



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Inspiratiegids oplossingen voor zonne-energie en netinpassing

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Inspiratiegids oplossingen voor netcongestie

Voor zonnepaneel systemen (15 – 500 kW)

Hoe om te gaan met netcongestie bij de realisatie van
zonnestroom-systemen (15 – 500 kW)

Colofon

Deze gids is opgesteld door Soft Energy in opdracht van RVO (Karel Haverkorn en Arja Even) met dank aan de medewerking van de deelnemers aan de **Klankbordgroep**:

Provincie Utrecht, Energie Samen, LTO Noord, Enexis, Holland Solar, ISSO, Groninger Energiekoepel, Kiwatt, Scholt Energy, Ecorus, Solarart

Versie 2022.8

Datum 3-6-2022

Inhoudsopgave

Introductie	4
Netcongestie	5
Inzicht in opwekking vs. verbruik	7
Hoe kies ik een goede oplossing	8
1. Alternatieve opstellingen	9
Voorbeeldproject: Roel Wellner Fruit, Est	10
Voorbeeldproject: Den Heuvel Culemborg	10
2. Passieve vermogensbegrenzing	11
Voorbeeldproject: Damster Boerenzuivel, Appingedam	12
Voorbeeldproject: Adelbert College Wassenaar	12
3. Actieve Vermogensbegrenzing	13
Voorbeeldproject: MFA Schepersweg	14
Voorbeeldproject: Zorginstelling de Forensisch Zorgspecialisten	14
4. Load Shifting	15
Voorbeeldproject: Bliq energievanger, Wezep	16
Voorbeeldproject: agrarische sector algemeen	16
5. Koppelen verbruikers	17
Voorbeeldproject: Zonnepark Meijewetering	18
Voorbeeldproject: Barwoutswaarder, Woerden	18
6. Combinatie Zon en Wind	19
Voorbeeldproject: Maatschap van Wissen Meerkerk	20
Voorbeeldproject: Cable Pooling maatschap Verwolf	20
7. Energieopslag	21
Voorbeeldproject: Mts. van Zessen Lexmond	22
Voorbeeldproject: Accupakket bij woning	22
8. Opslag in elektrische auto's	23
Voorbeeldproject: Santbergen pilot DC laden	24
Voorbeeldproject: Zonnecarport provinciehuis Overijssel	24
9. Gebruik van koude of warmte buffer	25
Voorbeeldproject: maatschap Stroo Slootdorp	26
Voorbeeldproject: GTB Finish Waalre	26
Ontwikkelingen	27
Samenvatting oplossingen in profielen	28
Voorbeeld van de uitwerking van passende oplossing	30

Introductie

Initiatiefnemers en eigenaren van zon-projecten krijgen steeds vaker te maken met beperkingen op de transportcapaciteit van het openbare stroomnet. Deze netcongestie kan er voor zorgen dat projecten hun geproduceerde energie niet of vermindert terug mogen leveren aan het net.

Om een zonnestroom systeem te kunnen realiseren in het geval dat netcongestie speelt, dienen aanvullende maatregelen te worden genomen.

In deze gids zijn oplossingsrichtingen voor kleinschalige zon-projecten die te maken hebben of krijgen met netcongestie opgenomen. Bij elke oplossingsrichting zijn projectvoorbeelden meegenomen waarbij de betreffende oplossing in de praktijk is toegepast. Vooraf wordt enige voorkennis behandeld die helpt om de gids door te kunnen nemen en uw eigen overweging voor een oplossing af te kunnen wegen. Alle oplossingen hebben hun voor- en nadelen. In veel gevallen zijn ze enkel toepasbaar op specifieke omstandigheden of locaties. Daarom wordt tevens een voorschot gegeven in de te nemen stappen en overwegingen die nodig zijn om tot een goede keuze voor uw project te komen.

In veel gevallen zal niet één enkele, maar een combinatie van oplossingsrichtingen tot het beste effect leiden. Daarbij kunnen veel van de genoemde oplossingen ook voor andere toepassingen worden benut. Ze kunnen ook toegepast worden als systeemoptimalisatie, afstemming van de productie op basis van de energiemarkt of verhogen van het eigen gebruik. Combinaties van deze toepassingen leiden tot de beste projectresultaten.

In onderstaande tabel zijn de 9 oplossingsrichtingen die in deze gids worden behandeld samengevat. Voor elke oplossing is een relatieve score gemaakt voor de volgende punten:

- *Kosten*: Hoe goedkoop is de oplossing?
- *Flexibiliteit*: Hoe makkelijk kan de oplossing later nog worden aangepast?
- *Effect op het net*: hoeveel effect heeft de oplossing in situaties met netcongestie*
- *Toepasbaarheid*: kan de oplossing overal worden toegepast
- *Productie zonnepanelen*: hoeveel productie van de zonnepanelen blijft over na toepassing van de oplossing?

	Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
Alternatieve opstelling	++	--	--	+	++
Passieve vermogensbegrenzing	++	+	o	++	o
Actieve vermogensbegrenzing	+	++	++	o	-
Load Shifting	o	+	+	-	+
Koppelen verbruikers	-	-	+	--	o
Combinatie zon en wind	o	-	-	--	o
Energieopslag	--	o	+	+	o
Opslag in elektrische auto's	o	o	o	-	+
Gebruik van warmte/koude buffer	--	-	o	--	+

*In deze gids worden de effecten met betrekking tot de eigen situatie, zonnepanelen en netaansluiting meegenomen. In de praktijk kunnen 2e orde effecten optreden met invloed op de systemen en transportcapaciteit van anderen.

