

Memo

Aan TNO Unit EMT
Roadmap Systeemintegratie
Van Sebastiaan la Fleur, Marijn Rijken, Jorrit Nutma,
Mente Konsman
Onderwerp Afschakelende zonnepanelen: hoe de lasten
rechtvaardig te verdelen?

www.tno.nl
sebastiaan.lafleur@tno.nl
+31621308183

Datum
15 augustus 2023
Onze referentie
TNO 2023 M11542

Projectnr. 060.55288

Afschakelende zonnepanelen: hoe de lasten rechtvaardig te verdelen?

Het elektriciteitsnetwerk dient te voldoen aan een aantal kwaliteitseisen, waaronder het waarborgen dat het voltage op het netwerk binnen bepaalde normen blijft. Dit is belangrijk opdat alle apparaten die worden aangesloten op het elektriciteitsnetwerk kunnen worden ontworpen binnen een gespecificeerd voltagebereik. Eén zo'n ontwerprichtlijn is dat zonnepaneelinstallaties afschakelen wanneer de spanning te hoog wordt, aangezien zonnepaneelinstallaties het voltage opdrijven. De spanning is niet overal gelijk in het elektriciteitsnetwerk waardoor sommige zonnepaneelinstallaties zich vaker afschakelen dan anderen. Specifiek voor huishoudens zorgt dit voor ongelijke situaties waarbij de rechtvaardigheid mogelijk in het geding komt.

Hierbij speelt het volgende een rol:

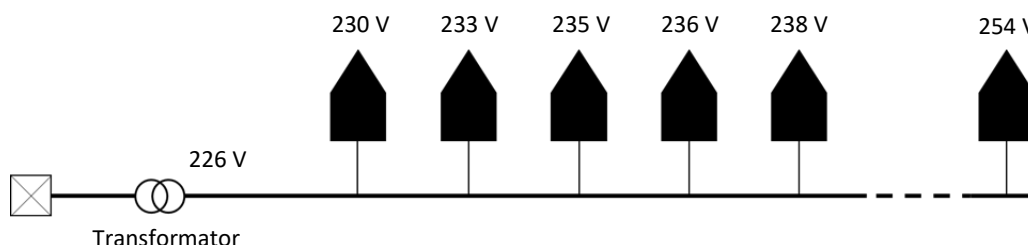
- › Het is bij huishoudens vaak niet bekend wanneer ze te maken hebben met afschakelende zonnepanelen en dus inkomsten mislopen.
- › De oplossing zit soms in het aanpassen van de installatie in huis, maar vaak ligt de oorzaak in het net. En netbeheerders hebben niet de capaciteit om het net te verzwaren op basis van individuele klachten.
- › Bij sommige huishoudens schakelen de zonnepanelen vaker af dan bij burens verderop in de straat of in een andere wijk of stad. De lasten van een overvol net worden dus niet eerlijk verdeeld.

Door de verwachte groei van het aantal huishoudens met zonnepanelen is de verwachting dat zonnepaneelinstallaties vaker afschakelen in de nabije toekomst. Dit maakt dat een nadere analyse van dit verschijnsel gewenst is. In dit stuk beschouwen we het verschijnsel vanuit het perspectief van de netbeheerder als ook vanuit huishoudens, toetsen we het aan de hand van wetenschappelijke dimensies van energierechtvaardigheid en sluiten we af met een verwachting hoe dit verschijnsel zich zal ontwikkelen in de toekomst.

Achtergrond: Spanning in het elektriciteitsnet

Elektrische energie die wordt opgewekt wordt via kabels getransporteerd naar de plek waar de energie wordt verbruikt. Om de energie te transporteren is het nodig dat de elektrische spanning op de plek van opwek hoger is dan op de plek van verbruik. Het verschil in spanning tussen die twee punten wordt bepaald door twee factoren: de stroom door de kabels en de elektrische weerstand van de kabels. De omvormers van de zonnepanelen zorgen ervoor dat de spanning voldoende hoog wordt gemaakt om de energie te transporteren. In het geval van netto productie (denk aan een wijk met veel zonnepanelen en een zonnige dag met weinig verbruik in de wijk) op een kabel, wordt de netto productie allemaal via de transformator naar de rest van het elektriciteitsnet getransporteerd. Doordat netten niet zijn ontworpen voor het transporteren van dermate hoge stromen resulteert dit in hoge spanningen, vooral aan het einde van de kabel.

