worden doorontwikkeld. Na realisatie van de nieuwbouwwoningen in Gieten kan de semi mobiele HRS elders ingezet worden om emissieloos te kunnen bouwen.

Resultaten:

- Een semi-mobiel HRS, waarvan de werking onder praktijkomstandigheden is bewezen.



### **WP 3: Ontwikkelen van transport- en opslagmethode om groene waterstof op de bouwlocatie te krijgen**

Doel van dit werkpakket is het ontwikkelen van een transport- en opslagmethode om groene waterstof te vervoeren door middel van containerunits van en naar de woningbouwlocatie en om de groene waterstof veilig op de locatie te kunnen opslaan. De keten moet zodanig zijn opgezet dat er 24/7/365 voldoende hoeveelheden groene waterstof op de bouwplaats beschikbaar zijn. Centraal in dit werkpakket staat de ontwikkeling van een transport- en opslagmethode waarmee deze beschikbaarheid permanent kan worden geborgd.

Deelnemers: HyEnergy TransStore BV, Calvera.

Werkzaamheden:

- Onderzoek technische en functionele specificaties;
- Detailontwerp van voor H<sub>2</sub>-opslag geschikte containerunits;
- Inpassing van H<sub>2</sub>-opslag geschikte containerunits en trailers in logistieke keten van, naar en op de woningbouwlocatie;
- Ontwikkeling transportmethode om groene waterstof in voldoende hoeveelheden en frequentie op de bouwlocatie te krijgen.

Resultaten:

- Een onder praktijkomstandigheden gevalideerde logistieke keten, uitgaande van een toevoer met een H<sub>2</sub>-transporttrailer met 500 kg H<sub>2</sub> met een druk van 300 bar;
- Ontwikkeling en levering van containerunits geschikt voor H<sub>2</sub>-opslag op een woningbouwlocatie;
- Ontwikkeling en levering van trailers geschikt voor transport van de H<sub>2</sub>-opslag containerunits.

### **WP 5: Uittestprogramma om informatie en gegevens te verzamelen**

Doel van dit werkpakket is het verzamelen van informatie en gegevens over de inzet van geëlektrificeerd materieel in de dagelijkse praktijk van een woningbouwlocatie. Met het resultaat van dit werkpakket kan geobjectiveerd worden aangetoond dat de inzet van zero emissie mobiele machines en materieel technisch en functioneel mogelijk is. Ook zal onderzoek plaatsvinden naar gebruikerservaringen en kostenaspecten verbonden aan de inzet van geëlektrificeerd materieel. Green Planet beschikt reeds over een in eigen beheer ontwikkelde TCO-tool, waarmee de volledige Total Cost of Ownership (TCO) van een zero-emissie truck afgezet kan worden tegen die van zijn diesequivalent. Binnen dit werkpakket zal deze TCO tool worden doorontwikkeld voor het zero emissie materieel.

Deelnemers: HAN, Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer en Green Planet.

Werkzaamheden:

- Verzamelen informatie en gegevens over praktijkgebruik en -verbruik, gebruikerservaringen en kosten;
- Opstellen gedetailleerd testplan aan de hand van praktijksituaties;
- Uitvoeren praktijktesten;
- Opstellen rapportage van de resultaten van het testplan.

Resultaten:

- Operationele ervaring die geobjectiveerd wordt onderbouwd met zo veel mogelijk waardevolle data, die door de HAN is verwerkt en geanalyseerd.
- Gebruikerservaringen met de inzet van de mobiele emissieloze machines zijn gemonitord, geanalyseerd en verwerkt;
- Inzicht in CAPEX- en OPEX- gerelateerde kosten;
- TCO-tool voor het zero emissie materieel;
- Openbare rapportage met betrekking tot de 'real world'-gebruik van het zero emissie mobiele machines en materieel op woningbouwlocaties.

Het werkpakket wordt uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van HAN Automotive Research.

### **WP 6: Kennisdisseminatie en communicatie**

Doel van dit werkpakket is de verspreiding van opgedane kennis, de proeftuinvorderingen en -resultaten door middel van voorlichtingsmateriaal, publicaties en evenementen, en het delen van de kennis met de relevante stakeholders in de mobiliteits- en bouwsector. BMWT zal een bijdrage leveren aan de communicatie en kennisdisseminatie in deze DKTI-proeftuin middels De Groene Koers. BMWT zal opgedane kennis delen voor opschaling en brede toepassing van duurzame

innovatieve technieken in de bouw & infra. Ook Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord draagt bij aan de communicatie en kennisdisseminatie. Daarnaast leveren de deelnemende intermediaire organisaties New Energy Coalition en VNO-NCW MKB Noord als projectpartners een pro-actieve bijdrage aan communicatie en kennisdisseminatie.

Deelnemers: Alle partners, BMWT, Bouwend Nederland Noord.

Werkzaamheden:

- Bedrijfsbezoeken ten behoeve van het creëren van goodwill bij chauffeurs en machinisten;
- Publicaties over de bouw, batterij-elektrisch, waterstof en emissiereductie;
- Experience dag organiseren ten behoeve van het creëren van goodwill bij de chauffeurs en machinisten;
- Demo-dag om aan het grote publiek en alle stakeholders te laten zien wat de ontwikkelde technologieën zijn;
- Communicatie en kennisdisseminatie middels De Groene Koers en Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord.

Resultaten:

- De chauffeurs en machinisten zijn ambassadeurs geworden van de ontwikkelde technologieën.
- Kennis, ervaring en resultaten opgedaan in deze proeftuin heeft het algemene publiek en alle stakeholders bereikt.
- Enthousiasme bij de gehele Bouw- en Infrasector voor deze technologieën is sterk toegenomen en gaat omgezet worden in een breder toepassing.

Door dit werkpakket wordt bekendheid gegeven aan het project 'Proeftuin Intelligent Semi-Mobile Hydrogen Refueling System for filling big H2-machines at Construction Sites' en worden opgedane kennis, inzichten en ervaringen gedeeld bij het algemene publiek en relevante stakeholders in en buiten de noordelijke regio. Bij de uitvoering van dit werkpakket zullen alle partners zijn betrokken, waaronder ook New Energy Coalition en VNO-NCW MKB Noord met hun brede netwerken. Tevens wordt een extern communicatiedeskundige ingeschakeld. Communicatie en kennisdisseminatie zal daarnaast plaatsvinden middels De Groene Koers, BMWT en Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord. Het werkpakket wordt uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van Green Planet.

### **WP 7: Projectorganisatie, -management & -administratie**

Dit werkpakket dient om te borgen dat het samenwerkingsproject wordt uitgevoerd conform dit projectplan met de daarin omschreven activiteiten, planning, budget en de gestelde doelstellingen.

Uitvoerder: Alle partners.

Werkzaamheden:

- Coördinatie en aansturing van het project als geheel;
- Aanleveren voortgangsinformatie;
- Opstellen voortgangsverslagen en tussentijdse declaraties;
- Opstellen eindverslag en einddeclaratie;
- Organiseren algemene project overleggen.

Resultaten:

- Uitvoering van het project conform projectplan;
- Voortgangsinformatie tijdig beschikbaar;
- Voortgangsverslagen en tussentijdse declaraties;
- Eindverslag en einddeclaratie;
- Algemene project overleggen.

Dankzij dit werkpakket wordt op perfecte wijze uitvoering gegeven aan projectorganisatie, management en administratieve verantwoording van de activiteiten zoals genoemd in de werkpakketen 1 t/m 6.

### **1.3 Projectplanning**

<b>WP of Fase</b>	<b>Korte beschrijving</b>	<b>Deelnemers (met name)</b>	<b>Planning</b>	<b>Resultaat</b>
1	Ombouw en aanschaf van materieel op groene	Zuidema, Bork, Van der Sluis	7-2021 – 2-2024	Operationele ervaring opgedaan met de E-machines op groene waterstof.

	waterstof	Transport en Knipscheer, New Electric, E-Trucks		
2	Realisatie, doorontwikkeling en uittesten van semi-mobiel H <sub>2</sub> -tankstation	Green Planet, Frames	7-2021 – 2-2024	Operationele ervaring opgedaan met het semi-mobiel H <sub>2</sub> -tankstation.
3	Ontwikkelen van transport- en opslagmethode om H <sub>2</sub> op de bouwlocatie te krijgen	HyEnergy TransStore, Calvera	7-2021 – 10-2022	Operationele ervaring opgedaan met het transport van het H <sub>2</sub> naar het semi-mobiel H <sub>2</sub> -tankstation op de bouwlocatie.
4	Uittestprogramma om informatie en gegevens te verzamelen	Green Planet, Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer, HAN	1-2022 – 2-2024	Testplan/-tool voor mobiele werktuigen; Testresultaten over 'real world'-gebruiksaspecten van mobiele werktuigen; Openbare rapportage met betrekking tot de 'real world'-gebruiksaspecten van mobiele werktuigen.
5	Kennisdisseminatie en communicatie	Alle partners	7-2021 – 3-2024	Voorlichtingsmateriaal, publicaties en evenementen over de proeftuinvorderingen en -resultaten.
6	Projectorganisatie, -management & -administratie	Alle partners	7-2021 – 3-2024	Een geslaagd uitgevoerd proeftuinproject conform dit projectplan.

#### 1.4 Mijlpalen en go/no-go momenten

<b>Korte beschrijving resultaat 1:</b>	Onder praktijkomstandigheden geteste uitvoeringen van divers bouwmaterieel waarbij energie afkomstig is uit groene waterstof	
<b>Tastbare uitkomsten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Komatsu laadschop (Zuidema)</li> <li>- Caterpillar wielgraafmachine (Bork)</li> <li>- Tatra 6x6 bouwvoertuig met bouwkraan (Van der Sluis Transport)</li> <li>- Mecalac excavator (Knipscheer)</li> </ul>	
<b>Activiteiten:</b>	Ombouw/aanschaf en testen bovenstaand bovengenoemd bouwmaterieel	<b>Deelnemers:</b> Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer, New Electric, E-Trucks.
<b>Start- en einddatum:</b>	Juli 2021 t/m februari 2024.	
<b>Afgerond in mijlpaal:</b>	MP 1, februari 2024.	
<b>Indicatoren:</b>	Aangeschaft en getest geëlektrificeerd materieel	
<b>Go/no-go:</b>	Testresultaten leiden niet tot verwachte uitkomsten m.b.t. praktische inzetbaarheid	

<b>Korte beschrijving resultaat 2:</b>	Onder praktijkomstandigheden getest semi-mobiel H <sub>2</sub> -tankstation.	
<b>Tastbare uitkomsten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkend semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation;</li> <li>- Technische testresultaten.</li> </ul>	
<b>Activiteiten:</b>	Onderzoek, ontwikkeling, productie en testresultaten van het semi-mobiel H <sub>2</sub> -tankstation.	<b>Deelnemers:</b> Green Planet, Frames.
<b>Start- en einddatum:</b>	Juli 2021 t/m december 2022.	
<b>Afgerond in mijlpaal:</b>	MP 2, december 2022.	
<b>Indicatoren:</b>	Gerealiseerde en geteste semi-mobiele HRS	
<b>Go/no-go:</b>	Oplevering detailengineering moet resulteren in besluit tot realisatie.	

<b>Korte beschrijving resultaat 3:</b>	Onder praktijkomstandigheden gevalideerde logistieke keten voor 24/7/365 energievoorziening op de bouwplaats.	
<b>Tastbare uitkomsten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gevalideerde logistieke keten, uitgaande van een toevoer op bouwplaatsen van 500 kg H<sub>2</sub> met een druk van 300 bar per dag. Een H<sub>2</sub>-truck zal met 30 kg in een kwartier moeten kunnen tanken.</li> </ul>	
<b>Activiteiten:</b>	Realisatie en testen van logistieke keten, opslag en transport van H <sub>2</sub> .	<b>Deelnemers:</b> HyEnergy TransStore,

		Calvera
<b>Start- en einddatum:</b>	Juli 2021 t/m december 2022.	
<b>Afgerond in mijlpaal:</b>	MP 3, december 2022.	
<b>Indicatoren:</b>	99% betrouwbare toelevering van H2	
<b>Go/no-go:</b>	WP 1 en 2 vormen gezamenlijk go/no-go moment voor WP 3.	