Netcongestie

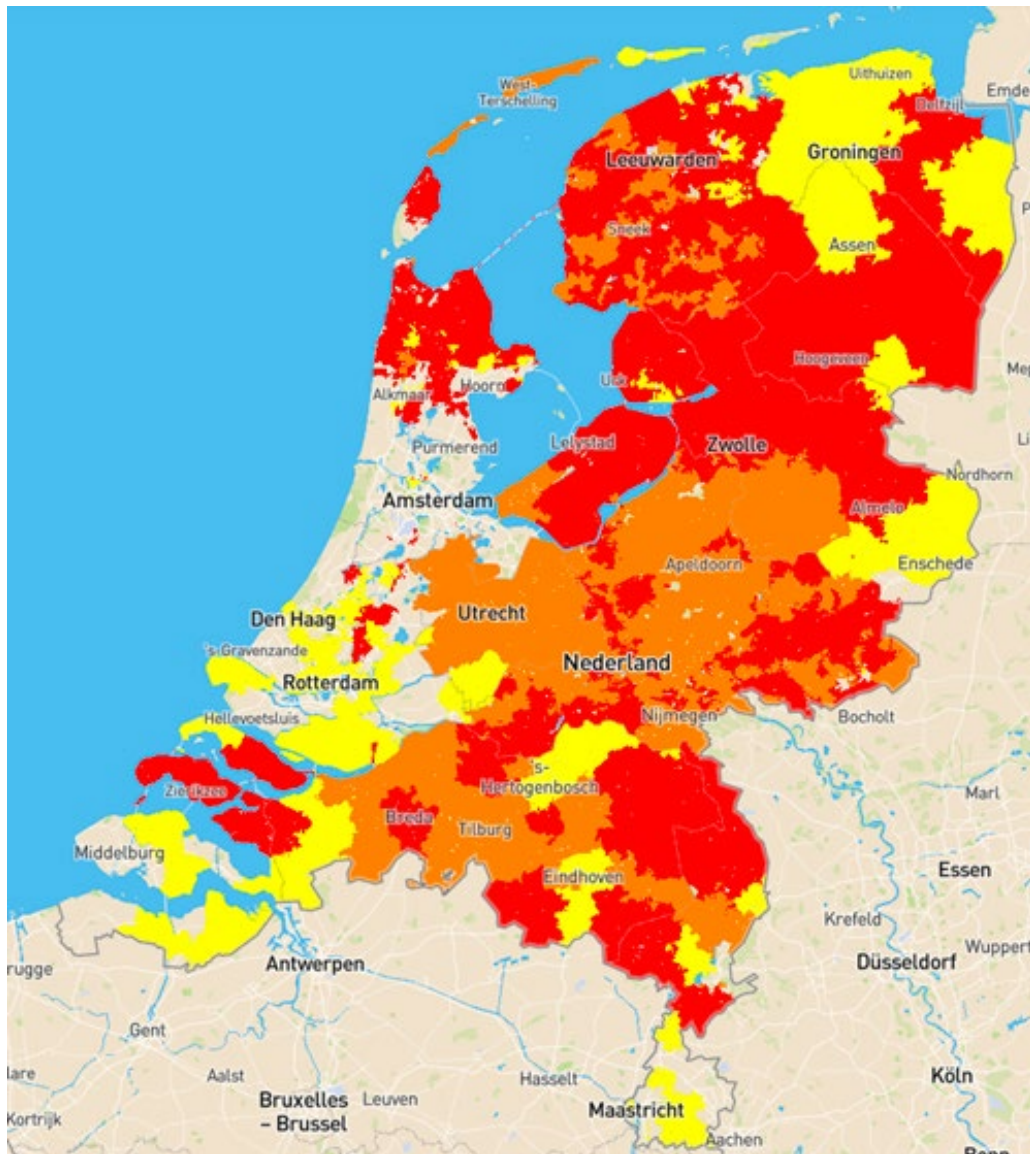
Het bestaande stroomnet in Nederland begint langzaam vol te raken. Door de groei van opwekking van duurzame energie met windmolens en zonnepanelen zijn er steeds meer (piek-)momenten waarop de maximale capaciteit van het stroomnet bereikt wordt. Hetzelfde geldt voor de afname van elektriciteit. Door de bouw van nieuwe woonwijken en bedrijven, en door de verdere elektrificatie van het verbruik neemt de vraag naar elektriciteit toe. Deze problemen spelen zich vaak lokaal af, voor middenspannings- en onderstations, maar kunnen ook voor grotere gebieden of landelijk optreden. Om netcongestie tegen te gaan wordt het voor projecten steeds belangrijker om teruglevering aan het net te beperken. Dit kan door aanpassingen door te voeren voor de (geplande) zonnepanelen installatie of door lokale vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen. Daarnaast worden de komende jaren zo goed als alle landelijke en regionale stroomnetten uitgebreid, zodat meer vraag en aanbod mogelijk is. Dit is echter een langdurig proces.

Rol van de netbeheerder

In elke regio is de netbeheerder verantwoordelijk voor het lokale en regionale stroomnet. Gezamenlijk investeren de netbeheerders de komende jaren veel in de uitbreiding en optimalisatie van het stroomnet. Totdat dit is gerealiseerd, is het onvermijdelijk dat er netcongestie optreedt (of reeds speelt). De informatie rondom deze netcongestie wordt actueel bijgehouden via de capaciteitskaart op de website van Netbeheer Nederland* (zie afbeelding voor de situatie voor invoeding (teruglevering) van elektriciteit medio april 2022). Hierop zijn de gebieden aangegeven waar netcongestie speelt voor nieuwe teruglevering via een grootverbruikers-aansluiting (groter dan $3 \times 80A$). Met kleuren wordt aangegeven of capaciteit niet beschikbaar is (rood), of dat een tekort dreigt (geel en oranje). Tijdens het gebruik van de kaart kan gekozen worden voor de situatie betreffende afname of invoer (=teruglevering) van elektriciteit.

Wat te doen bij netcongestie?

Bevindt uw project zich in een gebied met (dreigende) netcongestie? Neem in ieder geval contact op met de regionale netbeheerder om af te stemmen wat in uw situatie mogelijk is. Soms zijn maatwerk oplossingen te bedenken en vaak is er een wachtlijst waarop uw project aangemeld kan worden. Daarnaast kunnen de oplossings-richtingen in deze gids nagelopen worden of ze van toepassing zouden kunnen zijn op uw project. In de gids zijn praktische, op dit moment toepasbare oplossingen geselecteerd waarmee uw project wellicht wel alvast kan starten.