Immers, hoe verder de zonnepanelen van de transformator zijn aangesloten, des te hoger de spanning moet zijn om boven de spanning van de buurman die dichterbij de transformator is aangesloten uit te komen. Dit speelt vooral op in wijken met langere en dunnere kabels, die als gevolg daarvan een hogere elektrische weerstand hebben.

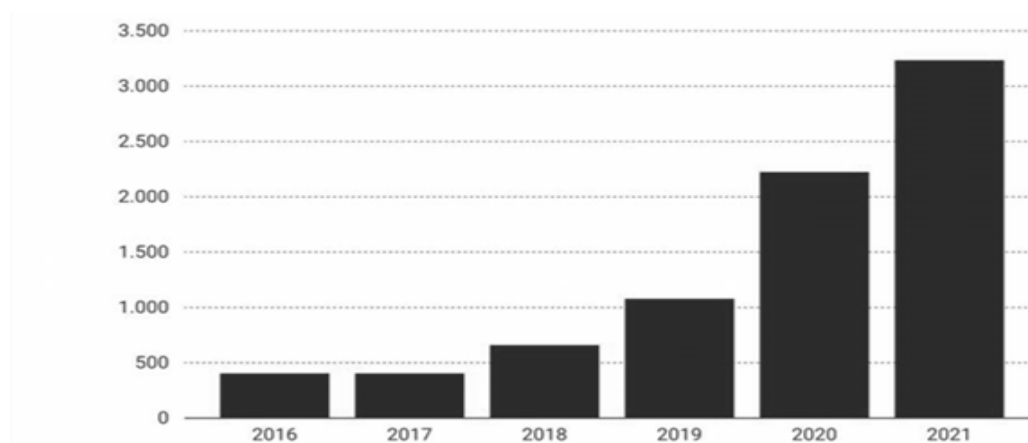


Zonnepanelen op woningen schakelen af als gevolg van overspanningsbeveiliging

Ter bescherming van het elektriciteitsnet en de aangesloten apparaten zijn er grenzen aan de spanning vastgesteld. Een te hoge of een te lage spanning kan namelijk gevaarlijk zijn voor apparaten omdat ze zijn ontworpen en getest om binnen vastgestelde grenzen van de spanning te werken. Omvormers (van zonnepanelen) moeten daarom een mechanisme hebben om af te schakelen of de energie opwek te reduceren zodra de spanning te hoog wordt. Dit is vastgelegd in de Nederlandse [Netcode elektriciteit](#) als een 'overspanningsbeveiliging'; opwekkers (zoals zonnepanelen) moeten afschakelen of reduceren wanneer het voltage boven de 253 volt uitkomt (110% van de nominale spanning van 230 volt).

Zonnepanelen zullen steeds vaker afschakelen

Op dit moment zijn de pieken in de zonnepaneelproductie op zonnige dagen de oorzaak van de overspanning en afschakeling. Dat resulteert in klachten van huishoudens wiens zonnepaneelinstallaties afschakelen. In 2020 en 2021 zijn die klachten respectievelijk [verdubbeld en met 50%](#) toegenomen ten opzichte van het jaar ervoor, zie [Figuur 1](#). [Netbeheerder Liander](#) meldde begin 2023 al dat de hoeveelheid klachten naar verwachting verder zal toenemen. En Netbeheer Nederland schreef in juli 2023 dat regionale netbeheerders [in de eerste helft van 2023 gemiddeld twee tot drie keer zoveel spanningsproblemen zagen ten opzichte van de eerste helft van 2022](#). Netbeheer Nederland: "Tot de netten verzwakt zijn zal het vaker voorkomen dat zonnestroom niet teruggeleverd kan worden aan het net".