<b>Korte beschrijving resultaat 4:</b>	Gemonitorde, geanalyseerde en verwerkte gebruikerservaringen met de inzet van de emissieloze mobiele werktuigen.	
<b>Tastbare uitkomsten:</b>	Openbare rapportage met betrekking tot de 'real world'-gebruiksaspecten van mobiele werktuigen.	
<b>Activiteiten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Testplan/-tool voor mobiele werktuigen;</li> <li>- Testresultaten over 'real world'-gebruiksaspecten van mobiele werktuigen;</li> <li>-Analysen testresultaten;</li> <li>- Doorontwikkeling TCO-tool.</li> </ul>	<b>Deelnemers:</b> HAN, Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer en Green Planet
<b>Start- en einddatum:</b>	Januari 2022 t/m maart 2024.	
<b>Afgerond in mijlpaal:</b>	MP 4, maart 2024.	
<b>Indicatoren:</b>	Database met gebruiksdata	
<b>Go/no-go:</b>	WP 1, 2 en 3 vormen gezamenlijk go/no-go moment voor WP 4.	

### 1.5 Projectrisico's

Het volgende schema bevat een overzicht van de belangrijkste projectrisico's en eventuele acties ter voorkoming en/of mitigatie van deze risico's. Deze projectrisico's zijn op basis van ervaringen met soortgelijke projecten door de projectpartners geïnventariseerd en geanticipeerd.

Beschrijving risico	Beheersmaatregel	Verantwoordelijke deelnemer
Vertraging in aanschaf en ombouw van divers geëlektrificeerd materieel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De betrokken projectpartners hebben duidelijke leveringstermijnen en afspraken met betrouwbare fabrikanten en ombouwers;</li> <li>• De planning is zorgvuldig en met een eventueel benodigd vangnet opgesteld.</li> </ul>	Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer, New Electric, E-Trucks
Semi-mobiele H2-tankstation voldoet niet aan wet- en regelgeving	Vooronderzoek uitgevoerd door ContrAll naar vergunningstrajecten en veiligheidsnormeringen van het semi-mobiel H2-tankstation, leert dat risico's dat niet aan wet- en regelgeving wordt voldaan beperkt zijn (zie <b>bijlage 10F</b> ).	Green Planet, Frames, ContrAll
Onvoldoende aanvoer van groene waterstof.	HTS heeft leveringsafspraken van groene waterstof met Nouryon/Nobian (zie <b>bijlage 10G</b> ), waarmee levering kan worden gegarandeerd. Daarnaast zijn er afspraken met HyGear waarmee eventuele tekorten kunnen worden opgevangen (zie <b>bijlage 10G</b> ).	HTS, Green Planet.
Vertraging in de uitvoering van het project vanwege beperkte engineeringcapaciteit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projectmanagement en -engineering is al georganiseerd.</li> <li>• Uitvoeringscapaciteit is gereserveerd om met dit werk aan de slag te gaan.</li> </ul>	Green Planet, Frames, ContrAll
Niet voldoen aan de administratieve rapportage-vereisten vanuit de regeling en verspreiding/disseminatie van kennis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opzetten van een gedegen projectmanagementsysteem, inclusief ondersteuning door externe specialisten, periodieke overleggen, heldere planning en goede contractuele vastlegging;</li> <li>• Green Planet heeft reeds ervaring opgedaan als penvoerder inzake meerdere DKTI-projecten en heeft bewezen hier op goede wijze uitvoering aan te kunnen geven;</li> <li>• Er zullen openbare seminars, congressen, presentaties, rapporten georganiseerd en gedeeld worden;</li> <li>• Diverse communicatiemiddelen zullen ingezet worden door alle projectdeelnemers voor kennisverspreiding: social media (LinkedIn, Facebook, Twitter), websites, video's (via</li> </ul>	Green Planet en alle overige partners, Mulderij en Partners, AC Adviseurs

	YouTube etc.) en nieuwsberichten.	
Het project treedt financieel buiten begrote kaders	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het budget is zorgvuldig opgezet incl. offertes;</li> <li>• Betrokken deelnemers hebben rekening gehouden met eventuele onvoorziene zaken;</li> <li>• Goede vastlegging van kosten tijdens uitvoeringsfase;</li> <li>• Proactieve en pragmatische ondersteuning overheid d.m.v. investerings- en EO-subsidie binnen DKTI;</li> <li>• Op lange termijn grote kans op een goed verdienpotentieel.</li> </ul>	Alle partners

### Tank- of laadinfrastructuur voor alternatieve energiedragers

Het proeftuinproject 'Intelligent Semi-Mobile Hydrogen Refueling System for filling big H2-machines at Construction Sites' bouwt voor wat betreft kennis en ervaringen op het gebied van lokale tankinfrastructuur voort op de kennis en ervaringen opgedaan met het multifuel-tankstation Green Planet. Green Planet is betrokken bij meerdere projecten op het gebied van groene waterstof en het uiteindelijk tanken van vrachtwagens met groene waterstof. Realisatie van het waterstof-tankstation voor personenauto's van Green Planet vindt plaats door deelname aan het TSO2020 project (<http://tso2020.eu/>). Voor de uitbreiding naar waterstof voor vrachtwagens heeft Green Planet een DKTI 2 project lopen, met HySpeed for H2-trucks. Mede vanuit deze ervaringen worden er op grond van wet- en regelgeving geen onoverkomelijke risico's voorzien (zie ook **bijlage 10F**).

De levering van de gezuiverde en gecombineerde groene waterstof aan gebruikers geschiedt door HyPlanet, een zusteronderneming van HyEnergy TransStore (HTS). HTS heeft leveringsafspraken van groene waterstof met Nouryon/Nobian (zie **bijlage 10G**), waarmee levering kan worden gegarandeerd van in eerste instantie 1.000 kg H2 / dag op termijn oplopend tot 3.000 à 4.000 kg H2 / dag. Mocht dit niet toereikend zijn, dan kan HTS via HyGear de additioneel benodigde groene waterstof afnemen en distribueren (zie **bijlage 10G**).

### 1.6 Technologische vernieuwing

Binnen het consortium van relevante projectpartners en de (mogelijke) samenwerkingspartners is een uitgebreide verkenning uitgevoerd naar de huidige stand van onderzoek en ontwikkeling. Waterstof als energiedrager voor machines op bouwplaatsen en infrastructurele werken wordt momenteel alleen nog in de experimentele fase toegepast. Bouwmachines op waterstof zijn nog zeer beperkt beschikbaar. Af-fabriek heeft Hyundai<sup>6</sup> aangegeven een zware rupsgraafmachine in ontwikkeling te hebben. Deze is al te bestellen, maar zal pas vanaf 2023 leverbaar zijn. Het Britse JCB<sup>7</sup> geeft aan per 1 juli 2020 al meer dan 12 maanden aan het testen te zijn met een 20-tons op waterstof aangedreven rupsgraafmachine, maar weet nog niet wanneer zij deze kan leveren. Ombouw van een conventionele machine is op dit moment een mogelijkheid om op korte termijn een machine op waterstof te bestellen. New Electric en E-trucks kunnen dit en hebben reeds ruime ervaring met het ombouwen van conventionele trucks en bussen naar een H<sub>2</sub>-aandrijving.

Er zijn nog geen praktijkvoorbeelden en ervaringen van een (omgebouwde of af-fabriek) waterstofmachine die in gebruik is genomen op een bouwproject. Hierdoor zijn er tot op heden geen praktijkervaringen met betrekking tot het gebruik van deze machines onder praktijkomstandigheden op echte bouwprojecten. Gegevens over het daadwerkelijke vermogen, verbruik en veiligheid van deze machines zijn dus niet voorhanden. Des te meer is het van belang deze praktijkervaring op te doen en is deze proeftuin daar de perfecte gelegenheid voor.

De fabrikanten van H<sub>2</sub>-mobiele werktuigen zijn volop aan het testen zodat de waterstoftechniek betrouwbaar is bij de commerciële introductie van de mobiele H<sub>2</sub>-werktuigen. De techniek is in beginsel goed vergelijkbaar met die van H<sub>2</sub>-personenauto's en -vrachtvervoer. Met deze laatste categorieën is inmiddels de nodige gebruikservaring opgedaan. Zo is Hyundai recent begonnen met de export van H<sub>2</sub>-trucks naar Zwitserland<sup>8</sup> en is Toyota sinds 2016 actief met de uitlevering van de H<sub>2</sub>-aangedreven Mirai personenauto<sup>9</sup>. De H<sub>2</sub>-bouwmachines zullen voor wat betreft bediening identiek zijn aan batterij-elektrische bouwmachines. De stap naar waterstof als energiedrager voor mobiele werktuigen zal naar verwachting, wat betreft techniek en bediening, geen problemen opleveren bij de eindgebruiker.

<sup>6</sup> <https://www.hyundai-ce.eu/en/news/2020-03-pr-hyundai-hydrogen-fuel-excavators>

<sup>7</sup> <https://www.jcb.com/en-gb/news/2020/07/jcb-leads-the-way-with-first-hydrogen-fuelled-excavator>

<sup>8</sup> <https://thedriven.io/2020/07/08/hyundai-ships-first-fcev-heavy-duty-trucks-to-switzerland/>

<sup>9</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Mirai](https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Mirai)

Bij de mobiele werktuigen op waterstof is het tanken van H<sub>2</sub> een voorname belemmering. Voor materieel op diesel wordt momenteel een dieselpomp op de bouwlocatie geplaatst, zodat het materieel ter plekke is te af vullen. Een dergelijke oplossing zou er ook moeten komen voor de afgifte van waterstof op de bouwplaats, in de vorm van een semi-mobiel waterstofstation.

### **Resultaten van recent onderzoek en haalbaarheidsstudies**

De ontwikkeling van H<sub>2</sub>-machines staat nog aan het begin. Zoals hiervoor gesteld zijn er wel fabrikanten bezig met de ontwikkeling van H<sub>2</sub>-machines, maar gebruikerservaringen zijn er nog zeker niet. Ook het rapport Straatbeeldmonitor (2019, Routeradar) geeft aan dat waterstof als energiedrager voor mobiele werktuigen nog in de onderzoeksfase is, en dat hier verder nog geen rapporten, testresultaten of haalbaarheidsonderzoeken van zijn. Dit proeftuinproject zal dus een van de eerste unieke situaties zijn waarin de H<sub>2</sub>-machines in de praktijk van een woningbouwlocatie in Nederland getest zullen worden. Juist ook om die reden vinden partijen als Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord en initiatieven zoals De Groene Koers deze proeftuin van grote waarde is ten behoeve van opschaling in de gehele bouwketen.

### **Beschikbare alternatieven**

Op dit moment is voor mobiele werktuigen de inzet van diesel de norm. De diesel kan door bijvoorbeeld HVO worden vervangen, waardoor de CO<sub>2</sub>-uitstoot tot 90% kan verminderen. Echter, deze brandstof is niet zero-emissie, en de lokale uitstoot blijft dus aanwezig. Evenals het geluid. Daarnaast is er CNG, maar deze brandstof heeft slecht een zeer beperkt positief effect op de luchtkwaliteit en ook de CO<sub>2</sub>-uitstoot verschilt nauwelijks met die van diesel<sup>10</sup>. In deze proeftuin is de inzet om de woningbouw zonder uitstoot van emissies te realiseren. Dit door het gebruik van groene waterstof, waarmee de mobiele werktuigen zonder lokale uitstoot kunnen worden ingezet. Voor kleinere mobiele machines is er meer keuze op het vlak van batterij-elektrische alternatieven, maar het probleem daarbij is dat het ontbreekt aan groene laadvoorzieningen. Ook een generator draait op dit moment op diesel. In het kader van CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub> en fijnstof-uitstoot, alsmede vanuit het perspectief van omwonenden (geluid, trilling, stank en luchtkwaliteit), is dit natuurlijk verre van ideaal.

Daar komt bij dat deze generator niet de capaciteit biedt die nodig is om meerdere machines in één nacht op te laden. Bouwers die elektrisch materieel willen inzetten zijn daarmee min of meer genooddaakt om het materieel aan het einde van de dag op een (fossiel aangedreven) dieplader te zetten om naar een locatie te worden gereden, waar al het materiaal kan worden opgeladen dan wel kan worden bijgevuld met H<sub>2</sub>, om de volgende dag op dezelfde wijze weer de weg naar de bouwplaats te vinden. Dit is het natuurlijk zowel voor de bouwers als voor het klimaat een volstrekt onwenselijke en frustrerende situatie.

