



Openbaar eindrapport VELOCITY

Gegevens project

- Projectnummer: 1407301
- Projecttitel: Velocity
- Penvoerder en medeaanvragers:
 - ECN part of TNO (TNO), project manager
 - Lightyear (Atlas Technologies, B.V.), deelnemer
- Projectperiode: 01-02-2018 t/m 28-02-2019 (1 jaar en 1 maand)
- Publicatiedatum openbaar rapport: 16-05-2019





Samenvatting van uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

Uitgangspunten

De Lightyear one auto wordt opgeladen door zonne-energie. Hiermee kan de auto veel zonnekilometers rijden, zonder dat opladen nodig is (8000 km per jaar in Nederland en 16000 km per jaar in Spanje). De Lightyear heeft een accu, voor als je meer kilometers of in het donker wilt rijden. Door toepassing van zonnepanelen in auto's, wordt het benodigde aantal accu oplaadpunten verminderd. Door het lage energieverbruik kan de Lightyear met het netsnoer worden opgeladen.

De auto is zo ontworpen dat een maximaal aantal zonnekilometers kan worden gereden. Dit wordt onder andere gerealiseerd door toepassing van drie zonnepanelen op de motorkap, het dak en de achterklep. Verder heeft de auto een minimale luchtweerstand. De zonnepanelen moeten de aerodynamische vorm van de auto volgen en zijn daardoor dubbel gekromd.

In serie met de zonnepanelen staat een elektronisch regelsysteem. Dit systeem, bestaande uit MPPT's (Maximum Power Point Trackers), zorgt ervoor dat het maximale vermogen uit de panelen wordt gehaald. Effecten van dubbele kromming en deelschaduw worden hiermee geminimaliseerd.

Doelstelling

In het project is gewerkt aan een aantal vooraf gedefinieerde technische doelstellingen met voor elke doelstelling een aantal specifiek gedefinieerde activiteiten.

Doelstelling 1: Ontwikkeling van prototype 3D gekromde, lichtgewicht en hoogrendements PV-panelen op basis van kristallijnsilicium zonnecellen.

- Ontwerp van de PV-panelen op basis van ECN's TESSERA™ technologie en keuze van componenten en materialen, met als doel verbeterde lichthuishouding, optimale prestatie, mechanische flexibiliteit en verbeterde esthetiek.
- Realisatie van PV-laboratorium testdevice en een prototype PV-dakpaneel voor de Lightyear auto op basis van geselecteerde materialen.
- Kostenanalyse van de materialen.
- Berekening van maximale PV-temperatuur en thermomechanische spanningen in het lagensysteem van het zonnedak.

Doelstelling 2: Ontwikkeling van regelektronica voor het maximaliseren van het vermogen van het VIPV ("Vehicle Integrated PV") systeem.

- Ontwikkeling en realisatie van een prototype dynamisch MPPT-systeem ("Maximum Power Tracker System").

Doelstelling 3: Betrouwbaarheid, levensduur en veiligheid van een VIPV systeem ("Vehicle Integrated PV").

- Uitvoering van verschillende levensduur testen aan het VIPV systeem uitgaande van bestaande IEC normen en verdere uitbreiding daarvan zoals vibraties en shock, temperaturen hoger dan 100 oC, mechanisch impact.
- Uitvoering van een veiligheidsanalyse voor het gehele PV systeem (HARA).

Samenwerkende partijen

- ECN part of TNO (TNO), Petten: project management.
- Lightyear (Atlas Technologies, B.V.), Helmond: deelnemer.
- Materiaalleveranciers (zonnecellen, geleidende folies, glas) en uitbestedingspartners (realisatie van primaire PV-laminaten).