*zie de website: <https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>

Inzicht in opwekking vs. verbruik

Om de oplossingen in deze gids goed door te kunnen nemen en om voor uw eigen locatie tot een goede keuze te komen zijn een aantal onderwerpen van belang. Hieronder wordt nader ingegaan op het inzichtelijk maken van het verbruik op locatie (het verbruiksprofiel) en de mogelijke opwekking op locatie (het opwekprofiel). Met een combinatie van deze twee profielen kan een analyse worden gemaakt waaruit de netbelasting van uw project volgt (de gelijktijdigheidsberekening). Hiermee wordt al snel inzichtelijk welke oplossingsrichtingen wel, of juist niet, van toepassing kunnen zijn.

Vermogen vs. Energie

In deze inspiratiegids wordt gesproken van ‘vermogen’ en ‘energie’ (ofwel ‘verbruik’, ‘opwekking’ of ‘opslag’). Het onderscheid tussen de twee is belangrijk voor het begrip van de mogelijkheden en als u zelf aan de slag gaat met het zoeken naar een juiste oplossing. Vermogen is de energie die per seconde wordt benut of wordt geleverd (uitgedrukt in Watt of kiloWatt (kW)). Verbruik geeft een hoeveelheid energie weer (uitgedrukt in kWh) en is dus eigenlijk een resultaat van vermogen x tijd. Bijvoorbeeld: een apparaat heeft een vermogen van 1 kW. Als dit apparaat 1 uur lang aan staat, is er 1 kWh energie verbruikt.

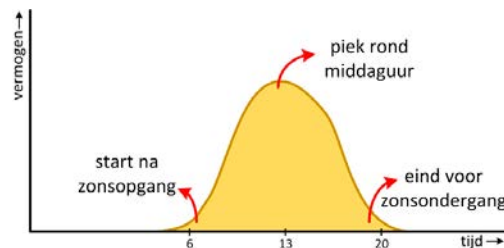
Verbruiksprofiel

Het verbruik van een locatie, uitgezet tegen de tijd, vormt het verbruiksprofiel. Hierin zijn vaak duidelijke pieken en dalen te herkennen, afhankelijk van de activiteiten op locatie. Dit profiel wordt vaak gemaakt per dag (zoals hiernaast), maar het is ook van belang om de variaties tussen week- en weekenddagen en gedurende het jaar (zoals vakanties en seizoenen) goed inzichtelijk te krijgen.



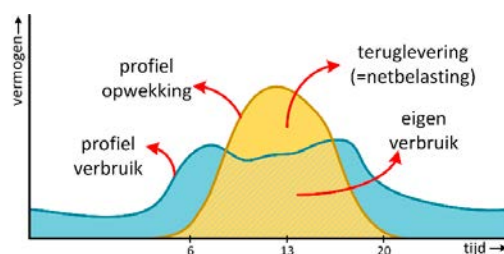
Opwekprofiel

De energieopwekking door zonnepanelen uitgezet tegen de tijd vormt het opwekprofiel. Voor zonne-energie gaat deze duidelijk met de hoeveelheid zonlicht mee. Opstart van de energieproductie na zonsopgang, een piek rond het middaguur en eindigend voor zonsondergang. Gedurende het jaar is eenzelfde patroon te herkennen met lage productie gedurende de winter en hoge (piek) productie gedurende de zomer.



Gelijktijdigheid

Door het verbruiks- en het opwekprofiel te combineren wordt inzichtelijk hoeveel energie daadwerkelijk direct op locatie wordt verbruikt (gelijktijdige opwek en verbruik), en hoeveel wordt teruggeleverd (=netbelasting). Deze analyse dient over het bereik van een heel jaar gedaan te worden om rekening te houden met de variaties in het verbruik en in opwekking van de zonnepanelen. De gelijktijdigheidsberekening kan worden aangevuld met alternatieve energieproductie (zoals windenergie), energieopslag (zoals accu's) of markt-gegevens (zoals energietarieven) om tot een totaalinzicht te komen.



Hoe kies ik een goede oplossing

De gepresenteerde oplossingen in deze gids kunnen helpen in situaties met netcongestie. Elk project is echter anders, en het kan door de veelvoud aan mogelijkheden soms lastig zijn om tot een goede oplossing te komen. Hieronder worden de overwegingen in verschillende stappen uitgesplitst om deze keuze zo overzichtelijk mogelijk te maken.

1. Analyse

Begin met een analyse te maken van het eigen energieverbruik en van de productie van de geplande zonnepanelen installatie. Met deze gelijktijdigheidsberekening (zie ook het vorige hoofdstuk) kan het deel eigen verbruik van zonne-energie en het deel teruglevering in beeld worden gebracht. Een analyse op hoofdlijnen (jaarlijks of maandelijks verbruik en opwekking) geeft hier al duidelijke indicaties over, maar is niet voldoende voor het bepalen van de benodigde capaciteit en oplossingen. Geadviseerd wordt om uit te gaan van uur of kwartierwaarden. Vraag uw meetbedrijf naar deze detailgegevens betreffende uw verbruik en uw zon-installateur voor de verwachte productie van uw geplande zon installatie.

2. Aanpassen opwekking

Uit de analyse volgt of er teruggeleverd zal gaan worden, op welke momenten dit verwacht wordt en welke capaciteit dit vergt. De makkelijkste aanpassingen die vervolgens gedaan kunnen worden, betreffen de omvang van de geplande zonnestroominstallatie. Door de opstelling van de panelen te veranderen, of aanpassing van het omvormer-vermogen, kan de productie (-piek) worden beperkt en een deel van de productie naar de ochtend en de avond worden verschoven. Indien er grote verschillen zitten tussen verbruik en opwekking, kan er voor gekozen worden de zon-installatie als geheel te verkleinen, of om een actieve vermogensbeperking toe te passen.

3. Verhogen eigen verbruik

Uit de analyse volgt hoe het verbruiksprofiel van de locatie in elkaar zit. In veel gevallen is door betrokkenen redelijk snel aan te geven welke activiteiten of apparaten voor bepaalde verbruikspieken zorgen. Daarnaast is aan te bevelen na te gaan welke apparaten en processen veel energie vergen. Dit gaat niet enkel over elektrische apparaten maar ook over vaak goed regelbaar verbruik van warmte- of koeltoepassingen en over het opladen van elektrische auto's. Er kan onderzocht worden of het verbruik hiervan is te verschuiven naar momenten met meer zon-opwekking, waardoor het eigen verbruik van zonne-energie toeneemt.