Omdat er momenteel geen goede infrastructuur beschikbaar is, is tevens een semi mobiel H<sub>2</sub>-tankstation noodzakelijk. De binnen het project te realiseren semi-mobiele HRS zal zijn gebaseerd op een transporteerbaar, energiezuinig en gebruiksvriendelijk: de WyRefueler<sup>11</sup>. Deze HRS heeft een capaciteit van 360 kg H<sub>2</sub> per dag bij 350 bar en zal door Frames binnen de proeftuin worden doorontwikkeld met het oog op verdere capaciteitsverbetering in de vorm van debiet en hoeveelheden per dag. Het idee is dat Frames deze doorontwikkelde tankinstallatie in samenwerking met Twinning Energy zal gaan vermarkten in de verwachting om zo vanuit Nederland een serieuze propositie op de Europese markt voor semi-mobiele HRS-en te verkrijgen.

### **Innovaties in het project**

Om de bouw van woningen zonder uitstoot van emissies te kunnen realiseren wordt in deze proeftuin ingezet op een unieke combinatie van H<sub>2</sub>-bouwmachines met een semi mobiele H<sub>2</sub>-tanklocatie. Er wordt binnen het project praktijkervaring opgedaan in het werken met H<sub>2</sub>-machines en het verminderen van de emissies op de woningbouwplaats. Om al het materieel probleemloos te kunnen laten draaien is op de bouwplaats 24/7 groene waterstof nodig. Om dit op locatie mogelijk te maken zal binnen deze proeftuin ook een semi-mobiele HRS worden gerealiseerd.

De inzet van een semi-mobiele HRS op een bouwlocatie is voor Nederland uniek en de eerste tot op heden, zeker in relatie tot de op dit soort bouwlocaties benodigde hoeveelheden groene waterstof. In deze proeftuin wordt uitgegaan van een toevoer op bouwplaatsen van 500 kg H<sub>2</sub> met een druk van 300 bar per dag. Een H<sub>2</sub>-truck zal met 30 kg in een kwartier moeten kunnen tanken.

---

<sup>10</sup> Natuur & Milieu, 2018, Milieu Impact Mobiele Werktuigen

<sup>11</sup> <https://www.wystrach.gmbh/produkt-wyrefueler.html>

Dit project maakt het mogelijk om H<sub>2</sub>-bouwmachines ter plekke op de bouwplaats te vullen met H<sub>2</sub>. De tankduur zal acceptabel zijn waardoor ook tussentijds vullen van machines geen probleem zal zijn, in tegenstelling tot het tussentijds moeten laden van volledig batterij-elektrische machines. De ketenaanpak maakt het project uniek, omdat er een groot aantal partijen direct betrokken is bij de realisatie en uitvoering. De verworven kennis en inzichten zullen door deze partijen ingezet gaan worden om opschaling binnen afzienbare tijd mogelijk te maken.

Green Planet is samen met haar netwerk van betrokken en innovatieve projectpartners uitstekend in staat om het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation te ontwikkelen. Green Planet borduurt met deze proeftuin voort op ervaring en kennis die is opgedaan in 'TSO2020', dat zich richt op personenvervoer, en de DKTI-proeftuin 'Hy-Speed for H<sub>2</sub>-Trucks', gericht op zwaar vrachtvervoer. De kennis die daar opgedaan is (en wordt) ten behoeve van de waterstofvoorziening voor het tanken van personenauto's en zwaar vrachtvervoer, zal ingezet worden om ook van deze proeftuin een succes te maken en op die manier bij te dragen aan de uitrol van een volwaardige waterstofinfrastructuur in Nederland. De uitdaging is om de ontwikkelde technieken uit de andere proeftuinen nu mobiel en zeer compact toe te passen. De distributie en opslag van groene waterstof naar de bouwplaatsen is een aspect dat Green Planet in de praktijk onder wettelijke normeringen verwacht te kunnen uitvoeren dankzij de reeds opgedane kennis en ervaring<sup>12</sup>.

HyEnergy TransStore (HTS) zal, met inzet van haar zusteronderneming HyPlanet, zorg dragen voor de realisatie van een transport- en opslagsysteem, waarmee de bouwlocatie 24/7 gegarandeerd is van groene waterstof. HTS heeft uitgebreide kennis en ervaring van de waterstofmarkt, compressietechnologieën en waterstoftransport. Veiligheid van de omgeving door het toepassen van gekwalificeerde technologieën is van eminent belang voor HTS.

### **Technologische stappen in het project**

Met de ontwikkeling van het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation wordt een volwaardige infrastructuur gecreëerd voor waterstof op Nederlandse bouwprojecten. Door het transport mogelijk te maken van het tank depot naar de bouwlocatie, kan in combinatie met het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation groene waterstof tot aan de H<sub>2</sub>-bouwmachine gebracht worden. De infrastructurele belemmeringen om de waterstof op de bouwplaats in voldoende hoeveelheden te kunnen tanken, wordt daarmee volledig weggenomen. Binnen dit proeftuinproject is de gehele keten van groene waterstofproductie tot aan de eindgebruiker van groene waterstof betrokken. Door deze ketengerichte aanpak zal er een waterdichte infrastructuur ontstaan, waarbij uitvoering van alle facetten van de keten gewaarborgd zal zijn.

### **Technologische risico's**

Vooraf is - op basis van ervaringen met soortgelijke projecten door de projectpartners - een inventarisatie gemaakt van denkbare risico's en hun impact op de realisatie van het project. Daarbij is ook gekeken welke risico mitigerende maatregelen mogelijk zijn. Waar nodig en wenselijk is aanvullend vooronderzoek uitgevoerd. De kans op technisch falen moet tot een minimum beperkt worden. Hier wordt ook bij de uitvoering van het project veel zorg aan besteed, onder andere door meerdere evaluatiemomenten per werkpakket in te bouwen. Deze evaluatiemomenten zijn bedoeld om in beeld te brengen hoe groot de kans op technisch falen is en om zo nodig (tijdig) te kunnen bijsturen in de ontwikkeling en realisatie.

### **Mogelijkheden tot kennisbescherming**

In de samenwerkingsovereenkomst tussen de partijen is vastgelegd hoe onderling met kennis en kennisbescherming wordt omgegaan.

### **Keuze referentietechniek**

Omdat er op dit moment - voor het in deze proeftuin in te zetten materieel - geen zero emissie mobiele machines rechtstreeks bij OEM-partijen kunnen worden aangekocht, geldt voor al het materieel dat ombouw noodzakelijk is. De aan te schaffen standaarduitvoering (diesel) vormt daarmee tevens de referentie.

## **2. Impact**

### **2.1 Vervolgpotentieel**

Het vervolgpotentieel van deze proeftuin is veelzijdig. Zoals Hunebouw ook aangeeft in de als **bijlage 10A** bijgevoegde brief is de opgedane kennis in deze proeftuin van grote waarde ten

<sup>12</sup> Zie ook bijlage 10F inzake vooronderzoek uitgevoerd door ContrAll naar vergunningstrajecten en veiligheidsnormeringen van het semi-mobiel HRS, dat leert dat risico's vanuit wet- en regelgeving beperkt zijn.

behoefte van opschaling in de gehele woningbouwketen. Dit wordt ondersteund door partijen als Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord en initiatieven zoals De Groene Koers die deze proeftuin ondersteunen. Het project brengt emissieloos bouwen veel eerder binnen handbereik, dan waar tot nu toe van is uitgegaan. De Groene Koers stelt zich een zero emissie bouwplaats in 2030 ten doel. Het Emissieloos Netwerk Infra (ENI) streeft naar 2026. Door deze proeftuin zullen we die stap veel eerder kunnen zetten.

Een succesvolle proeftuin en de beschikbaarheid van een (semi-mobiele) H<sub>2</sub>-tankinfrastructuur op de bouwplaats zal resulteren in een versnelling van productontwikkeling voor zero emissie mobiele werktuigen binnen de bouw- en infra sector. Tegelijkertijd beseffen betrokken partners zich terdege hoe belangrijk kennisverspreiding is om niet-technologische en maatschappelijke uitdagingen, rondom waterstof in omgevingen waar wordt gebouwd, te slechten.

In deze paragraaf zal in worden gegaan op hoe de projectpartners dit markt- en maatschappelijk potentieel benutten gedurende en na afloop van het project.

#### *Implementatietraject na afloop project*

Gedurende het project zal een continue en overzichtelijke vastlegging van verzamelde informatie, kennis en expertise plaatsvinden, die alle betrokkenen na afloop van het project kunnen gebruiken voor opschaling. Op basis van deze informatie en resultaten van het project zal een blauwdruk gecreëerd worden, die te kopiëren is naar andersoortige woningbouwlocaties in Nederland. Hunebouw zelf wil bijvoorbeeld de verworven kennis en inzichten ook direct gebruiken om toe te passen in een recent verworven woningbouwproject in Deventer. Na realisatie van de nieuwbouwwoningen in Gieten kunnen de bouwmachines en de semi mobiele HRS elders ingezet gaan worden om emissieloos bouwen mogelijk te maken.

De deelnemende partners zijn overtuigd van het belang van hun rol als voortrekker van de beoogde ontwikkeling en opschaling. De betrokken projectpartners hebben een sterke voorbeeldfunctie. Zij zullen een netwerk vormen om deel te nemen aan diverse congressen, evenementen en netwerken en zullen gebruikmaken van de netwerken van Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord en initiatieven zoals De Groene Koers. Kennis en ervaringen zullen gedeeld worden door de projectpartners zelf en via de samenwerkingspartners waaronder New Energy Coalition en VNO-NCW MKB Noord. Dit gebeurt via demonstraties, publicaties, presentaties en andere evenementen. Bovendien zal men een communicatiestrategie opzetten om via zowel online media als andere offline communicatiemiddelen het project en de uitkomsten onder de aandacht te brengen.

De ervaring in deze proeftuin is van grote waarde is ten behoeve van opschaling in de gehele bouwketen. Om die reden wordt de proeftuin ook als koersproject opgenomen onder de vlag van De Groene Koers. De Groene Koers is een initiatief van brancheverenigingen Bouwend Nederland, CUMELA Nederland, VHG en BMWT met als doel versnelling naar een uitstootvrije bouw & infra in 2030. Er zal de nodige communicatie en kennisdisseminatie via De Groene Koers plaatsvinden. Ook BMWT zal opgedane kennis delen voor opschaling en brede toepassing van duurzame innovatieve technieken in de bouw & infra. Kennis en ervaring uit deze proeftuin zal daarnaast o.a. worden gedeeld met de leden van BMWT van de Sectie GWW.

#### *Realisatie tank- of laadinfrastructuur en daarop volgende vraagontwikkeling*

Het semi-mobiel HRS zal integraal onderdeel worden van de dienstverlening van Green Planet. Green Planet zal de volledige dienstverlening rondom de ingebruikname van het semi-mobiel HRS op zich nemen. Bij een succesvol verloop van deze proeftuin en een succesvolle ingebruikname van het HRS zal Green Planet meerdere semi-mobiele HRS-en gaan exploiteren. Daarnaast is de sterke verwachting dat ook andere partijen dit voorbeeld zullen volgen. Frames wil hiertoe samen met Twinning Energy een propositie nemen op de Europese markt inzake de levering van semi mobiele HRS.

#### *CO<sub>2</sub>-emissie in ton CO<sub>2</sub> per jaar*

Door groene waterstof decentraal ("off grid") beschikbaar te maken zal het gebruik van fossiele brandstoffen op woningbouwlocaties substantieel kunnen verminderen. De inzet van groene waterstof staat niet alleen voor minder CO<sub>2</sub>-uitstoot maar ook voor een grote reductie van zwaveldioxide, stikstofoxiden, fijnstof en andere vervuilende stoffen. Met deze proeftuin wordt een 100% CO<sub>2</sub> besparing gerealiseerd ten opzichte van de huidige situatie.

Binnen de proeftuin wordt gebruikgemaakt van 4 zero-emissie bouwmachines. Dit zijn een Caterpillar M317F graafmachine, Komatsu WA430 wiellader, Mecalac MX12 graafmachine en een



Tatra 6x6 kiewagen. Deze machines worden na aanschaf geëlektrificeerd. Dit zorgt er voor dat deze machines niet langer gebruik maken van diesel en de hierbij horende CO<sub>2</sub> uitstoot en overige emissies. Door gebruik te maken van een brandstofcel die gevoed wordt met groene waterstof, is er in de proeftuin geen sprake van CO<sub>2</sub>-uitstoot.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de CO<sub>2</sub> en NOx-uitstoot van de dieselvarianten van deze machines. Hierbij is uitgegaan van een WTW CO<sub>2</sub>-uitstoot van 1 liter diesel van 3,262 kg<sup>13</sup>. Verder is uitgegaan van een inzet van de machines van 210 dagen per jaar.

