



# Openbaar eindrapport nForce

---

## Gegevens project

- Projectnummer: nvt (TKI Toeslag project)
- Projecttitel: nForce
- Penvoerder en medeaanvragers: Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) (penvoerder), Tempres Systems B.V.
- Projectperiode: 17-08-2015 t/m 31-12-2017
- Publicatiedatum openbaar rapport:



## Samenvatting van uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

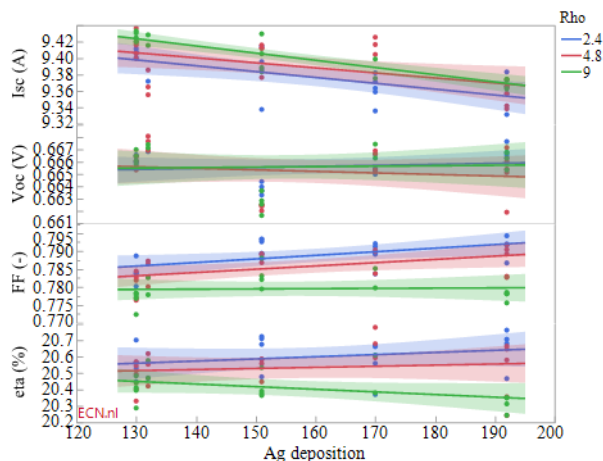
Binnen het nForce project hebben de partners samengewerkt om kosteneffectieve n-MWT cel technologie te ontwikkelen en de potentie van n-MWT voor hogere rendementen aan te tonen. De n-Pasha cel, ECN's bifacial n-type cel concept, is gebruikt als werkpaard voor deze ontwikkelingen. De projectdoelstellingen waren als volgt:

- 1) Kosten van n-MWT cellen verlagen
- 2) 22% efficiënte n-MWT cellen mogelijk maken
- 3) Het testen en onderzoeken van nieuwe, innovatieve processen en apparatuur die een schaduw tolerante en diode loze n-MWT module mogelijk maken

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

### Onderzoek gericht op kostenverlaging

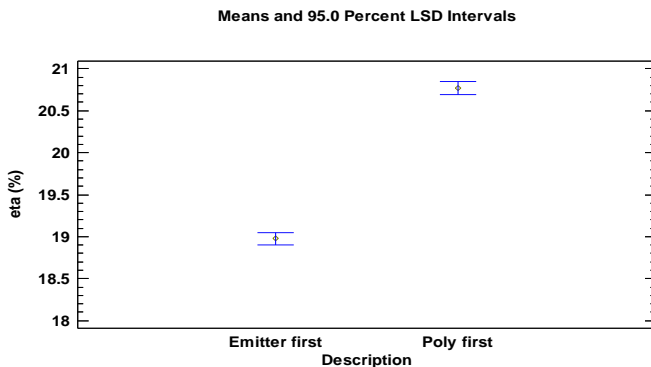
De belangrijkste kostenpost in n-MWT cellen is het gebruik van zilver metallisatie voor de voor en achter contacten in de cel. Bij aanvang van het project was het zilveragebruik voor de achterzijde ca 200 mg per cel. Door het achterzijde patroon te optimaliseren, de screen specificatie aan te passen en de print condities te variëren is het gelukt om het zilverterbruik voor de achterzijde metallisatie te reduceren met 35% zonder dat dit tot rendementsverliezen in de zonnecel heeft geleid (zie Figuur 1).



Figuur 1: IV karakteristieken als functie van de hoeveelheid zilver op de achterzijde van de cellen

### Route naar 22% n-MWT cellen

In de laatste fase van het project is een inventarisatie gemaakt van nieuwe technologieën en technieken die voor andere structuren ontwikkeld waren maar mogelijk wel op n-MWT toegepast zouden kunnen worden. Hierbij is geconcludeerd dat het toepassen van zogeheten gepassiveerde contacten die de verliezen aan de zilver contacten minimaliseren ook bij n-MWT toegepast kunnen worden. Daarbij zijn twee verschillende proces volgordes toegepast. Een van de twee volgordes (de zogenoemde "poly first" volgorde) bleek zeer goed toepasbaar en resulteerde in bijna 21% celrendement(Figuur 2). Een diepgaande analyse van de verliesfactoren van deze cel toonde aan dat een verder geoptimaliseerd proces zal resulteren in n-MWT zonnecellen met rendementen tot 22% cel