Beschrijving van de behaalde resultaten, de knelpunten en het perspectief voor toepassing

Resultaten

Het project heeft goede inzichten en technische resultaten opgeleverd op alle onder 'doelstellingen' genoemde punten. De technische risico's zijn over de gehele linie verminderd. Functionele PV-testpanelen zijn gerealiseerd en getest op efficiëntie en levensduur via temperatuurocycli en ball impact. Een groot PV-dakpaneel is gemaakt en de efficiëntie van het paneel is gemeten door ECN.TNO: zonder toepassing van MPPT is deze gemeten op 19.5%. De opbouw van de panelen, inclusief een Carbon-fiber supportstructuur is ontwikkeld. Kostprijzen van de panelen zijn bepaald. Standaard PV-panelen worden getest volgens IEC 61215. Dit testplan is aangepast omdat hogere temperaturen worden verwacht tot 130°C en inmiddels is duidelijk hoe PV-vibratietesten kunnen worden uitgevoerd. De veiligheidsrisico's (elektrisch, mechanisch en vuur) zijn in kaart gebracht door middel van een HARA-analyse. Eerste MPPT-modules zijn ontwikkeld en een functioneel prototype (PCB) is gerealiseerd. Op het vlak van intellectueel eigendom zijn vier octrooien ingediend: 1) dubbel gekromd PV paneel; 2) meten van vervuiling op PV-panelen; 3) koelen van PV-panelen, en 4) een methode om het PV-paneel elektrisch veiliger te maken.

Knelpunten

Op dit moment zijn er geen echte knelpunten (hoge risico's) die de realisatie van een hoog vermogen, betrouwbaar en veilig zonnestelsel in de weg staan. Er is nog wel veel werk nodig om het gehele systeem verder te optimaliseren alsmede aspecten als levensduur en veiligheid uit te werken. Deze twee aspecten kunnen het huidige PV-systeemontwerp beïnvloeden.

Voor de PV-panelen ligt de nadruk nu op de uiteindelijke glaskeuze (dikte en hardheid), optimalisatie van de draagconstructie, aansluitdraden, inbouwen van panelen in de Lightyear auto. Ontwikkelen van een productieproces: keuze apparatuur, procesoptimalisatie, werkinstructies. Verder het aantonen van een maximale levensduur, door middel van levensduur testen. Het oplossen van de veiligheidsrisico's. Dit zou nog van invloed kunnen zijn op de opbouw (stack) van het huidige PV-paneelontwerp. Voor de MPPT's ligt de nadruk nu op het verder ontwikkelen / optimaliseren van de elektronica en het realiseren van een veilige behuizing.

Met betrekking tot veiligheid zal een methodologie voor VIPV worden ontwikkeld met inbegrip van alle van toepassing zijnde veiligheidsnormen en systeemcomponenten, compliance en veiligheid. Lightyear, ECN.TNO en TNO Automotive zullen samen optrekken deze knelpunten op te lossen. Uiteindelijk is het doel dat alle onderdelen en de gehele Lightyear auto, volgens NEN-normen, RDW wordt goedgekeurd.

Perspectief van toepassing

Momenteel wordt een eerste functionele Lightyear auto gebouwd. Eind Juni 2019 zal deze worden gepresenteerd. Deze auto heeft dan drie functionele PV-panelen, met een totaal oppervlak van in totaal 5 m². De MPPT's zullen later dit jaar in opvolgende prototype auto's worden ingebouwd. In 2019 en 2020 zal de auto verder worden doorontwikkeld en in 2020 zullen de eerste auto's worden geleverd.

Verder verwacht Lightyear dat in de toekomst ook andere automakers zullen volgen met het maken van zonneauto's. De door ECN.TNO en Lightyear ontwikkelde technologie zal bijdragen aan een versnelling van deze ontwikkeling. Ook verwachten we dat de door ons ontwikkelde kennis op het gebied van levensduur en veiligheid zal bijdragen aan de ontwikkeling van zonne-energie in andere toepassingsgebieden zoals bijvoorbeeld Floating PV. Dit zijn ook niet-statische PV-systemen waarbij de in Velocity ontwikkelde testprocedures van belang zijn.