	Caterpillar M317F	Komatsu WA430	Mecalac MX12	Tatra 6x6
Vermogen	112 kW	173 kW	85 kW	380 kW
NOx-uitstoot	0,4 g/kW/uur	4 g/kW/uur	0,4 g/kW/uur	0,46 g/kW/uur
Diesilverbruik per uur	11 L	15 L	10 L	38,88 L
Inzet per dag	6,15 uur	10 uur	6,9 uur	9 uur
CO <sub>2</sub> -uitstoot per dag	220,62 kg	489,3 kg	225,08 kg	1.141,4 kg
NOx-uitstoot per dag	275,52 gr	6.920 gr	234,6 gr	1.614,6 gr
CO <sub>2</sub> -uitstoot per jaar	46.330 kg	102.753 kg	47.267 kg	239.694 kg
NOx-uitstoot per jaar	57,9 kg	1.453,2 kg	49,3 kg	339,1 kg

In totaal resulteert de inzet van de vier zero-emissie bouwmaschinen in een jaarlijkse reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 436 ton. Ook zorgt de proeftuin voor een jaarlijkse reductie van de NOx-uitstoot van 1900 kg.

#### *Herhalingspotentieel van het project*

De proeftuin richt zich op zero emissie mobiele machines die ingezet worden op bouwlocaties in de woningbouw. De versnelde bouw van voldoende woningen is topprioriteit om het woningtekort aan te pakken. Het kabinet heeft de ambitie om te groeien naar een bouwproductie van 85.000 woningen per jaar<sup>14</sup>. De bouwsector zal daarbij haar eigen stikstofuitstoot moeten verlagen. In het in maart 2021 door de Eerste Kamer aangenomen wetsvoorstel 'Stikstofreductie en natuurverbetering'<sup>15</sup> is hiervoor de komende tien jaar € 1 miljard beschikbaar. Daarmee kunnen bouwbedrijven dieselmaterieel sneller afschrijven en overgaan op duurzaam bouwmaterieel. Volgens cijfers van de Straatbeeldmonitor (Routeradar, 2019) bestaat het wagenpark van mobiele werktuigen in de bouw momenteel uit ca. 40.000 voertuigen, waarvan verreweg het grootste deel diesel als energiedrager heeft. Er bestaat derhalve een groot herhalingspotentieel.

De verwachting is, zoals blijkt uit de brandstofvisie van I&W, dat de vraag naar en inzet van waterstof als energiedrager bij mobiele werktuigen tot 2030 zal toenemen en daarna in een versnelling naar nog sterkere groei terecht zal komen. Dit vereist wel dat een oplossing kan worden geboden voor het eerder in de Green Deal Het Nieuwe Draaien gesignaleerde knelpunt: *"Waterstof kan prima worden toegepast in Bouw & Infra, maar dan moet er wel een hele infrastructuur worden opgetuigd om de waterstof op de bouwplaats ook te kunnen tanken. ... Het is daarnaast van groot belang dat het in de keten zodanig wordt opgepakt, dat de gekozen oplossing inpasbaar is in het bedrijfsproces op de bouwplaats."* Dat is precies wat deze proeftuin doet: er wordt een keten ontwikkeld van de distributie van groene waterstof, tot het opslaan en semi-mobiel tanken van groene waterstof tot het toepassen van groene waterstof op een bouwlocatie. Om de groei van waterstof als energiedrager te faciliteren is het belangrijk om nu te beginnen met ervaring opdoen en vooral ook in een praktijkomgeving als gezamenlijke partners te laten zien dat het werkt.

<sup>13</sup> <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/>

<sup>14</sup> <https://www.woningmarktbeleid.nl/onderwerpen/versnellen-woningbouw>

<sup>15</sup> [https://www.eerstekamer.nl/wetsvoorstel/35600\\_stikstofreductie\\_en](https://www.eerstekamer.nl/wetsvoorstel/35600_stikstofreductie_en)

### *Niet-technologische aspecten*

Om de resultaten van dit proeftuinproject te bereiken en tot marktintroductie te komen spelen de volgende niet-technologische aspecten een belangrijke rol:

1. Onzeker- en onbekendheid bij gemeenten omtrent vergunningstrajecten en veiligheidsnormeringen van het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation. Hier is vooronderzoek naar gedaan door ContrAll (**bijlage 10F**).
2. Noodzakelijkheid van een passend flankerend beleid om waterstof als energiedrager aantrekkelijker te maken.
3. De publieke kennis en opinie omtrent waterstof verbeteren. Binnen dit project wordt een gepaste communicatie- en kennispreidingsstrategie opgesteld om dit te borgen.
4. De beschikbaarheid van mobiele werktuigen op waterstof. Het is van belang dat op termijn meer mogelijkheden ontstaan om een mobiele machine af-fabriek aan te schaffen. De ontwikkeling in deze proeftuin kan leiden tot een versnelling van de marktintroductie van H<sub>2</sub>-mobiele werktuigen.
5. De bereidheid om mobiele werktuigen op waterstof aan te schaffen en in gebruik te nemen. Hierbij is men afhankelijk van beleid dat 'first movers' tegemoet komt met betrekking tot een onrendabele top.
6. Voor de chauffeurs en machinisten is een vergelijkbare gebruikerservaring mogelijk als met fossiel tanken en werken, doordat deze op werklocatie zijn mobiele machine kan voorzien van een volle tank H<sub>2</sub>.
7. Onbekendheid van H<sub>2</sub>-mobiele werktuigen. Door een goede kennisdisseminatie en communicatiestrategie zullen de machinisten en chauffeurs vanaf het begin betrokken worden bij dit project, waardoor zij uiteindelijk als ambassadeurs voor de nieuwe technologie zullen fungeren.

### *Maatschappelijke relevantie*

De krapte op de woningmarkt is groter dan ooit. Er is in Nederland, met name in de stedelijke regio's, een tekort aan betaalbare woningen. De versnelde bouw van voldoende woningen is topprioriteit om het woningtekort aan te pakken. Het kabinet spreekt de ambitie uit om te groeien naar een bouwproductie van 85.000 woningen per jaar. Eerder dit jaar is aangekondigd dat de woningbouw de komende jaren verder moet versnellen.

De stikstofproblematiek heeft door een uitspraak van de Raad van State grote gevolgen voor onder meer de bouw van woningen. Het probleem voor aannemers zit niet zozeer in de huizen zelf maar vooral in de bouw daarvan. Hierdoor zit de bouw klem bij de constructie van nieuwe woningen en zijn er structurele oplossingen nodig om de bouwproductie niet te moeten verlagen, maar juist – conform de ambities van het Kabinet – te kunnen verhogen. De uitdaging is om de bouw zonder emissies te laten plaatsvinden, zoals in deze proeftuin wordt beoogd.

Mobiele werktuigen, die in de bouw worden gebruikt, nemen € 1 miljard van de jaarlijkse milieuschade in Nederland voor hun rekening. Verder dragen mobiele werktuigen zoals bouwmachines en aggregaten volgens het Schone Lucht Akkoord voor 10% bij aan de negatieve gezondheidseffecten van binnenlandse bronnen, door bijvoorbeeld de aanvullende uitstoot aan fijnstof. Hierom heeft dit akkoord het doel gesteld om in 2030 een reductie van de negatieve gezondheidseffecten van 75% te bewerkstelligen ten opzichte van 2016.

### *Maatschappelijke relevantie: effect op lokale en regionale energie-strategieën*

De **RIS3 Noord-Nederland** de gezamenlijke en leidende strategie voor regionale ontwikkeling en vormt de kapstok voor de gecombineerde inzet van Europese, nationale en regionale fondsen en programma's in de periode 2021-2027 in Noord-Nederland<sup>16</sup>. Mondiale transities en regionale uitdagingen zetten de brede welvaart onder druk, ook in Noord-Nederland. De economie moet zich hieraan aanpassen. Tegelijkertijd bieden deze transities en uitdagingen nieuwe ontwikkelkansen. De kern van de RIS3 is om deze kansen te ontdekken en te verzilveren, en daarmee bij te dragen aan een circulair, gelukkig en inclusief Noord-Nederland. In de RIS3 staan vier transities centraal:

- van een lineaire naar een circulaire economie
- van fossiele naar hernieuwbare energie
- van zorg naar (positieve) gezondheid
- van analoog naar digitaal

---

<sup>16</sup> <https://www.snn.nl/europa/strategie-voor-het-noorden>

Deze proeftuin sluit naadloos aan bij de transitie “van fossiele naar hernieuwbare energie” en de transitie “van zorg naar (positieve) gezondheid”. Naast de inzet van in de regio geproduceerde groene waterstof, zal de uitstoot van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en fijnstof door mobiele werktuigen in de bouw sterk te verminderen. Ook het geluid zal reduceren. Dit betekent dat de gezondheidswinst groot zal zijn en zal toenemen met elke vervangen machine die mogelijk wordt gemaakt door het aanbieden van de benodigde semi-mobiele infrastructuur.

**New Energy Coalition** is de architect van een breed gedragen noordelijk samenwerkingsverband onder de naam HEAVENN. Het doel van HEAVENN is de ontwikkeling van een volledig functionerende groene waterstofketen in Noord-Nederland. HEAVENN is uniek omdat het de hele waterstofketen omvat en verbindt binnen een geografische regio. Binnen HEAVENN worden projecten uitgevoerd, die zijn gericht op sectorale integratie: de grootschalige productie van groene waterstof als grondstof voor de industrie, de opslag, transport en distributie van groene waterstof en de toepassing voor de energievoorziening voor zowel de industrie als de gebouwde omgeving en in de mobiliteit. HEAVENN past weer volledig binnen de ambities van de Noordelijke provincies, die willen dat groene waterstof de banenmotor in regio wordt (zie ook: <https://nos.nl/l/2362268>).

Binnen deze proeftuin is New Energy Coalition betrokken bij de communicatie en disseminatie over het project ‘Intelligent Semi-Mobile Hydrogen Refueling System for filling big H<sub>2</sub>-machines at Construction Sites’ waardoor deze ontwikkeling een bredere bekendheid gaat krijgen bij de achterban van New Energy Coalition en overige publiek- en privaatrechtelijke stakeholders in en buiten de Noordelijke regio.

#### *Convenanten en Green Deals*

Het project sluit aan bij verschillende convenanten en Green Deals.

Allereerst sluit het aan bij het ‘**Convenant samenwerking ontwikkeling Duurzame Waterstofeconomie**’, welke zichzelf als doel stelt om waterstof te ontwikkelen tot een duurzame en commercieel rendabele optie voor gebruik in verschillende toepassingen. Het convenant stelt zichzelf als doel om de initieel hoge kosten van het gebruik van (klimaat neutrale) waterstof te verminderen. Het huidige project draagt hieraan bij door via het verbeteren van de infrastructuur, groene waterstof breder beschikbaar te maken. Door het infrastructurele vraagstuk op te lossen, wordt de weg vrijgemaakt voor meer initiatieven die waterstof kunnen toepassen waardoor door de toenemende vraag de prijs op den duur zal dalen. Verder is een doel van het convenant om kennis en kunde op het gebied van waterstof te delen. Hier draagt het huidige project aan bij door het vormen van een consortium waarin kennis en kunde van meerder partijen wordt gedeeld, alsmede door middel van de uitgebreide communicatie- en kennispreidingsstrategie die deel uitmaakt van dit project.

Partijen die de ‘**Green Deal Het Nieuwe Draaien**’ hebben ondertekend willen de uitstoot van CO<sub>2</sub> (met 10%), NO<sub>x</sub> (met 15%) en fijnstof door mobiele werktuigen in de bouw en landbouw terugdringen. Dit is een doelstelling waarbij dit project naadloos aansluit. Ook al is deze Green Deal in 2020 afgesloten, is het belangrijk om te vermelden dat het huidige project bijdraagt aan de doelstellingen. In het bijzonder ziet het huidige project het belang in van het trainen en betrekken van machinisten van werktuigen, als manier om brandstofverbruik te verminderen, wat naar voren komt in haar communicatie- en kennispreidingsstrategie.

**De Groene Koers voor Bouw & Infra** gaat verder waar Het Nieuwe Draaien is gestopt. De Groene Koers stelt zich een zero emissie bouwplaats in 2030 ten doel. Deze proeftuin wordt als koersproject opgenomen onder de vlag van De Groene Koers. De Groene Koers is een initiatief van brancheverenigingen Bouwend Nederland, CUMELA Nederland, VHG en BMWT. Er zal vanuit dat perspectief ook de nodige communicatie en kennisdisseminatie via De Groene Koers plaatsvinden. Zie tevens **bijlage 10D** waarmee BMWT de doelstellingen van de proeftuin onderstreept en **bijlage 10E** van Koninklijke Bouwend Nederland.