Figuur 1: Aantal klachten van huishoudens over overspanning bij alle netbeheerders. Bron: [NOS & Netbeheer Nederland](#)

Echter, het afschakelen van PV-installaties is niet makkelijk merkbaar. Zonnepaneelinstallaties geven geen melding wanneer ze afschakelen dus eigenaren van zonnepanelen hebben vaak pas door dat er wat mis is wanneer ze [“heel precies in een app hun opbrengst bijhouden”](#). Stedin geeft dan ook aan dat het aantal clusters in het elektriciteitsnetwerk met spanningsproblemen fors hoger ligt dan het [aantal klachten over spanningsproblemen](#) [pagina 62, spanningskwaliteit]. Dit betekent dat PV-installaties nu al regelmatig afgeschakeld worden.

Gelet op het Klimaatplan en [de stimulering van zon op dak](#) verwachten we dat afschakelende zonnepanelen [vaker zullen voorkomen in de toekomst](#). Volgens Netbeheer Nederland zal de noodzaak om piekvermogens van PV-installaties te reduceren in de toekomst significant toenemen. De [II3050-scenario's \[blz. 119\]](#) gaan ervan uit dat er in 2040 bij huishoudens 45% van het piekvermogen gereduceerd moet worden.

Tabel 1: Aannames ten aanzien van aftappen van zon-pv. Bron: II3050-scenario's van [Netbeheer Nederland](#)

Jaar	2030	2035	2040	2050
Solar PV-huishoudens	30%	30%	45%	DEC: 60%
Solar PV-gebouwen	50%	50%	50%	NAT: 60%
Solar PV-veldopstelling	50%	50%	50%	EUR: 50%
				INT: 50%

Huidige initiatieven verlichten maar lossen het verschijnsel niet op

Netverzwaring zou significante verlichting kunnen geven maar dit gaat niet snel genoeg. Het verzwaren van het elektriciteitsnetwerk kan nog [“tientallen jaren”](#) duren. De snelheid waarmee zonnepanelen worden geadopteerd zorgt ervoor dat het net meer wordt belast op korte termijn. Significante netverzwaring is op korte termijn niet overal mogelijk en biedt daardoor nu nog geen oplossing voor afschakelen van zonnepanelen.

[Netbeheerders geven daarom adviezen](#) aan consumenten en installateurs wat ze nu al zelf kunnen doen. Als korte termijn maatregelen krijgen zonnepaneelinstallateurs adviezen om bijv. zonnepanelen op [het westen of oosten te richten](#). Hiermee wordt de hoogste piek rond het middaguur vermeden; op dit moment wordt er ook weinig elektriciteit verbruikt op het net. De opbrengst zal dan verschuiven naar de ochtend of de laatmiddag. Op deze momenten zijn de bewoners vaak thuis en kunnen ze zelf de energie gebruiken. Andere installatieadviezen omvatten o.a. kabel-selectie, fase-selectie en piekvermogen begrenzing. Desondanks hebben deze adviezen onvoldoende het afschakelen van zonnepanelen opgelost.

De [netbeheerders adviseren consumenten](#) om op zonnige momenten de opgewekte energie meer zelf te gaan gebruiken. Deze oplossing vereist het slim kunnen sturen van apparaten zoals witgoed, boilers of het laden van elektrische voertuigen op momenten dat de zon schijnt, maar vraagt ook een gedragsverandering van gebruikers. Zo roept Stedin gebruikers op [de was te draaien als de zon schijnt](#). Met een thuisbatterij krijgen huishoudens de mogelijkheid om de opgewekte (piek van) zonne-energie tijdelijk op te slaan om later te gebruiken. Het vergroten van de eigen consumptie van eigen opwek wordt verder gestimuleerd bij de [afbouw van de salderingsregeling](#), wat mogelijk enige verlichting kan geven op de spanningsproblematiek. Batterijen zijn echter nog kostbaar, en vraagsturing is nog geen gemeengoed en vraagt om kennis en handigheid van de gebruiker. Niet iedereen zal in dezelfde mate bij deze ontwikkelingen aan kunnen haken.