4. Opslag van energie

Als er veel zonne-energie overblijft op piekmomenten terwijl er veel elektriciteit buiten de zon-uren wordt verbruikt, kan nagegaan worden of opslag van elektriciteit een optie is. Hierbij dient geanalyseerd te worden wat het doel van de opslag zal zijn en om hoeveel energie het gaat, aangezien deze gegevens het benodigde vermogen en de opslagcapaciteit bepalen.

5. Overige oplossingen

Mochten verbruik en opwekking helemaal niet op elkaar aansluiten, of als er sprake is van bijvoorbeeld een project waarin enkel geproduceerd zal gaan worden, zijn overige oplossingen te overwegen. Bijvoorbeeld door een grote verbruiker in de buurt op te zoeken om daar de geproduceerde energie aan te leveren.

6. Herhaal stappen

In de meeste gevallen is een enkele keer bovenstaande stappen doorlopen niet voldoende om een optimale oplossing te bereiken. In een optimale situatie worden vaak meerdere oplossingsrichtingen toegepast, die weer invloed hebben op andere oplossingen. Doorloop daarom meerdere malen deze stappen en pas aan waar nodig.

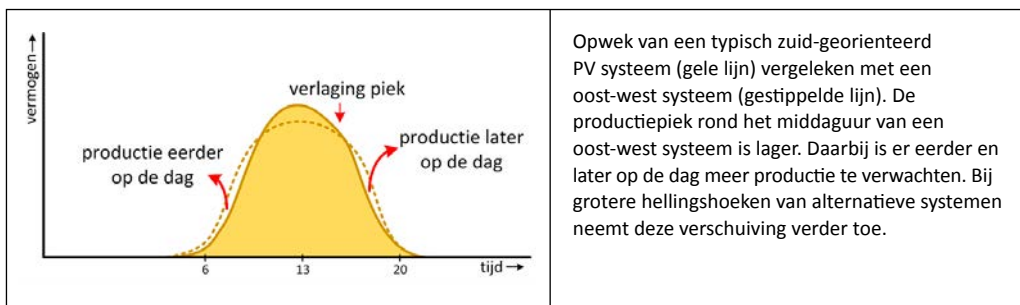
1. Alternatieve opstellingen

De zonnepanelen niet alleen richting het zuiden opstellen zodat er een minder grote productiepiek midden op de dag plaatsvindt.

Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
++	--	--	+	++

Door panelen anders te oriënteren dan alleen naar het zuiden kan de productiepiek worden verlaagd en kan een deel van de productie worden verschoven naar andere momenten op de dag.

De bekendste toepassing hiervan is de oost/west opstelling bij plat-dak-systemen. Bij deze opstelling worden de panelen als 'dakjes' tegen elkaar geplaatst met een beperkte hellingshoek. Deze opstelling wordt inmiddels al veel als uitgangspunt gebruikt en is vaak relatief goedkoper dan andere systemen (minder materialen en arbeid nodig per paneel en een kleinere omvormer, zie ook het volgende hoofdstuk). Ook opstellingen die verder gaan dan een standaard oost/west configuratie zijn mogelijk. Denk hierbij aan oriëntaties richting noordoost of noordwest, of (veel) grotere hellingshoeken zoals een gevelsysteem. Voor veldsystemen zijn verticale montagesystemen beschikbaar die werken met dubbelzijdige zonnepanelen. Bij het ontwerp van het systeem kan al met alternatieven rekening worden gehouden, maar de mogelijkheden zijn wel sterk locatie afhankelijk. Bij systemen op een schuin dak is nog weinig variatie mogelijk, maar zouden meer noordelijk georiënteerde vlakken meegenomen kunnen worden in het systeemontwerp. Bij platte daken en velden zijn veel variaties mogelijk.



Het effect op de piekbelasting ligt aan het type opstelling dat gebruikt wordt. Een standaard oost/west systeem zal op piekmomenten in de zomer zo'n 10% lagere piekbelasting hebben dan een zuid systeem. Een volledig verticaal systeem met dubbelzijdige panelen, zoals het voorbeeld 'Den Heuvel Culemborg', geeft een piekbelasting die tot 35% lager is met daarbij een verschuiving van deze piek naar zowel 3 uur eerder als 3 uur later op de dag.

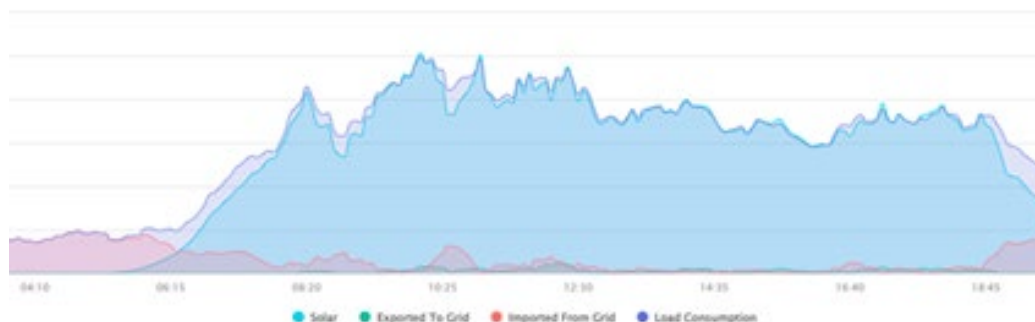
Voordelen en Nadelen

- Toepassing van oost/west systeem vaak relatief goedkoper dan andere oplossingen (systemen)
- Gemakkelijk toe te passen door deze in een vroeg stadium in ontwerp mee te nemen
- Zowel reductie van piekbelasting als verschuiving van het moment van de piekbelasting
- Toepasbaarheid afhankelijk van locatie (oriëntatie en ruimte)
- Niet flexibel, na realisatie kan het systeem niet meer worden aangepast
- Verminderde productie ten opzichte van zuid-systeem