Het project sluit tevens aan bij de Green Deal ‘**Duurzame Logistiek in de Bouw**’, welke als doel heeft om te zorgen dat alles op de bouwplaats (logistiek) gestroomlijnd en milieuvriendelijk verloopt. Door het ontwikkelen van de infrastructuur die nodig is om mobiele werktuigen op groene waterstof op bouwplaatsen te kunnen laten draaien, is dit project in lijn met de doelstellingen die zijn gesteld binnen deze Green Deal. Verder sluit het huidige project naadloos aan bij andere doelstellingen van deze Green Deal, zoals het samenwerken met verschillende partijen, het delen van kennis en het communiceren van resultaten.

Het doel van de **routekaart Schoon en Emissieloos Bouwen** is om samen met de bouwsector een haalbare en effectieve routekaart op te stellen, waarin de verduurzaming van mobiele werktuigen en bouwlogistiek tot 2030 vorm krijgt. De routekaart verbindt de verschillende doelstellingen en koppelt deze aan een emissiereductiepad voor mobiele werktuigen en bouwlogistiek, inclusief maatregelen en acties om de reductie te bewerkstelligen. De ervaringen uit deze proeftuin kunnen worden gebruikt om de routekaart verder in te helpen kleuren en de uitvoeringsagenda te versnellen.

## 2.2 Verdienpotentieel

### *Beschrijving van de markt*

Er zijn op dit moment weinig tot geen alternatieven voor diesel aangedreven mobiele machines die in de praktijk geschikt zijn om emissievrij te bouwen. Op basis van groene waterstof biedt dit proeftuinproject een serieus alternatief, waarbij zowel zero emission materieel wordt ingezet als waarbij infrastructurele belemmering weggenomen worden door een keten op te bouwen van distributie van groene waterstof tot toepassing in de praktijk van de bouwlocatie.

Het proeftuinproject concentreert zich op een zero emissie bouwplaats voor de woningbouw en is opgezet rondom de bouw van 23 nieuwbouwwoningen in 'De wijk van de toekomst' in Gieteren. Het kabinet had de ambitie om te groeien naar een bouwproductie van 85.000 woningen per jaar. Eerder dit jaar is aangekondigd dat de woningbouw de komende jaren verder moet versnellen. Dat betekent dat er tot 2030 bijna 900 duizend nieuwe woningen moeten worden gebouwd. Dat zijn 150 duizend extra woningen tot 2030 ten opzichte van de ambitie in de Nationale Woonagenda en het productieniveau in de afgelopen jaren.

Op dit moment is er geen groei maar een daling van volume. In 2020 werden ruim 69 duizend nieuwbouwwoningen opgeleverd<sup>17</sup>. Dat is ruim 3% minder dan in 2019. Tegelijkertijd werd – onder meer door de stikstofcrisis - in 2019 voor ruim 57 duizend nieuw te bouwen woningen een vergunning afgegeven, 18% minder dan in 2018<sup>18</sup>. De feitelijke nieuwbouw van woningen ijlt altijd 1 à 2 jaren na op de vergunningverleningen. Dat alles onderstreept dat er een dringende noodzaak is tot het emissieloos kunnen bouwen van woningen. Bouwbedrijven hebben dan ook een steeds groter wordende behoefte aan zero-emissie materieel.

Het in deze proeftuin gekozen concept met groene waterstof als energiedrager, kan worden toegepast op iedere bouwlocatie. De bouwsector in Nederland is groot en wanneer het proeftuinproject succesvol is dan kan het semi-mobiele H<sub>2</sub>-tankstation relatief eenvoudig landelijk ingezet worden. Er zijn momenteel meer dan 40.000 mobiele werktuigen in Nederland, welke voor bijna 100% op diesel of biodiesel rijden.

Het doel van dit project is om aan te tonen dat groene waterstof als zero-emissie energiedrager een goed alternatief is ten opzichte van diesel, waarbij geen enkel compromis gesloten hoeft te worden. Het verschil in kosten (met name de onrendabele top) zal in de beginfase gedeeltelijk met subsidies moeten worden gedicht, waarbij het de verwachting is dat in de toekomst dit verschil steeds kleiner zal worden bij een groeiende markt.

Met groene waterstof als energiedrager voor het bouw materieel kunnen bouwprojecten (sneller) hervat worden, hetgeen ten goede komt aan (groei van) het bouwvolume en de werkgelegenheid in de sector. De toe te passen waterstofketen is relatief eenvoudig nationaal en internationaal op te schalen, omdat het semi-mobiele tankstation in beginsel op iedere "off grid" locatie kan worden ingezet om materieel aldaar van waterstof te voorzien. Af-fabriek waterstof materieel zal haar intrede gaan doen in de markt, zoals bijvoorbeeld Hyundai en JCB hebben aangekondigd. Achteraf ombouwen blijft een goed alternatief waardoor de H<sub>2</sub>-machines op kortere termijn leverbaar en inzetbaar kunnen worden. De bij dit project betrokken derde partijen hebben reeds de nodige ervaringen met het ombouwen van materieel. Verwacht mag worden dat zij door deelname aan dit project grotere aantallen materieel zullen gaan ombouwen.

Naast de uitstoot van schadelijke emissies is ook geluid een belangrijke factor welke in grote mate gereduceerd wordt door de inzet van H<sub>2</sub>-mobiele werktuigen. Bij elkaar levert de inzet van H<sub>2</sub>-mobiele werktuigen in dit proeftuinproject bij succes een versnelling in de acceptatie van deze technologie op. Wanneer in deze proeftuin bewezen kan worden dat het in de dagelijkse praktijk op een woningbouwlocatie uitstekend mogelijk is om emissievrije mobiele werktuigen te gebruiken,

<sup>17</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/04/ruim-69-duizend-nieuwbouwwoningen-in-2020>

<sup>18</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/08/aantal-vergunde-nieuwbouwwoningen-valt-terug-tot-57-duizend>

wordt het voor aanbestedende partijen, vergunningverleners en opdrachtgevers ook eenvoudiger om strengere emissie eisen aan projecten te gaan stellen. Al met al komt dit de versnelling van emissieloos bouwen zeer ten goede.

### *Strategie*

Na een bewezen succesvol verloop van de proeftuin en een bewezen succes bij de verschillende betrokken projectpartners, zal er een opschaling van de activiteiten plaatsvinden. Zoals vermeld wil Hunebouw zelf bijvoorbeeld de verworven kennis en inzichten al direct gebruiken om toe te passen in een recent verworven woningbouwproject in Deventer. Ook zal kennis en ervaring uit de proeftuin worden gedeeld met toeleveranciers en onderaannemers, die in opdracht van Hunebouw werkzaamheden gaan uitvoeren. Het mag voor zich spreken dat de bij dit project betrokken partijen, zoals Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord, een belangrijke rol kunnen vervullen om de opgedane ervaring te helpen opschalen naar de gehele (woning)bouwketen.

Bij het welslagen van deze proeftuin kunnen de samenwerkende partners zich naar de markt toe presenteren als koplopers in verduurzaming. Behalve dat dit volledig aansluit bij de missie en visie van de bij de proeftuin betrokken deelnemende bedrijven, biedt het ook naar opdrachtgevers een duidelijk onderscheidend vermogen in een veranderende markt. Ook opdrachtgevers kunnen het zich niet meer permitteren vooral op prijs te selecteren, als deze proeftuin heeft laten zien dat emissieloos bouwen al op relatief korte termijn de norm kan worden.

Green Planet zal bij een bewezen succes en daarmee samenhangend een voldoende businesscase van het semi-mobiele H<sub>2</sub>-tankstation, overgaan tot uitbreiding naar meerdere semi-mobiele H<sub>2</sub>-tankstations. Wanneer de vraag toeneemt is het niet meer dan logisch om deze stap te maken en de bouw- en infrastructurele sector te faciliteren in de transitie naar zero-emissie mobiele werktuigen. De toelevering van groene waterstof kan daarbij prima door Hyplanet als zusterorganisatie van HTS worden verzorgd. In beginsel kan het semi-mobiele H<sub>2</sub>-tankstation op iedere "off grid" locatie worden ingezet om materieel van groene waterstof te voorzien. Frames wil daartoe samen met Twinning Energy vanuit Nederland een propositie nemen op de (Europese) markt inzake de levering van semi mobiele HRS. De ombouwers en leveranciers kunnen met deze kennis uit dit project ook flink opschalen en materieel aanbieden tegen uiteindelijk steeds aantrekkelijker prijzen.

De behoefte om beter te presteren op het gebied van duurzaamheid is bij bouwbedrijven aanwezig. Wanneer de markt ziet dat er op een steeds grotere schaal gewerkt wordt met mobiele H<sub>2</sub> werktuigen in combinatie met het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation, en de ervaringen zijn goed, dan zullen er steeds meer vergelijkbare bedrijven het voorbeeld van de projectpartners overnemen.

### C. Financieel

De totale investeringen die voor het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation gepland staan bedragen (afgerond) tezamen € 1.275.000. Dit bedrag is als volgt opgebouwd<sup>19</sup>:

<b>Item Beschrijving</b>	<b>Bedrag</b>
WyRefueler Basic S	€ 1.135.000
Calibrated flow meter for dispensing	€ 45.000
Guidance for approval and evaluation of applicability of standards (SAE 2601, PGS 35 - 2021)	€ 40.000
Interfacing of equipment, providing specifications, basic engineering	€ 20.000
Chassis for Mobile Refueler	€ 35.000
<b>Total</b>	<b>€ 1.275.000</b>

De totale financieringsbehoefte zal € 1.290.000,- bedragen. Dit bestaat uit investeringen ad € 1.275.000 en aanvullend werkkapitaal. Er wordt een beroep gedaan op de maximale DKTI-bijdrage van € 900.000. Het resterende eigen aandeel in de investeringen, zijnde een bedrag van € 375.000 wordt gefinancierd vanuit de cashflow van de bestaande activiteiten van Green Planet aangevuld met additioneel eigen vermogen vanuit T.E. Doorten Beheer BV.

De navolgende tabel geeft een overzicht van de exploitatiebegroting voor de eerste 5 jaren na ingebruikname van het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation. Hierbij is rekening gehouden met toekenning

<sup>19</sup> Zie bij de aanvraag gevoegde offerte van Frames Renewable Energy Solutions B.V.

van de gevraagde DKTI bijdrage. Ook is gerekend met een disconteringspercentage van -0,45%, in lijn met de als bijlage 5 bijgevoegde exploitatierekensheet.

	2023	2024	2025	2026	2027	Totaal
Totaal opbrengsten exploitatie	€ 291.938	€ 586.514	€ 883.749	€ 986.381	€ 1.040.382	€ 3.788.964
Totaal kosten exploitatie	€ 458.573	€ 652.486	€ 868.617	€ 952.512	€ 993.157	€ 3.925.345
Saldo (opbrengsten - kosten)	-€ 166.635	-€ 65.972	€ 15.132	€ 33.869	€ 47.225	-€ 136.380

Voor een onderbouwing van de exploitatiebegroting wordt verwezen naar de als **bijlage 10B** toegevoegde geconsolideerde meerjarenprognoses van Mulderij en Partners. De aan de exploitatiebegroting ten grondslag liggende uitgangspunten zijn onder meer op pagina 5 van deze meerjarenprognoses terug te vinden.

### Businesscase eindgebruiker

Veruit het grootste deel van bouwbedrijven gebruikt diesel aangedreven bouw materieel en de hele keten hieromheen is goed georganiseerd dankzij de vele jaren dat deze brandstof in gebruik is. Voor bouwondernemingen is HVO de meest fossielvrije brandstof die momenteel gebruikt wordt voor bouw materieel.

Er is een aantal belemmeringen waardoor tot op heden nog niet veel voor elektrisch en waterstof aangedreven materieel gekozen wordt. Zo is de aanschaf c.q. ombouwprijs van dergelijke bouw machines aanzienlijk hoger dan een vergelijkbare dieselvariant. Dit prijsverschil is niet te overbruggen, zolang bij gunning van bouwopdrachten de prijs nog steeds zwaarder weegt dan milieu aspecten.