Beschrijving van de bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling (duurzame energiehuishouding, versterking van de kennispositie)

Er is korte tijd een grote hoeveelheid kennis en technologie ontwikkeld ten behoeve van de integratie van zonnepanelen in het dak van een aerodynamische, lichtgewicht auto met als richtlijn duidelijke specificaties van het PV-systeem als het gaat om gewicht, rendement, flexibiliteit, kromming, esthetiek, betrouwbaarheid en veiligheid. Een deel van die kennis is vastgelegd in patenten. Alle opgedane ervaring in dit onderzoek en ontwikkelingsproject is niet alleen voor PV in mobiele toepassingen van groot belang, maar ook direct toepasbaar voor toepassingen van PV in de civiele infrastructuur en gebouwde omgeving, waar bovengenoemde factoren eveneens essentiële



beoordelingscriteria zijn. De resultaten van dit project dragen dan ook direct aan bij de doelstellingen van de programmalijnen zoals gedefinieerd in de TKI Urban Energy om zonne-energie op een zo'n breed mogelijke en veelzijdige manier in te zetten en daarmee significant bij te dragen aan de energietransitie.



Spin off binnen en buiten de sector

In het Velocity project zijn nieuwe technische vragen aan bod gekomen, zoals bijvoorbeeld: hoe maak je een dubbel gekromd zonnepaneel? En wat is de invloed van hogere temperaturen, vibratie en shock op product levensduur? De ontwikkelde technologie en opgedane kennis in dit project zullen eveneens gebruikt kunnen worden voor de ontwikkeling van nieuwe prototype zonnepanelen voor andere mobiele toepassingen en toepassingsgebieden anders dan VIPV, teneinde tegemoet te komen aan de wens zonne-energie zo breed mogelijk in te zetten op een verantwoorde en grootschalige wijze.

ECN.TNO heeft door zijn activiteiten op het gebied van VIPV een prominente rol aangenomen in Taak 17 van de internationale Task Force IEA PVPS op het gebied van PV voor transportdoeleinden. Deze taak heeft o.a. als doel de marktpotentie voor dit segment in kaart te brengen, alsmede barrières en als gevolg daarvan oplossingen te identificeren die een grootschalige uitrol op korte termijn mogelijk maken.

De Lightyear zonneauto heeft een bijzonder aantrekkelijk ontwerp. Dit zal in het algemeen de consumentenvraag naar zonne-energie systemen positief beïnvloeden.

Overzicht van openbare publicaties over het project en waar deze te vinden of te verkrijgen zijn

Kennisverspreiding van niet vertrouwelijke informatie van het project of meer algemene informatie over toepassingen van zonne-energie in mobiele toepassingen, alsmede demonstratie van prototypes zijn gedaan via presentaties op conferenties, workshops, websites en exhibities zoals hieronder weergegeven.

- EUPVSEC, September 2018, ECN.TNO, Bonna Newman (ECN.TNO).
- Mobility workshop, presentaties van Lightyear and ECN.TNO, Bonna Newman (ECN.TNO).
- Demo prototype gekromde paneel bij NL Sundays, Lightyear, November 2018, Durandus Dijken (Lightyear).
- Display at Solar Solutions, joined ECN.TNO and Lightyear March 2019, Durandus Dijken (Lightyear).
- Intersolar May 15-17, 2019, presentatie over VIPV door Anna Carr (ECN.TNO).
- Informatie over VIPV op Lightyear website: www.lightyear.one.
- Film, VIPV systeem: <https://lightyear.one/designing-lightyear-one-the-solar-roof/>.



Contact voor meer informatie

Meer informatie over dit project kan verkregen worden via:

- Dr. Bonna Newman, ECN part of TNO, bonna.newman@tno.nl
- Ir. Arjo van der Ham, Lightyear, arjo.vanderham@lightyear.one

Meer exemplaren van dit rapport

Meer exemplaren van dit rapport kunnen digitaal worden verkregen via Dr. Bonna Newman.

Subsidie

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.