Voorbeeldproject: Roel Wellner Fruit, Est

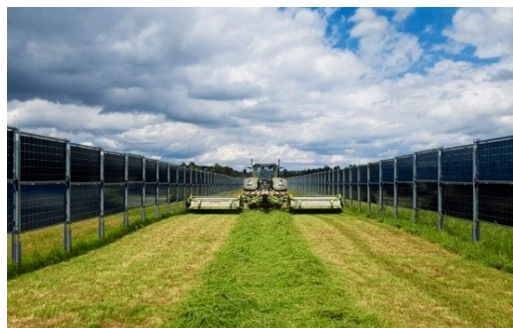
Naam: Roel Wellner Fruit BV
Locatie: Est
Type locatie: Fruitteelt bedrijf met gekoelde opslag
Netaansluiting: 3 x 250 A
PV vermogen: 177 kW
Regeling: SDE ++, met dynamische vermogensregeling
Realisatiejaar: 2022

Bij Roel Wellner Fruit BV, een fruitteeltbedrijf in de Betuwe, zijn 474 panelen geplaatst met een maximaal vermogen van 177.750 Wp en een maximaal AC vermogen van 120 kW. Er wordt gebruik gemaakt van de SDE++ regeling. In de aanloop naar realisatie werd bekend dat er vanwege netcongestie, in ieder geval tot 2024, geen terugleververmogen beschikbaar gesteld zou worden. In het systeemdesign is daarom gekozen voor een oost-west orientatie van de zonnepanelen. Hiermee wordt de piekproductie van het systeem verlaagd. Daarbij zal eerder en later op de dag productie van zonne-energie beschikbaar zijn dat beter past bij verbruiksprofiel. De verwachting is dat omstreeks 2024/2025 weer teruglevercapaciteit beschikbaar zal zijn. Tot die tijd is het systeem uitgerust met een actieve vermogensbegrenzing. Hierdoor wordt de opwekking aangepast aan de hand van het gelijktijdige verbruik en vindt er dus geen teruglevering plaats (zie ook de afbeelding met daarin de werkelijke afstemming tussen verbruik en opwekking).



Voorbeeldproject: Den Heuvel Culemborg

Naam: Den Heuvel Culemborg
Locatie: Culemborg
Type locatie: project op agrarisch bedrijfsdak en veld
Netaansluiting: 630 kVA
PV vermogen: 485 kW en 390 kW
Regeling: SCE
Realisatiejaar: 2022



Door Coöperatie Vrijstad Energie wordt een zonnedak (485 kW) en zonneveld (390 kW) gerealiseerd bij agrarisch bedrijf de Raad in Culemborg. Het zonneveld wordt uitgevoerd met verticaal geplaatste, dubbelzijdige panelen. Vanwege de alternatieve opstelling en combinatie van opwekprofielen kunnen beide projecten op een gezamenlijke netaansluiting van slechts 630 kVA worden aangesloten. De verticaal geplaatste panelen hebben een oriëntatie richting het oosten en het westen. Hierdoor hebben ze al zeer vroeg in de ochtend en laat in de middag een productiepiek. Voor de verticale opstelling is wel ruimte nodig tussen de rijen (totaal 5 m) om schaduwwerking te beperken. Hierdoor kan het perceel ook worden benut voor agrarisch gebruik.

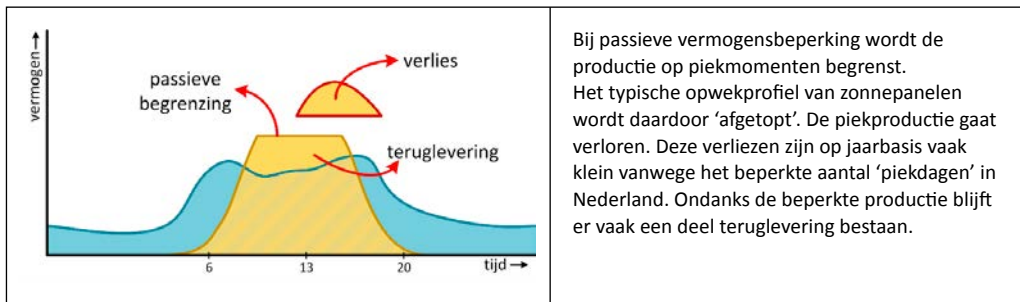
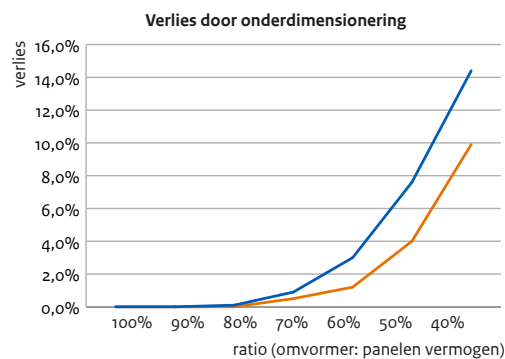
2. Passieve vermogensbegrenzing

Het productievermogen van de zonnepanelen beperken zodat er een minder grote piekproductie plaatsvindt

Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
++	+	0	++	0

Bij vrijwel ieder PV systeem wordt gebruik gemaakt van een omvormer die een kleiner vermogen heeft dan het totale vermogen van de zonnepanelen. Door dit 'onderdimensioneren' kan een kleinere (goedkopere) omvormer gebruikt worden en wordt de capaciteit van de omvormer beter benut. De keuze van de omvormer is onderdeel van het systeemontwerp. Normaal wordt een ratio aangehouden van zo'n 70 % (panelen: omvormer).

Veel omvormers staan echter ook kleinere ratio's toe. Er kan voor een kleinere ratio gekozen worden om bijvoorbeeld de teruglevering in te perken (bij netcongestie) of om het systeem op een bestaande verdeelkast of netaansluiting te laten passen. De verliezen (op jaarbasis) die hierdoor ontstaan kunnen vooraf worden voorspelt en zijn vaak beperkt (zie grafiek). Naast dit fysieke beperken van het vermogen kan bij veel omvormers deze passieve begrenzing ook softwarematig worden ingesteld. Zo kan een omvormer (tijdelijk) worden ingesteld op een lager uitgangsvermogen.



Bij passieve vermogensbegrenzing blijft er altijd een productievermogen van het systeem bestaan, en kan er dus nog altijd productie op het net terecht komen. Deze oplossing zal in situaties van netcongestie dus gecombineerd moeten worden met andere oplossingen om tot het gewenste resultaat te komen.