In de proeftuin wordt ook data verzameld over zowel CAPEX als OPEX gerelateerde aspecten van het zero-emissie materieel. Green Planet beschikt reeds over een in eigen beheer ontwikkelde TCO-tool, waarmee de volledige Total Cost of Ownership (TCO) van een zero-emissie truck afgezet kan worden tegen die van zijn diesequivalent. Binnen de proeftuin zal deze TCO tool worden doorontwikkeld voor het zero emissie materieel. Met deze tool kunnen bouwers en opdrachtgevers om tafel om samen tot een geobjectiveerde verdeling van kosten te komen.

Door de resultaten van de proeftuin te delen onder diverse doelgroepen, waaronder ook de vergunningverlener, opdrachtgevers en aanbestedende diensten, ontstaat er hopelijk een situatie dat opdrachtgevers sterker gaan sturen op milieu aspecten. Tegelijkertijd mag worden verwacht dat het aanbod van emissieloos bouw materieel de komende jaren zal groeien en dat de grotere productie aantallen de kosten van nieuw emissieloos bouw materieel laten dalen.

### 2.3 Kennisoverdracht en communicatie

Gedurende het project zal worden gemonitord of er mogelijkheden tot kennisbescherming zijn voor de innovaties die worden gedaan in het kader van het project. Het proeftuinproject is echter niet in eerste plaats gericht op de ontwikkeling van patenteerbare kennis, maar meer op de validatie en demonstratie van nieuwe technologieën met betrekking tot een emissieloze woningbouw en op het genereren en ontsluiten van waardevolle praktijkkennis die een directe bijdrage zal leveren aan de versnelde transitie naar woningbouw zonder uitstoot van emissies. Er zullen binnen de proeftuin ongetwijfeld nader afspraken gemaakt moeten worden over kennisdeling binnen het project en eventueel verworven intellectueel eigendom. Dit is echter niet het uitgangspunt van de beoogde samenwerking.

De communicatie binnen dit project is gebaseerd op een evenwicht tussen de behoefte aan publiciteit, vertrouwelijkheid van de technologie die binnen dit project wordt ontwikkeld en het creëren van goodwill bij de chauffeurs en machinisten. Bedrijfseigen en/of project specifieke informatie zal in eerste plaats niet met derden worden gedeeld. Niet-vertrouwelijke resultaten worden gedeeld met relevante doelgroepen, zoals mobiele werktuigfabrikanten, toeleveranciers, chauffeurs, machinisten, potentiële partners en het algemene publiek.

De ervaring in deze proeftuin is van grote waarde ten behoeve van opschaling in de gehele woningbouwketen. Om die reden wordt de proeftuin ook als koersproject opgenomen onder de vlag van De Groene Koers. De Groene Koers is een initiatief van brancheverenigingen Bouwend Nederland, CUMELA Nederland, VHG en BMWT met als doel versnelling naar een uitstootvrije bouw

& infra in 2030. Er zal de nodige communicatie en kennisdisseminatie via De Groene Koers plaatsvinden. Ook BMWT en Koninklijke Bouwend Nederland zullen opgedane kennis delen voor opschaling en brede toepassing van duurzame innovatieve technieken in de bouw & infra. Daarnaast leveren de deelnemende intermediaire organisaties New Energy Coalition en VNO-NCW MKB Noord als projectpartner een belangrijke bijdrage aan de communicatie en kennisdisseminatie.

Via de bedrijfseigen LinkedIn pagina's zal online gepubliceerd worden over de voortgang van het project over de behaalde resultaten. Daarnaast zullen er verschillende evenementen georganiseerd worden, afwisselend met een aantal publicaties in branche gerelateerde magazines en platformen. Er wordt gebruik gemaakt van de diensten en adviezen van Jolien Bennema Tekstproducties als extern communicatiedeskundige. Jolien heeft door de jarenlange samenwerking met Green Planet veel kennis opgedaan over de toepassing van energiedrager groene waterstof in de mobiliteit en het transport. Deze opgedane kennis kan in dit project prima ingezet worden in de communicatie rondom de toepassing van groene waterstof als energiedrager in de woningbouw.

Om daarnaast zo veel mogelijk goodwill te creëren bij degenen die uiteindelijk daadwerkelijk met de H<sub>2</sub>-mobiele werktuigen en het semi-mobiel HRS gaan werken, de chauffeurs en machinisten, zal er veel aandacht worden besteed aan het ambassadeurs maken van deze belangrijke groep. Daarom zullen zij in de communicatiestrategie betrokken worden bij de productie en fabricage door een bedrijfsbezoek te doen aan de fabrikant van de H<sub>2</sub>-mobiele werktuigen en de fabrikant van het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation. Ook zal er voor hen een Experience-dag georganiseerd worden waarbij zij als eerste de ontwikkelde technologieën kunnen ervaren. Door de chauffeurs en machinisten op een vroeg stadium te betrekken bij de ontwikkeling zullen zij ambassadeurs worden van het project en met enthousiasme en sympathie gaan werken met de H<sub>2</sub>-mobiele werktuigen en het semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation.

Evaluatiemomenten vormen een vast punt op de agenda van het managementteam en vinden eens per twee maanden plaats. Daar wordt het functioneren van de werkpakketten geëvalueerd, net als de behaalde doelen en de voortgang. Indien technische barrières van een bepaald werkpakket niet kunnen worden beslecht, zal dit leiden tot een heroverweging inzake de (verdere) uitvoering van de werkpakketten. Evaluatie vindt ook plaats om op de juiste manier te communiceren, zowel intern als naar de subsidieverstrekker en externe partijen.

## **2.4 Neveneffecten**

De kern van dit proeftuinproject ligt in de realisatie van een volledig emissieloze woningbouwlocatie door het combineren van emissieloos bouw materieel met een semi-mobiel HRS om op de bouwlocatie 24/7 groene waterstof te kunnen tanken. Door dit project wordt het gebruik van groene waterstof als energiedrager voor bouw machines op bouwlocaties mogelijk gemaakt. Door de innovatie binnen dit project wordt de woningbouw de mogelijkheid geboden tot emissieloos bouwen en diesel te vervangen voor groene waterstof.

De focus binnen dit project ligt op de inzet van divers materieel, die met een brandstofcel op groene waterstof zullen worden gevoed. Tegelijkertijd wordt er een infrastructuur voor het tanken van H<sub>2</sub>-bouw machines met groene waterstof ontwikkeld, om daarmee de keten van distributie tot inzet van groene waterstof op locatie in de woningbouw te kunnen sluiten.

Het gebruik maken van groene waterstof als energiedrager zorgt ten opzichte van diesel voor een reductie van CO<sub>2</sub>-, roet, NO<sub>x</sub>- en fijnstofuitstoot. De uitstoot van deze uitlaatgassen uit fossiele brandstoffen heeft negatieve effecten op de gezondheid van mensen en kan leiden tot verminderde longfunctie, verergering van luchtwegklachten en zelfs hart- en vaatziekten. Om deze reden geldt strenge wet- en regelgeving binnen Europa omtrent luchtkwaliteit. Met onderhavig project wordt een stap gezet om als Nederland aan deze normen te voldoen. Zoals becijferd in paragraaf 2.1 resulteert de inzet van de vier zero-emissie bouw machines bijvoorbeeld in een jaarlijkse reductie van de NO<sub>x</sub>-uitstoot van 1900 kg.

Het gebruik van groene waterstof als energiedrager in de woningbouw heeft ook verregaande gevolgen voor geluid. Elektrische machines produceren minder geluid dan de op de verbrandingsmotor gebaseerde alternatieven. Het geluid dat waterstofmachines produceren is vergelijkbaar met dat van elektrische machines, aangezien brandstofcellen geluidsarm zijn. Het geluid van de motor is het beste hoorbaar op lage snelheden. Aangezien de bouw machines altijd op lage snelheden actief zijn zal het verschil in motorgeluid zeer goed merkbaar zijn en zal de totale geluidsproductie flink afnemen.

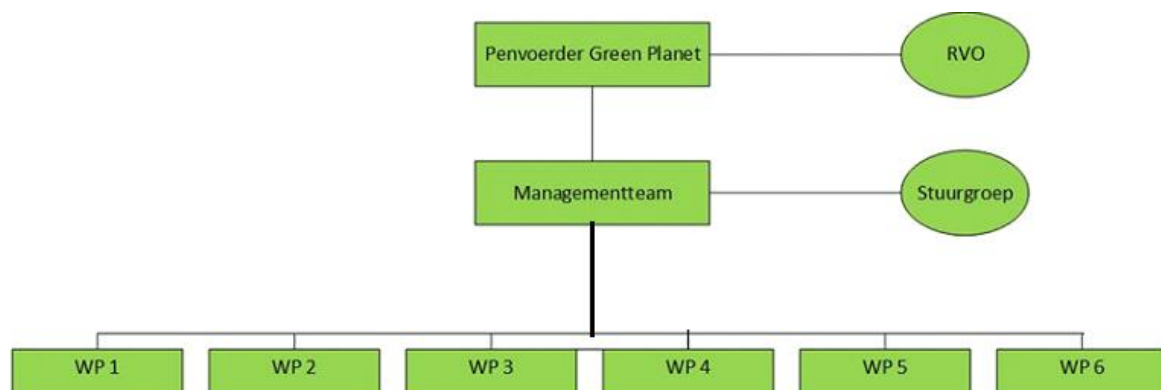


Trillingen en stank op de woningbouwplaats worden eveneens sterk verminderd door gebruik te maken van een elektrische aandrijflijn. Onder andere de uitstoot van NOx is een van de veroorzakers van stankoverlast. Zoals blijkt uit de Green Deal Het Nieuwe Draaien zijn mobiele werktuigen op diesel veroorzakers van deze soorten overlast. Wanneer deze machines overgaan op waterstof zal dit een sterke vermindering van de stankoverlast en trillingen veroorzaken, wat de omgeving en het milieu meer dan ten goede komt.

### 3. Uitvoering

#### 3.1 Projectmanagement

In dit project wordt voor de projectmanagement de PRINCE2-methode gehanteerd. Behalve een projectmanagementteam zal er ook een stuurgroep worden ingericht. De stuurgroep bestaat uit een afgevaardigde namens iedere projectpartner. Onderstaande figuur geeft de projectorganisatie weer.



Green Planet is penvoerder van dit project. De penvoerder is verantwoordelijk voor de oprichting en de organisatie van overleggen van het stuurteam. Het stuurteam is verantwoordelijk voor de oprichting van het managementteam. De penvoerder organiseert de overleggen van het managementteam. Het managementteam is verantwoordelijk voor het goed functioneren van de werkpakketten en controleert de werkpakketten op inhoudelijk en financieel vlak en controleert de planning.

Het managementteam rapporteert haar bevindingen aan de stuurgroep. In de stuurgroep zijn alle partners op directieniveau vertegenwoordigd. De stuurgroep bewaakt de voortgang van het project op hoofdlijnen, met name de aansluiting naar de doelen en de realisatie. De stuurgroep kan gevraagd en ongevraagd advies uitbrengen aan de penvoerder en het managementteam.

De stuurgroep bestaat uit de volgende vertegenwoordigers:

Projectfunctie	Organisatie	Naam	Functie
Penvoerder	Green Planet Real Estate BV	Edward Doorten	Projectmanager
Partner	Bork Groep	Roelof Bork	Lid projectteam
Partner	Hunebouw	Klaas Graveland	Lid projectteam
Partner	Knipscheer Infra groep	René Knipscheer	Lid projectteam
Partner	Zuidema Groep	Michiel Zuidema	Lid projectteam
Partner	Van der Sluis Transport	Marco van der Sluis	Lid projectteam
Partner	Frames Renewable Energy Solutions BV	Evert-Henk van Oostenbrugge	Lid projectteam
Partner	HyEnergy TransStore BV	Ian Williamson	Lid projectteam
Partner	Hogeschool van Arnhem en Nijmegen	Lejo Buning	Lid projectteam
Partner	New Energy Coalition	Patrick Cnubben	Lid projectteam
Partner	VNO-NCW MKB Noord	Ton Schroor	Lid projectteam

Aangezien experimentele ontwikkelingen onderdeel uitmaken van dit project zal het managementteam de voortgang van het project sturen door regelmatig overleg in te plannen. Dit kan fysiek dan wel online via Teams of een teleconferentie. Tijdens deze overleggen wordt de



voortgang beoordeeld en worden beslissingen genomen over belangrijke zaken binnen het project. Het managementteam houdt zich bezig met de operationele voortgang van de doelstellingen in het project. Hieronder valt ook het risicobeheer, zodat taken, resultaten en mijlpijlen worden gerealiseerd zoals in de werkpakketten beschreven.