De Autoriteit Persoonsgegevens heeft vorig jaar toestemming gegeven dat netbeheerders [de spanning van slimme meters op afstand mogen uitlezen](#). Ook de use-case spanningsproblematiek is reeds goedgekeurd en wordt door netbeheerders gebruikt om spanningsproblematiek in het

laagspanningsnet te lokaliseren. Netbeheerders gebruiken de data om clusters van gebruikers met spanningsproblemen te detecteren om op basis daarvan gericht aanpassingen aan het net te doen die de spanningsproblemen verhelpen.

Er wordt ook gewerkt aan een [verruiming](#) van de eisen aan de overspanningsbeveiliging. In plaats dat zonnepanelen op 253 volt zich direct moeten uitschakelen, zouden ze zich pas uitschakelen na 10 minuten een gemiddeld voltage tussen de 253 volt (110% nominale spanning) en 264,5 volt (115% nominale spanning) gemeten te hebben, of direct uitschakelen wanneer het voltage 264,5 volt of hoger is. Deze verruiming zal voor nieuwe installaties tot een vermindering van afschakelende zonnepanelen leiden op de korte termijn, maar op de middellange termijn lopen we naar verwachting tegen hetzelfde verschijnsel aan wanneer er meer zonnepanelen worden geïnstalleerd. Bestaande installaties zullen moeten worden aangepast zodat de overspanningsbeveiliging pas in werking treedt bij de verruimde voltages. Dit besluit bevindt zich nog in de ontwerpfase en de ACM is nog bezig met het verwerken van de [reacties](#) van verschillende partijen.

Rechtvaardigheid in het geding?

Het feit dat er tijdelijk zonnepaneelinstallaties afgeschakeld worden om de spanningskwaliteit te handhaven en dat er daardoor (financiële) gevolgen zijn voor huishoudens wordt niet beschouwd als onrechtmatig. Dit blijkt uit [een uitspraak van de Geschillencommissie](#) waar een consument een netbeheerder aansprakelijk stelt voor de gevolgen van het afschakelen van zonnepanelen. Uit deze uitspraak blijkt dat de netbeheerder niet een verplichting heeft om onder alle omstandigheden (terug)geleverde stroom op zijn net toe te laten. Wel heeft de netbeheerder een inspanningsverplichting het netwerk aan te passen om het afschakelen uiteindelijk op te lossen. Desondanks hoeft de netbeheerder de consument niet voor de gevolgen van het afschakelen te compenseren.

Echter huishoudens beschouwen de huidige situatie wel als onrechtvaardig. Dit blijkt uit een eerste serie van interviews op het onderwerp afschakelende zonnepanelen onder 24 huishoudens gehouden in het onderzoeksproject GO-e¹, waarbij het een terugkerend onderwerp is. De huishoudens geven aan wel begrip te hebben voor het feit dat het afschakelen nu nodig is, maar de manier waarop dit nu gebeurt wordt wel gezien als oneerlijk. Ze hebben behoefte aan kennis over hoe en wanneer dit gebeurt en zouden graag meer evenredigheid zien in het afschakelen tussen de huizen.

In het licht van klimaatverandering en de energietransitie is er de laatste jaren meer aandacht voor het onderwerp energierechtvaardigheid. In de wetenschap worden veelal drie dimensies van energierechtvaardigheid onderscheiden: erkenning, procedurele rechtvaardigheid en distributieve rechtvaardigheid^{2,3}. We bespreken kort hoe het verschijnsel van afschakelende zonnepanelen zich verhoudt tot deze dimensies.