Voordelen en Nadelen

- + Standaard toepassing in systeemontwerp
- + Lagere kosten voor (kleinere) omvormer een aansluiting(en)
- + Vaste grens aan mogelijk te leveren vermogen
- Overtollige zonne-energie gaat verloren

Voorbeeldproject: Damster Boerenzuivel, Appingedam

Naam: Damster Boerenzuivel & Vlees
Locatie: Appingedam
Type locatie: agrarisch bedrijf, melkveehouderij
Netaansluiting: 3 x 80 Ampère
PV vermogen: 81,6 kW
Regeling: postcoderoosproject



Op de daken van deze onderneming was een zonnestroominstallatie gepland van 1.400 panelen (SDE regeling). Omdat het niet mogelijk was om een grootverbruik aansluiting te krijgen voor deze locatie, is besloten om het project in diverse deelprojecten op te knippen. Ieder deelproject wordt aangesloten op een 3 x 80 Ampère kleinverbruik-aansluiting. Het totale vermogen van de installatie bij Damster bedraagt (81,6 kW) en is te groot voor een 3 x 80 A aansluiting. Om deze reden is gebruik gemaakt van 60 kW Growatt omvormer om overbelasting van het net te voorkomen. Tevens is de installatie in oost-west oriëntatie uitgevoerd, zodat het maximaal toegestane vermogen van 55 kW teruglevering, in de hypothetische situatie dat maximaal wordt geproduceerd en niets op de locatie wordt verbruikt, niet wordt overschreden.

Voorbeeldproject: Adelbert College Wassenaar

Naam: Adelbert College Wassenaar
Locatie: Wassenaar
Type locatie: project op middelbare school
Netaansluiting: 400 kVA
PV vermogen: 262 kW
Regeling: SCE
Realisatiejaar: 2022



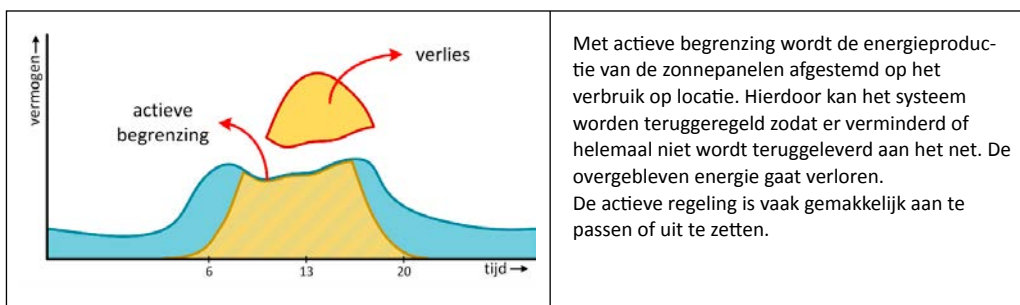
De Wassenaarse Energie Coöperatie (WEC) realiseert dit jaar haar eerste coöperatieve dak in Wassenaar op het dak van middelbare school het Adelbert College. Op dit dak is in een eerder stadium reeds een zonnepanelen systeem voor de school gerealiseerd met een omvormer vermogen van 230 kW. Er is (binnen de capaciteit van de netaansluiting) dus nog ruimte voor zo'n 170 kW vermogen. Op de onderliggende verdeelkast is echter nog minder capaciteit beschikbaar (155 kW). Bij het nieuwe coöperatieve project wordt in totaal echter 262 kW vermogen geplaatst. Dit zou met een normale onderdimensionering niet op de 170 kW passen die nog beschikbaar is op de aansluiting of de 155 kW die nog beschikbaar is in de verdeelkast. Door bij dit project de omvormers nog verder onder te dimensioneren is het haalbaar om de 262 kW (nieuwe) zonnepanelen aan te sluiten middels 150 kW omvormervermogen (ratio 57 %). Het totaal verwachte verlies door deze begrenzing van het vermogen is slechts 0,6 % van de totale productie (berekend middels simulaties).

3. Actieve Vermogensbegrenzing

De productie van de panelen afstemmen op het eigen verbruik tot het gewenste terug te leveren vermogen.

Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
+	++	++	0	-

Het vermogen dat een omvormer afgeeft aan het net kan in veel gevallen actief worden geregeld, zeker bij de grotere commerciële omvormers. Dit maakt het mogelijk om het vermogen dusdanig in te stellen dat slechts beperkt, of helemaal geen, capaciteit gevraagd wordt van het net. Het verschil met een passieve begrenzing is dat er hierbij (real-time) rekening gehouden kan worden met het verbruik op de locatie zelf. Oftewel; het systeem kan zo ingesteld worden dat er bijvoorbeeld wel geproduceerd wordt ter compensatie van het eigen verbruik, maar niet voor het stroomnet. Dit werkt vooral goed voor locaties die een hoog 'basis' energieverbruik hebben, of die qua verbruiksprofiel goed passen bij het opwekprofiel van zonnepanelen. De toepassing van actieve vermogensbegrenzing bestaat reeds geruime tijd, is relatief goedkoop te realiseren en eventueel later nog aan te passen. Er zijn een aantal kleine technische ingrepen nodig om de real-time data over het verbruik beschikbaar te krijgen, en om vervolgens deze data te koppelen aan een aansturingprogramma van de omvormer(s). De kosten zijn afhankelijk van de locatie en het toegepaste systeem, maar doorgaans is een budget tussen de 2.000-5.000 euro voldoende om het te realiseren.



Het effect van actieve vermogensbegrenzing op de netcapaciteit kan groot kan zijn. Het terug te leveren vermogen kan immers tot nul worden teruggeschoefd. Daarbij is het een flexibele toepassing die gemakkelijk kan worden aangepast (bv. in situaties met tijdelijke netcongestie). Het productieverlies van de zonnepanelen is afhankelijk van de match tussen opwekprofiel en verbruiksprofiel. Het is belangrijk om vooraf een gelijktijdigheidsberekening te maken om dit in te schatten. Afwijkende dagen in het verbruik, zoals weekenden en vakanties, kunnen veel invloed hebben.

Deze oplossing kan ook helpen om een project te kunnen realiseren met een kleinere aansluiting.

Dan wordt het maximum ingesteld op de maximale beschikbare transportcapaciteit, zoals bijvoorbeeld maximaal 55 kW voor een 3 x 80A kleinverbruikersaansluiting.