Ten behoeve van specifieke DKTI-voorwaarden en compliance aspecten, als ook de daarbij behorende inhoudelijke en financiële rapportages en verantwoordingen, is er een separaat subsidieverantwoordingssteam ingesteld. Dit team bewaakt ieder kwartaal (bovenop de maandelijkse uitvoerende taken en controles) alle projecten door middel van een second opinion inzake de juiste vastlegging van voortgang, urenverantwoording en investeringen. Het subsidieverantwoordingssteam, dat bestaat uit externe deskundigen op het gebied van financiën, subsidies en projectbeheer (Mulderij en Partners en AC Adviseurs), brengt periodiek verslag uit aan het Stuurgroep.

### 3.2 Begroting

Onderstaande tabel geeft een totaaloverzicht van de (subsidiabele) projectkosten en de gevraagde subsidie voor het project.

Naam	Kosten in €	Gevraagde subsidie
Green Planet Real Estate B.V.	€ 1.4510.000	€ 1.005.660
Bork Groep	€ 276.750	€ 138.375
Hunebouw	€ 12.000	€ 6.000
Knipscheer Infra groep	€ 276.750	€ 138.375
Zuidema Groep	€ 281.750	€ 169.050
Van der Sluis Transport	€ 472.000	€ 236.000
Frames Renewable Energy Solutions BV	€ 120.000	€ 48.000
HyEnegy TransStore BV	€ 366.034	€ 219.620
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen	€ 90.700	€ 90.700
New Energy Coalition	€ 18.000	€ 18.000
VNO-NCW MKB Noord	€ 25.500	€ 25.500
<b>Totaal</b>	<b>3.390.584</b>	<b>€ 2.095.281</b>

Bovenstaande totalen zijn gebaseerd op de samenvatting van subsidiabele kosten uit het projectoverzicht in de begroting, welke als **bijlage 3** aan de aanvraag is toegevoegd. Omdat al het mobiele materieel moet worden omgebouwd, is er geen sprake van een referentiesituatie. Voor de H2-transporttrailer is als referentie uitgegaan van een "normale" container.

Belangrijkste zaken die uitbesteed worden in het kader van het project zijn de investeringen in de aanschaf en ombouw van het bouwmaterieel, als ook realisatie van de semi-mobiele HRS en de kennisdeling en de verspreiding van kennis, waarvoor gebruik wordt gemaakt van de diensten van verschillende derde partijen.

Er worden door de deelnemers eigen uren besteed aan inhoudelijke zaken van het project, zoals het testen van het bouwmaterieel, het doen van onderzoek, doorontwikkeling TCO-tool, alsmede voor het verzamelen, analyseren en delen van kennis.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de exploitatiebegroting voor de eerste 5 jaren na ingebruikname van het semi-mobiele waterstoftankstation. Hierbij is rekening gehouden met toekenning van de gevraagde DKTI bijdrage. Ook is gerekend met een disconteringspercentage van -0,45%, in lijn met de als bijlage 5 bijgevoegde exploitatierekensheet.

	2023	2024	2025	2026	2027	Totaal
Totaal opbrengsten exploitatie	€ 291.938	€ 586.514	€ 883.749	€ 986.381	€ 1.040.382	€ 3.788.964
Totaal kosten exploitatie	€ 458.573	€ 652.486	€ 868.617	€ 952.512	€ 993.157	€ 3.925.345
Saldo (opbrengsten - kosten)	-€ 166.635	-€ 65.972	€ 15.132	€ 33.869	€ 47.225	-€ 136.380

Voor een onderbouwing van de exploitatiebegroting wordt verwezen naar de als **bijlage 10B** toegevoegde geconsolideerde meerjarenprognoses van Mulderij en Partners.

### 3.3 Samenwerking

Het samenwerkingsverband is opgezet rondom de bouw van 23 nieuwbouwwoningen in 'De wijk van de toekomst' in Gieten. Het samenwerkingsverband omvat onder meer een 'probleemhebber'/initiator (Hunnebouw), gebruikers (Zuidema, Bork, Van der Sluis Transport en Knipscheer), leveranciers en ombouwers van materieel (New Electric, E-Trucks), de opslag, distributie en levering van groene waterstof (HyEnergy TransStore, Calvera) en H2 system integrators (Frames Renewable Energy Solutions BV).

Voor een verantwoord onderzoek naar en validatie van de kennis en ervaringen in het project wordt HAN als gerenommeerde kennisinstelling bij de proeftuin betrokken. Tegelijkertijd zijn er belangrijke verbindingen met lopende duurzame initiatieven zoals De Groene Koers voor Bouw & Infra (zie **bijlage 10D**) en Koninklijke Bouwend Nederland Regio Noord (zie **bijlage 10E**), om zodoende te borgen dat enerzijds voortgebouwd kan worden op bestaande ervaringen en anderzijds dat de verschillende initiatieven elkaar wederzijds versterken. Om diezelfde redenen zijn ook New Energy Coalition en VNO-NCW MKB Noord als partner bij het project betrokken. Beide beschikken over een breed en relevant netwerk. Green Planet zal als ervaringsdeskundige met soortgelijke projecten optreden als projectleider en penvoerder van deze proeftuin.

Om woningbouw zonder uitstoot van emissies te kunnen bereiken moet wel sprake zijn van een lokale tankinfrastructuur waarmee – liefst direct - op de bouwplaats groene waterstof kan worden getankt. Green Planet is de aangewezen partner om die lokale tankinfrastructuur te realiseren in vorm van semi-mobiel H<sub>2</sub>-tankstation. Hiermee kan worden voortgebouwd op de kennis en ervaringen opgedaan met het multifuel tankstation Green Planet. Green Planet is betrokken bij meerdere projecten op het gebied van groene waterstof en het uiteindelijk tanken van vrachtwagens met groene waterstof.

Voor de toelevering van groene waterstof voor deze proeftuin heeft HTS afspraken waarmee een levering kan worden gegarandeerd van in eerste instantie 1.000 kg groene waterstof per dag op termijn oplopend tot 3.000 à 4.000 kg per dag. Mocht dit niet toereikend zijn kan via HyGear de additioneel benodigde groene waterstof worden afgenomen (zie **bijlage 10G**).

Frames heeft veel ervaring met het ontwerpen en realiseren van complexe technologische oplossingen en is dan ook de perfecte partner voor het realiseren van het semi-mobiel HRS voor de bouwlocatie. Deze HRS zal door Frames binnen de proeftuin worden doorontwikkeld met het oog op verdere capaciteitsverbetering in de vorm van debiet en hoeveelheden per dag. Het idee is dat Frames deze doorontwikkelde tankinstallatie in samenwerking met Twinning Energy vanuit Nederland zal gaan vermarkten in de verwachting om zo een serieuze propositie op de (Europese) markt voor semi-mobiele HRS-en te verkrijgen.

De Hogeschool van Arnhem en Nijmegen heeft een prominente rol op het gebied van data verzameling en analyse, over de technische aspecten van de mobiele machines, kostenaspecten en operationele inzetbaarheid van het materieel. Hiermee kan geobjectiveerd worden aangetoond dat de inzet van zero emissie mobiele machines en materieel technisch en functioneel mogelijk is.

Voor de communicatie en kennisdisseminatie wordt binnen het project samengewerkt met New Energy Coalition en VNO-NCW MKB Noord. Naast dat alle betrokken partners zich in zullen zetten om de resultaten van de proeftuin te verspreiden ten behoeve van verdere expansie in de bouwsector, zullen New Energy Coalition en VNO-NCW MKB Noord de kennis en ervaring ook buiten deze sector verspreiden. Door de verschillende DKTI-proeftuinen zoals 'Hy-speed for H<sub>2</sub>-trucks' en TSO2020 waar Green Planet ook penvoerder was, zal de coördinatie van het projectmanagement, projectuitvoering en projectadministratie in dit samenwerkingsverband bekend terrein zijn.

Tevens wordt de proeftuin als koersproject opgenomen onder de vlag van De Groene Koers. De Groene Koers is een initiatief van brancheverenigingen Bouwend Nederland, CUMELA Nederland, VHG en BMWT met als doel versnelling naar een uitstootvrije bouw & infra in 2030. Er zal dan ook de nodige communicatie en kennisdisseminatie via De Groene Koers plaatsvinden. Ook BMWT zal opgedane kennis delen voor opschaling en brede toepassing van duurzame innovatieve technieken in de bouw & infra. Dit geldt eveneens voor Koninklijke Bouwend Nederland.

De deelnemers in het samenwerkingsverband hebben gezamenlijk een samenwerkingsovereenkomst opgesteld. Hierin is vastgelegd hoe de partners de samenwerking hebben georganiseerd en zijn de afspraken over rechten en plichten van de deelnemende partijen vastgelegd. Deze overeenkomst is bijgesloten als **bijlage 6**.

### **3.4 Deelnemers en derden**

#### **Green Planet ([www.greenplanet.nl](http://www.greenplanet.nl))**

Green Planet staat voor 'Today for Tomorrow'. Ieder belangrijk besluit wordt getoetst of het de wereld van morgen duurzamer, gezonder en/of comfortabeler maakt. Dit doet zij door de 'the best of both worlds' te verzamelen en te faciliteren. Haar gasten zijn consumenten, zakelijke rijders en transporteurs. Zij kunnen in volledige vrijheid hun keuze maken. Green Planet is daarmee een voorloper geworden op het gebied van het aanbieden van duurzame brandstoffen op haar multifuel tankstation aan de A28 in Pesse. Naast reguliere transportbrandstoffen wordt er ook een breed palet aan duurzame- en transitiebrandstoffen aangeboden voor zowel mobiliteit als wegtransport.

Het project sluit naadloos aan op andere activiteiten van Green Planet en haar ambities. Het biedt Green Planet de gelegenheid om de activiteiten gericht op de duurzaamheidstransitie verder vorm te geven. Samen met partners werkt zij aan de opbouw en ontwikkeling van kennis en nieuwe technologie voor duurzame mobiliteit en transport. Vanuit haar activiteiten op het gebied van duurzaam transport beschikt Green Planet bovendien over veel kennis en ervaring en een breed netwerk van ketenpartijen en kennisinstituten.

Green Planet is penvoerder van dit project. Tevens voert zij het overall projectmanagement en coördineert zij de kennisoverdracht en communicatie.

#### **Hunebouw ([www.hunebouw.nl](http://www.hunebouw.nl))**

Bouwbedrijf HuneBouw is een veelzijdige, innovatieve en flexibele dienstverlener in de noordelijke bouwsector. Vakkundigheid en betrouwbaarheid worden hoog in het vaandel gedragen. De werknemers zijn betrokken, goed gemotiveerd en streven naar een plezierige wijze van interne en externe samenwerking en communicatie. Door het vervullen van een pro-actieve rol als uitvoerder van bouwprojecten blijven wij een deskundige en interessante partner om bouwopdrachten te vervullen.

HuneBouw houdt bij de bouw en ontwikkeling altijd sterk rekening met het milieu. We zijn ISO-14001 en ook FSC- en PEFC-gecertificeerd. Dat houdt onder andere in dat wij standaard met duurzame materialen werken en zorgvuldig omgaan met afvalstromen en milieugevoelige zaken. Ook zijn wij in het bezit van een MVO-certificaat. MVO staat voor Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen en betekent dat wij als bedrijf onze verantwoordelijkheid dragen voor maatschappelijke problemen, zoals luchtvervuiling, klimaatverandering en arbeidsomstandigheden. Deze proeftuin laat zien dat het de onderneming ernst is om de bouw van woningen zonder uitstoot van emissies te willen realiseren.

#### **Bork Groep ([www.borkgroep.nl](http://www.borkgroep.nl))**

Bork is een innovatief koploper binnen de sloop-, recycling- en saneringsbranche. De onderneming wil een waardevolle bijdrage leveren aan een wereld die we met trots kunnen doorgeven aan toekomstige generaties. Het verwezenlijken van deze droom begint volgens Bork door simpelweg een beetje beter op elkaar en de omgeving te letten. Daarom sloopt Bork met respect voor omgeving, mens en dier. Bork is, samen met een aantal andere kop(s)lopers in de sloopbranche, aanjager van de zo gewenste circulaire kringloop en maakt wij 'ruimte voor vooruitgang'. De betrokkenheid van Bork bij deze proeftuin is ook ingegeven vanuit deze filosofie.