1. Erkenning

Bij erkenning gaat het om het erkennen van de problematiek, van de personen die zich benadeeld voelen en diens behoeften. Ook moeten benadeelde personen zich vrij voelen zich te laten vertegenwoordigen en gelijke rechten krijgen. Erkenning houdt ook in het op zoek gaan naar oplossingen waardoor ongelijkheid niet versterkt wordt maar wordt tegengegaan. Bij afschakelende zonnepanelen is het erkennen van de problematiek dus een belangrijk aspect, evenals het meenemen van de behoeften van geraakte huishoudens bij het ontwikkelen van nieuw beleid en regelgeving en bij het formuleren van maatregelen om netcongestie op de

¹ Voor meer informatie over het onderzoeksproject GO-e zie [Consortium onderzoekt flexibel elektriciteitsnet | TNO](#)

² Jenkins, K., McCauley, D., Heffron, R., Stephan, H., & Rehner, R. (2016). Energy justice: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, 11, 174-182.

³ Snelstudie Rechtvaardigheid, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, kennisknooppunt Participatie, Juni 2021.

laagspanningsnetten tegen te gaan.

2. Procedurele rechtvaardigheid

Procedurele rechtvaardigheid gaat over de mogelijkheid die er is voor belanghebbenden als huishoudens om in beleids- en besluitvorming te participeren. Hiervoor is gelijke toegang tot begrijpelijke informatie en toegang tot procedures van belang. Over het algemeen wordt de problematiek van afschakelende zonnepanelen, inclusief de geldende regulering en normering, door netbeheerders vrij uitgebreid toegelicht, zie bijvoorbeeld [het dossier Spanningskwaliteit van Netbeheer Nederland](#). Ook schrijven ze wat je er zelf aan kunt doen en waar je terecht kan bij klachten. Wel vereisen ze van huishoudens dat zij voordat zij contact opnemen eerst zelf (en dus op eigen kosten) onderzoek laten uitvoeren aan de eigen installatie om uit te sluiten dat het probleem daar uit voortkomt. In de praktijk is het voor huishoudens lastig om te komen aan informatie over mogelijke overspanningsproblematiek in de eigen woning of wijk, te bepalen waar het aan zou kunnen liggen, en wie dus de kosten voor onderzoek moet dragen. De spanning in de meterkast of bij de omvormer is technisch gezien door een gebruiker uit te lezen indien hij/zij in het bezit is van specifieke apparatuur en technische kennis, maar in de praktijk is het huishoudens veelal niet bekend of ze er mee te maken hebben of gaan krijgen. Omvormers geven gebruikers geen melding dat ze afschakelen en aan het opwekprofiel in de bijgeleverde app is het moeilijk af te lezen. Netbeheerders mogen tegenwoordig de spanning van slimme meters uitlezen, maar informeren huishoudens niet actief bij (mogelijke) problemen in de wijk. Wel geeft Liander sinds kort inzicht in bekende terugleverproblemen van je wijk via [een postcodecheck](#). Deze verdeling van verantwoordelijkheden (de significante moeite die een huishouden moet doen voordat de netbeheerder onderzoek doet) en het verschil in capaciteit om te handelen is naast procedurele rechtvaardigheid tevens een vorm van erkennende rechtvaardigheid ⁴.

3. Distributieve rechtvaardigheid

Distributieve rechtvaardigheid gaat over de verdeling van kosten en baten en speelt een rol bij elke transitie. Het is hierbij van belang dat de bestaande ongelijkheid niet verder vergroot maar juist verminderd wordt. En dat er geen nieuwe verliezers zijn. Bij onvoldoende erkenning van een probleem en gebrek aan procedurele rechtvaardigheid ligt een oneerlijke verdeling op de loer. Het aandachtspunt bij afschakelende zonnepanelen ligt voor een belangrijk deel bij het gebrek aan distributieve rechtvaardigheid: wanneer de oorzaak in het net ligt zijn het steeds dezelfde huishoudens die er last van hebben en dus een deel van hun opbrengst mislopen⁵. Het hangt af van het elektriciteitsnetwerk in je wijk en hoe ver op de kabel je woning van de wijktransformator af ligt. Ook hebben burens invloed op het afschakelgedrag van elkaars omvormers wanneer ze bijv. een zonnepaneelinstallatie aanschaffen of juist meer verbruiken door bijv. een elektrisch voertuig te laden.