Voordelen en Nadelen

- + Toepasbaar op de meeste commerciële omvormers
- + Relatief goedkoop
- + Zeer flexibel voor toekomstige aanpassingen
- + Tot aan volledig voorkomen van benutting van netcapaciteit
- Energieverlies en businesscase afhankelijk van locatie (technisch) en verbruik (profiel)
- Overtollige zonne-energie gaat verloren

Voorbeeldproject: MFA Schepersweg

Naam: MFA Schepersweg
Locatie: Provincie Utrecht
Type locatie: Multifunctionele accommodatie
Netaansluiting: 480 kVA
PV vermogen: 165 kW
Regeling: SDE++
Realisatiejaar: 2021



Net voor de afronding van dit project, de zonnepanelen waren al gerealiseerd, werd in de gehele provincie Utrecht door de netbeheerder afgekon- digd dat er vanwege netcongestie geen nieuwe teruglevering capaciteit meer kon worden verkregen. Na overleg en het bekijken van de mogelijkheden is er uiteindelijk op deze locatie gekozen voor de toepassing van actieve vermogensbegrenzing. Door de aanwezigheid van meerdere gebruikers in het pand is het 'basisverbruik' relatief hoog en past het verbruiksprofiel goed bij de opwekking door zonnepanelen. Daarnaast kan de begrenzing op termijn worden aangepast naar deels of volledig vermogen indien er capaciteit beschikbaar komt.

De aanpassingen aan de installatie kosten eenmalig zo'n 4.500 euro, waarvan ongeveer de helft voor de benodigde hardware en de andere helft voor het plaatsen en instellen van de toepassing. Het voorlopige berekende verlies in de situatie met volledige netcongestie komt neer op ongeveer 20% van de jaarlijkse productie. Dit is het voor deze locatie niet onoverkomelijk, zeker niet tegenover het alternatief waarin de gehele installatie afgeschakeld dient te worden (hij is immers al gerealiseerd). Door het jaar "banking" in de SDE subsidieregeling verwacht men op termijn alsnog de gehele businesscase voor de zonne-productie te behalen.

Voorbeeldproject: Zorginstelling de Forensisch Zorgspecialisten

Naam: Utrecht de Waag
Locatie: Utrecht
Type locatie: zorginstelling
Netaansluiting: 1.000 kVA
PV vermogen: 290 kW
Regeling: SDE+
Realisatiejaar: 2022

Zorginstelling de Forensische Zorgspecialisten gaat voor haar locatie in Utrecht een zonnestroom installatie realiseren van 290 kW met een jaarlijkse productie van zo'n 245.000 kWh. Het verbruik op de locatie bedraagt circa 2.100.000 kWh per jaar. De elektriciteitsvraag betreft alle installaties voor de continue bewoning van het zorgcentrum welke bestaat uit meerdere panden op een afgesloten terrein. Het zonnestelsel is met een actieve begrenzing uitgerust waardoor het systeem wordt afgeschakeld als teruglevering dreigt. Het zorgcentrum heeft een continu hoog verbruik en de "base-load" zorgt ervoor dat naar verwachting 100% van de opgewekte zonnestroom direct intern geconsumeerd wordt. In het kader van het provinciale project 'Zorg in de Zon' van de provincie Utrecht zijn meerdere zorginstellingen ondersteund bij de realisatie van zonnepanelen. Bij een 4-tal zorginstellingen is deze zelfde oplossing met actieve begrenzing toegepast. Voor deze doelgroep geldt dat het de zonopwekking goed bij het eigen verbruik past en daarmee nauwelijks teruggeleverd zal worden.

4. Load Shifting

Het eigen verbruik afstemmen op de productie van zonnepanelen zodat er minder stroom teruggeleverd wordt aan het net

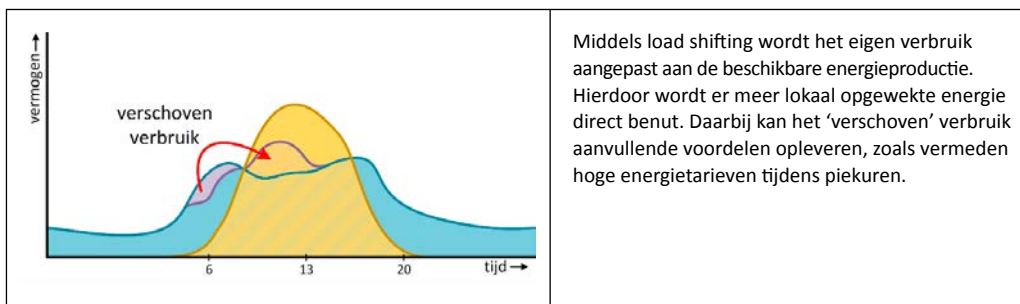
Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
0	+	+	-	+

Door Load Shifting wordt het eigen verbruik aangepast zodat het op hetzelfde moment plaatsvindt als de energieproductie. Een simpel voorbeeld hiervan is door een apparaat dat normaal 's nachts wordt gebruikt (bv. de wasmachine) juist overdag in te schakelen. De toepassing is sterk afhankelijk van de activiteiten en gebruikte apparaten op locatie en de mogelijkheden om deze aan te sturen, of op andere momenten te gebruiken. Aanvullend kan bekeken worden of er lokaal verbruikers, oftewel apparaten, zijn die qua vermogen geregeld kunnen worden (dus 'harder' of 'minder hard' aan het werk gezet kunnen worden).

Als het gebruik hiervan het toelaat, kunnen deze met een actieve meting van de energieproductie aangestuurd worden. Het gaat dan vaak om verbruikers die hun 'product' op de een of andere wijze 'opslaan'. Denk aan (elektrische) productie van warmte of koude, pompen, laders of liften. Load Shifting heeft dan ook een sterke koppeling met de opslag van energie (oplossingsrichtingen 7, 8 en 9).

Aansturing of verschuiving van het verbruik moet bij de lokale activiteiten en processen passen.

Voor actieve aansturing is meting van de energieproductie en van het teruggeleverde vermogen van de hoofdaansluiting nodig, en vertaling van die meting naar aansturing van de verbruikers.