#### **Knipscheer Infra groep ([www.knipscheer.com](http://www.knipscheer.com))**

Knipscheer Infrastructuur BV is een middelgroot bedrijf op het gebied van grond-, weg- en (water)bouwkundige werken en civiele betonbouw met een jaaromzet van ruim twintig miljoen euro. Met circa 80 medewerkers voert Knipscheer in Flevoland en de omliggende Provincies civiel technische werken uit. Naast de aanleg van rioleringen, straatwerk, asfaltconstructies en uitvoering van grondwerk en onderhoudswerk is het bedrijf gespecialiseerd in het aanleggen van gefigureerde en vloeistofdichte betonvloeren, realisatie van civiele betonconstructies en specifiek infrastructureel schoonmaakwerk (Knipscheer Infra-Clean). Ook wordt er in opdracht van ProRail rondom het spoor gewerkt in het gehele land (o.a. aanleg stations en geluidsschermen). Samen met dochterbedrijven Knipscheer Rail-Infra en Knipscheer Infra-Clean zijn er circa 120 medewerkers in dienst.

### **Zuidema Groep ([www.zuidema-groep.nl](http://www.zuidema-groep.nl))**

Zuidema Groep is een aannemer en gevestigde naam als het gaat om grondverzet, infrastructurele werkzaamheden, verwerking van afvalstromen, levering van grondstoffen en gladheidsbestrijding.

Binnen dit proeftuinproject is Zuidema Groep één van de bouwbedrijven die gaat deelnemen aan experimenten om operationele ervaring op te doen met geëlektrificeerd materieel in combinatie met de daarbij behorende semi-mobiel H2-tankstation.

### **Van der Sluis Transport ([www.vandersluistransport.nl](http://www.vandersluistransport.nl))**

Van der Sluis Transport is gespecialiseerd in het vervoeren van diverse ladingen, zoals gevelelementen, machines, units, containers, bouwmaterialen, GWW materieel en overige exceptionele ladingen. De auto's zijn voorzien van autolaadkranen in vooral het zwaardere segment, waarmee Van der Sluis Transport met name actief is in de bouw- en industriesector. Ook kan Van der Sluis Transport tot op grote hoogte behulpzaam zijn bij montagewerkzaamheden en specialistische kraanwerkzaamheden, waarbij moet worden gedacht aan het plaatsen van glas, het plaatsen van prefab woningdelen, scharnier-daken en het (ver)plaatsen van materiaal naar/van moeilijk bereikbare plaatsen. Van der Sluis Transport is actief bezig met haar CO2-reductie. Naast CO2-reductie investeert Van der Sluis Transport BV op vele manieren in een duurzame bedrijfsvoering. Hiertoe worden uiteenlopende initiatieven genomen, die gericht zijn op zowel de techniek (zuinigere en schone voertuigen), het gedrag (milieubewust rijden en/of draaien) en de organisatie (planning van transporten en inzet van machines). De betrokkenheid van Van der Sluis Transport bij deze proeftuin is één van die initiatieven.

### **Frames ([www.frames-group.com](http://www.frames-group.com))**

Frames ontwerpt en levert apparatuur voor de internationale energiesector. Frames heeft een gespecialiseerde Renewables-afdeling waarbinnen waterstof een van de vijf hoofdonderdelen is. Frames heeft ruime ervaring met waterstof, onder meer op het vlak van elektrolyse, brandstofcellen, compressie, Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC) en Green Hydrogen Process Integration. Bij de realisatie van het H2-tankstation bij Green Planet heeft Frames zich bewezen als gerespecteerd partner, vanuit een rol als system-integrator tot aan totaaloplevering en operationele ingebruikname.

### **HyEnergy TransStore ([www.hy-energy.co.uk/transstore](http://www.hy-energy.co.uk/transstore))**

HyEnergy TransStore (HTS) is opgericht in 2018 door Ian Williamson met het doel om een waterstof-hub te realiseren. Deze waterstof-hub koopt duurzaam geproduceerde waterstof in, zuivert deze, comprimeert deze en vult hiermee de waterstoftrailers of containers. Vanuit synergie in de keten is Green Planet in 2020 mede-eigenaar geworden in HTS. De verkoop van de gezuiverde en gecompriëerde groene waterstof aan eindgebruikers of wederverkopers geschiedt door HyPlanet, een zusteronderneming van HTS. HyPlanet bezorgt de groene waterstof op iedere gewenste locatie. De ondernemingen hebben uitgebreide kennis en ervaring van de waterstofmarkt, compressietechnologieën en waterstoftransport. Veiligheid van de omgeving door het toepassen van gekwalificeerde technologieën is van eminent belang. Voor de toelevering van groene waterstof voor deze proeftuin heeft HTS afspraken met Nobian (voorheen Nouryon) waarmee een levering kan worden gegarandeerd van in eerste instantie 1.000 kg groene waterstof per dag op termijn oplopend tot 3.000 à 4.000 kg per dag. Mocht dit niet toereikend zijn, dan kan HTS via HyGear de additioneel benodigde groene waterstof afnemen en distribueren naar de proeftuin.

### **Hogeschool van Arnhem en Nijmegen ([www.han.nl](http://www.han.nl))**

HAN Automotive Research van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen heeft landelijk, maar ook internationaal een unieke en onafhankelijke positie in automotive onderzoek bachelor en professional master opleidingen. HAN Automotive Research zet hierbij ook bachelor en master studenten in om beschikbare automotive kennis toegankelijk te maken voor bedrijfsleven en overheid. Onderzoek en opleidingen zijn hierin zeer nauw met elkaar verbonden.

Vanuit haar automotive speerpunten, waaronder alternatieve brandstoffen in verbrandingsmotoren en duurzaam value chain management heeft HAN Automotive Research veel interesse in de onderwerpen die worden onderzocht en ontwikkeld in deze proeftuin. Voor het samenwerkingsverband biedt de betrokkenheid van de HAN Automotive Research toegang tot unieke, state-of-the-art kennis en het voordeel van objectivering van projectresultaten doordat HAN Automotive Research als onafhankelijk kennisinstelling metingen kan uitvoeren en analyseren.

**New Energy Coalition ([www.newenergycoalition.org](http://www.newenergycoalition.org))**

Stichting New Energy Coalition is een kennis- en netwerkorganisatie die de wereld duurzamer wil maken door de energietransitie te helpen versnellen. In deze transitie moeten bedrijven, (kennis-) instellingen en overheden samen innoveren om doorbraken te bereiken in technologie en kennis, in economische en maatschappelijke toepassingen én in het denken en doen van mensen. Als katalysator stimuleert New Energy Coalition innovatie en educatie door kennis, beleid en ondernemerschap bij elkaar te brengen. New Energy Coalition zal inzet leveren bij de communicatie en disseminatie over het project 'Proeftuin Zero Impact Emission bio-LNG for long distance transport' om deze ontwikkeling breder bekendheid te geven bij het publiek en private stakeholders in en buiten de noordelijke regio.

**VNO-NCW MKB Noord ([www.vno-ncwnoord.nl](http://www.vno-ncwnoord.nl) / [www.mkbnoord.nl](http://www.mkbnoord.nl))**

VNO-NCW MKB Noord is een ondernemersvereniging, met brancheorganisaties en bedrijven als lid. VNO-NCW MKB Noord vertegenwoordigt ondernemingen van uiteenlopende grootte en verspreid over alle sectoren, zoals beursgenoteerde bedrijven, familiebedrijven, het midden- en kleinbedrijf en jonge ondernemingen. In samenwerking met overheden en andere maatschappelijke partijen streeft de organisatie naar een inclusief en duurzaam Nederland, waar iedereen profiteert van toenemende welvaart. VNO-NCW en MKB-Nederland pleitten in een vroeg stadium al voor het potentieel van groene waterstof, vanuit de constatering dat waterstof een belangrijke voorwaarde is voor de energietransitie.

VNO-NCW MKB Noord vindt waterstof een belangrijk thema voor ondernemers om elkaar over te informeren, samenwerking aan te gaan en innovaties te versnellen. VNO-NCW MKB Noord participeert in het project "Groene Waterstofbooster". In dit project wil VNO-NCW MKB Noord, samen met diverse partners uit het bedrijfsleven en de kennis-/onderwijsinstellingen, activiteiten rondom groene waterstof verder brengen. Het project wil een 'boost' geven aan ondernemers die met groene waterstof aan de slag willen. De partners hebben een mooie mix aan kennis, ervaring en pilotfaciliteiten om ondernemers verder te helpen. Door middel van bijeenkomsten wordt kennis gedeeld en worden ondernemers geënthousiasmeerd over de kansen van groene waterstof. Deze proeftuin past daarmee perfect binnen de ambities van VNO-NCW MKB Noord.

**Derden**

Het consortium wordt omringd door een aantal vooraanstaande partijen in de sector, die elk vanuit een eigen specialisme een bijdrage leveren aan het doen slagen van de proeftuin. Dit zijn onder meer de navolgende partijen.

**New Electric ([www.newelectric.nl](http://www.newelectric.nl))**

New Electric is een gerenommeerde specialist in het ontwikkelen en ombouwen van aandrijflijnen.

**E-trucks Europe ([www.e-truckseurope.com](http://www.e-truckseurope.com))**

E-Trucks Europe is voortdurend op zoek naar innovatieve mogelijkheden voor duurzaam transport. Zo produceren zij waterstofhybride voertuigen met een elektrische drijflijn, waardoor ze stil zijn en geen emissie genereren. Door het ingebouwde waterstofsysteem, dat waterstof omzet in elektriciteit, zijn de voertuigen 24 uur per dag inzetbaar en blijven zij schoon.

**Contrall projectrealisatie ([www.contrall.nl](http://www.contrall.nl))**

ContrAll is een belangrijke ontwikkelaar en engineer van pompsystemen en elektrotechnische installaties, met een specialisme in veiligheid en de ontwikkeling van tankstations. Daarnaast leveren zij diensten in het facilitair beheer en inspectie van tankstations. De specifieke bijdrage die ContrAll zal leveren in het project bestaat uit werkzaamheden om LNG tankinstallatie in te passen op het bestaande station. Hierbij moet worden gedacht aan engineering, vergunningen, veiligheid en begeleiding bij de projectuitvoering.

**Jolien Bennema Tekstproducties**

Jolien Bennema Tekstproducties als adviseur op het vlak van communicatie en kennisdisseminatie bij de uitvoering van het project worden betrokken. Jolien is door de jarenlange samenwerking met Green Planet expert in schrijven over een breed scala aan transportbrandstoffen.

**Mulderij en Partners Accountants & Adviseurs ([www.mulderijenpartners.nl](http://www.mulderijenpartners.nl))**

Mulderij & Partners is een zelfstandig en vooruitstrevend accountantskantoor, gevestigd in Hoogeveen. Mulderij & Partners biedt een breed assortiment aan specialismes. Mulderij & Partners kijkt graag kritisch mee met andere ondernemers en helpt ze met het verbeteren van hun resultaten. Mulderij & Partners maakt deel uit van subsidieverantwoordingssteam. Vanwege het indirecte karakter van deze activiteiten zijn de kosten hiervan niet meegenomen in de begroting.

**AC Adviseurs ([www.acadviseurs.nl](http://www.acadviseurs.nl))**

Bij het uitvoeren van een subsidieproject is van belang je voortdurend te (blijven) realiseren dat een subsidie administratie echt iets anders is dan je 'normale' administratie. AC Adviseurs ondersteunt en adviseert ondernemingen vanaf de idee fase tot aan het uitwerken van projectplannen, het samenstellen en indienen van een subsidie aanvraag, de subsidie compliance gedurende het project tot en met de eindverantwoording en realisatie van projectresultaten naar subsidiegevers. AC Adviseurs maakt deel uit van subsidieverantwoordingsteam. Vanwege het indirecte karakter van deze activiteiten zijn de kosten hiervan niet meegenomen in de begroting.

**3.5 Financiering van het eigen aandeel in de projectkosten**

Het aandeel dat niet gefinancierd wordt door de DKTI-subsidie en/of in eerste instantie voorgefinancierd moet worden, kan worden gedekt door de eigen middelen van de deelnemende partners. De partijen beschikken over voldoende liquide middelen om de overige projectkosten te financieren. Alle partners hebben op dit moment ook inkomsten uit de andere producten en diensten die zij aanbieden, waardoor zij de kosten tot en met de marktintroductie kunnen financieren uit eigen middelen. De financiële situatie van alle betrokken partijen geeft geen aanleiding tot twijfel over de financiële haalbaarheid van het project.