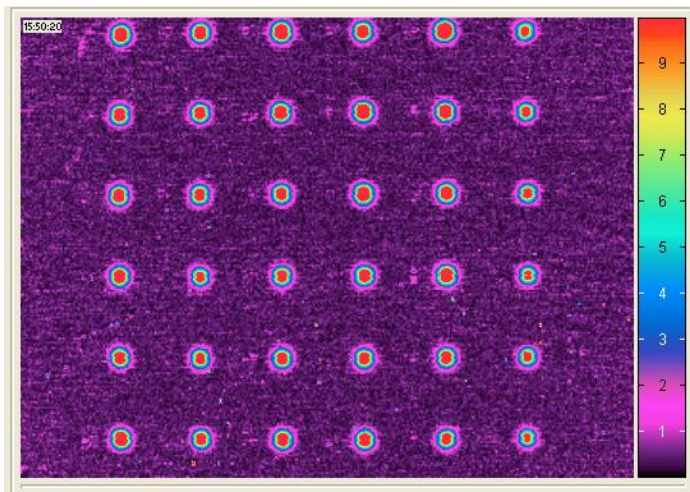


Figuur 2: cel rendement verkregen met verschillende proces flows bij het gebruik van gepassiveerde contacten

### Schaduw tolerante, diode vrije modules

Om te voorkomen dat in modules lokale hot spots ontstaan bij beschaduwing van (een deel van) een cel in een module worden diodes in een module ingebouwd die een serie cellen (meestal 20) uitschakelt wanneer 1 cel beschaduw wordt. Hot spots ontstaan doordat onder gedeeltelijke beschaduwing de beschaduwde cel geen energie genereert, maar juist energie lokaal absorbeert. Onderzocht is of, door slim gebruik te maken van de eigenschappen van n-MWT het mogelijk zou zijn om hot spots te voorkomen door de energie absorptie te beperken door dit te verdelen over 36 spots waardoor de lokale temperatuurverhoging veel kleiner zou worden.

In Figuur 3 blijkt dat dit inderdaad mogelijk is. De mate van energie absorptie bleek echter nog niet stabiel.



Figuur 3: thermische foto van een cel die energie absorbeert in plaats van genereert

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

Tijdens de uitvoering van het project waren de marktontwikkelingen zodanig dat verdere ontwikkeling van n-MWT zonnecellen niet opportuun was. Om die reden is besloten een significant deel van het project dat juist gericht was op implementatie van n-MWT zonnemodules in Nederlandse PV-velden niet uit te voeren. Dat heeft de bijdrage aan de duurzame energiehuishouding in Nederland beperkt.

De kennispositie in Nederland is met name versterkt door het ontwikkelen en analyseren van de hoge rendement n-MWT cellen. Die hebben mede richting gegeven aan hoe de nieuw ontwikkelde passiverende contacten toegepast zouden kunnen worden in andere Achterzijde contact cel ontwerpen. Ook het inzicht hoe bij energie absorptie de



energie te limiteren en de effecten te verspreiden kan bijdragen aan de verdere ontwikkeling van schaduw tolerante modules gebaseerd op andere cel ontwerpen.

### Spin off binnen en buiten de sector

Vanwege de tanende belangstelling voor n-MWT binnen de PV sector is de aandacht voor dit project beperkt geweest. Echter, de 2 conferentie bijdragen hebben wel aandacht gekregen van de sector.

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

Datum	Titel	Auteurs	Conferentie / medium
June 2016	MWT cells for shade-linear, diode-free modules	B.K. Newman, E. Bende, J. Loffler, J. Zhai, D. Liu, Z. Wang, Y. Chen, J	43 <sup>rd</sup> IEEE PVSC, June 5-10 2016, Portland, USA
October 2016	Bifacial aspect of industrial n-Pasha solar cells	Kees Tool	26 <sup>th</sup> PVSEC, 24 – 28 October 2016, Singapore, Singapore

### Meer exemplaren van dit rapport

Meer exemplaren van dit rapport kunnen digitaal worden verkregen via het hieronder genoemde contact.

### Contact voor meer informatie

Meer informatie over dit project kan verkregen worden via:

- De heer Kees Tool, ECN, e-mail: [tool@ecn.nl](mailto:tool@ecn.nl)
- De heer Jan-Marc Luchies, Tempres Systems B.V., e-mail: [jmluchies@tempres.nl](mailto:jmluchies@tempres.nl)

### Subsidie

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling energie en innovatie (SEI), Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.