Vooruitblik

De verwachting is dat de hoeveelheid zonnepaneelinstallaties verder gaat toenemen. De netbeheerders geven nu al aan dat men rekening moet houden met een standaard reductie van 30% piekbelasting vanaf 2030 (Tabel 1) en dit loopt op naar 45% in 2040. [Netbeheer Nederland gaf in september 2022](#) aan dat ongeveer 5% van de klanten last heeft van afschakelende zonnepanelen en deze klanten hierdoor gemiddeld 11 uren per jaar aan opbrengst missen. Dit is nog een beperkt aantal uren ten opzichte van het totaal aantal uren waarop zonnepaneelinstallaties produceren, maar door de grote

⁴ A.M. Levenda, I. Behrsin, F. Disano, Renewable energy for whom? A global systematic review of the environmental justice implications of renewable energy technologies, Energy Research & Social Science, Volume 71, 2021.

⁵ Viyathukattuva, Mansoor & Ali, Mohamed & Nguyen, Phuong & Kling, W.L. & Chrysochos, Andreas & Papadopoulos, Theofilos & Papagiannis, Grigoris. (2015). Fair Power Curtailment of Distributed Renewable Energy Sources to Mitigate Overvoltages in Low-Voltage Networks. 10.1109/PTC.2015.7232796.

toename van zonnepanelen is de verwachting dat het gemiddelde voltage op het elektriciteitsnetwerk verder toeneemt. De verwachte groei van nieuwe(re) verbruikers zoals elektrische voertuigen, inductie koken en warmtepompen verlagen het voltage, maar het gebruik zal veelal niet gelijktijdig zijn met de productie van zonnepanelen. Het is daarom aannemelijk dat in de toekomst de spanningsproblematiek verder toeneemt en meer mensen meer opbrengst mislopen.

Het is daarom belangrijk om de verwachte omvang van de problematiek en spreiding over huishoudens in kaart te brengen. Hoewel het aantal gemiste zonuren voor een gemiddelde klant nu nog beperkt is, wil dat niet zeggen dat het geen probleem is en wordt voor individuele huishoudens. Mogelijk dat sommige huishoudens er veel vaker last van hebben. Wanneer we in kaart kunnen brengen wat voor effect de verwachte hoeveelheid afschakelen of piekreductie in de toekomst heeft op individuele huishoudens kunnen we ook uitspraken doen over de rechtvaardigheid van de problematiek. Zoals in de vorige secties beschreven zien we nu al dat sommige huishoudens meer gemiste opbrengst hebben dan anderen. Naarmate dit vaker voorkomt en de verschillen tussen huishoudens groter worden komt de rechtvaardigheid verder in het geding.

Voorbij zonnepanelen

De problemen met de afschakelende zonnepanelen staan niet op zichzelf, maar komen voort uit toenemende congestie op laagspanningsnetten. In de nabije toekomst wordt een grote groei van het aantal elektrische voertuigen en warmtepompen verwacht, waardoor er ook congestie aan de afname kant en onderspanningsproblematiek kan ontstaan, ook hier met verschillen tussen huishoudens.

Het tempo waarmee het net verzwakt kan worden kan deze ontwikkelingen niet bijbenen. Dit betekent dat er gericht gekozen moet worden op welke plekken het net eerst verzwakt zal worden, waar later en waar niet. Wie eerst een nieuwe of zwaardere netaansluiting krijgt, en wie langer moet wachten. Ook zal er ingezet worden op vraagsturing van het gebruik van energie om belasting op het net zoveel mogelijk te spreiden, met mogelijk andere tarieven voor energie en netgebruik. Bij al deze zaken is het van belang om rechtvaardigheid mee te nemen bij het ontwikkelen van nieuw beleid, om winnaars en verliezers te voorkomen. Want de energietransitie vraagt om een breed maatschappelijk draagvlak.