Load shifting kan er voor zorgen dat er op locatie meer productie van zonne-energie mogelijk is. Het kan niet geheel voorkomen dat er wordt teruggeleverd, een apparaat of proces kan immers ook een tijd niet gebruikt worden (bv. tijdens vakanties) terwijl de zonnepanelen wel blijven produceren. In gevallen van netcongestie zal load shifting dus altijd gecombineerd moeten worden met bijvoorbeeld actieve vermogensbegrenzing van het PV systeem. Omdat beide voornamelijk softwarematig zijn ingesteld, geeft de toepassing hiervan wel veel flexibiliteit.

Voordelen en Nadelen

- + Meer eigen verbruik van duurzaam opgewekte energie
- + Relatief goedkoop toepasbaar
- + Zeer flexibel voor toekomstige aanpassingen
- Toepasbaarheid zeer afhankelijk van activiteiten en apparaten op locatie
- Voorkomt niet volledig dat er niet wordt teruggeleverd

Voorbeeldproject: Bliq energievanger, Wezep

Naam: Bliq- vanger
Locatie: particulier Wezep
Type locatie: woonhuis
Netaansluiting: 3 x 25 A
PV vermogen: 5,9 kW
Regeling: Salderen
Realisatiejaar: 2021



Bij een particulier in Wezep is een zonnepanelensysteem (5,9 kW) gecombineerd met een regelsysteem waaraan het eigen verbruik, een laadpaal (11 kW) en een accupakket (9,6 kWh) zijn verbonden. Vooruitlopend op de beëindiging van de salderingsregeling biedt dit systeem de mogelijkheid om optimaal de zonne-energie te benutten. Het systeem maakt het daarnaast mogelijk dynamische energietarieven voor elektriciteit in te zetten. Levering aan het net van het teveel aan stroom vindt zoveel mogelijk plaats wanneer de uurtarieven hoog zijn en afname in de uren dat de stroom relatief laag is geprijsd. De aanwezige accu fungeert als buffer om in te spelen op deze variatie in tarieven en wordt dus ook benut in de periode dat er weinig zonnestroom wordt geproduceerd. Op eenzelfde wijze kan dit systeem er voor zorgen dat (in geval van netcongestie) er helemaal geen teruglevering plaatsvindt. Hoewel het nu voor particulieren kleinverbruikers nog niet relevant is, biedt een combinatie van deze systemen op woonwijk niveau de mogelijkheid de vraag en het aanbod van elektriciteit tot op zeker hoogte te balanceren.

Voorbeeldproject: agrarische sector algemeen

Naam: agrarische sector
Locatie: Nederland, diverse locaties
Type locatie: melkveehouderij - akkerbouw
Netaansluiting: divers
PV vermogen: wisselend
Regeling: salderen / SDE
Realisatiejaar: divers



Traditioneel wordt in de melkveehouderij 2 x per dag gemolken. Aan het begin van de dag en aan het eind van de middag. Navent piekt het stroomverbruik rond deze tijdstippen. Veel melkveehouders zien de financiële voordelen van een zonnestroominstallatie. Door overgang op melkrobots wordt het stroomverbruik beter over de dag gespreid en kan meer gebruik gemaakt worden van de productie van de zonnestroominstallatie. Door aansturing van een elektrisch boiler door middel van een schakelklok waarbij de opwarming van het water (dat met name voor reiniging wordt gebruikt) plaatsvindt midden op de dag, kan tevens efficiënter gebruik gemaakt worden van zonnestroom.

5. Koppelen verbruikers

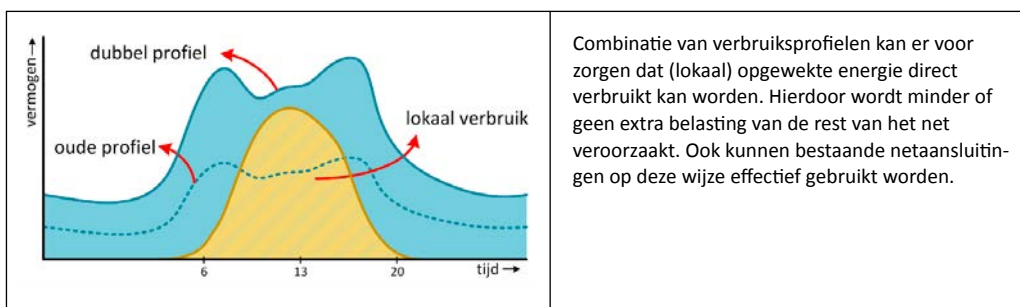
Productie en verbruik van nabijgelegen partijen combineren zodat het (lokale) net minder wordt belast

Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
-	-	+	--	o

Het kan voorkomen dat er groot verschil blijft bestaan tussen het opwekprofiel en het verbruiksprofiel. Ook kan er sprake zijn van een zonnestroom-project dat enkel energie gaat produceren. Door op lokaal niveau verschillende verbruikers en opwekkers te koppelen, kan in sommige gevallen een goede match tussen vraag en aanbod worden gevonden. Het kan lonen in de buurt van de installatie te zoeken naar verbruiksprofielen die aansluiten bij de energieopwekking. Door deze te koppelen kan er zoveel mogelijk energie alsnog lokaal worden benut.

Om lokale combinaties te vormen, kan het best gezocht worden naar typische locaties met een hoog, voorspelbaar verbruik. Denk hierbij aan bijvoorbeeld (maak)industrie of metaalbewerking en koel-/vrieshuizen. Dergelijke locaties hebben vaak dusdanig veel energie nodig, dat elk beetje zonne-energie hierbij helpt. Daarnaast kan er naar locaties worden gezocht die qua profiel passen bij opwekking door zonnepanelen. Een goed voorbeeld hiervan zijn kantoorpanden, die qua verbruik (=kantooruren) goed samenvallen, vaak een piek kennen vanwege luchtbehandeling (met name tijdens zonnige, warme dagen) en die zelf een beperkt dakoppervlak hebben voor eigen zonnepanelen.

De kosten voor het koppelen van lokale projecten en verbruikers kunnen snel oplopen. Met name als hier lange kabeltrajecten voor gerealiseerd worden of aanpassingen aan de bestaande stroomverdeling moeten worden gedaan. Daarbij dient per geval uitgezocht te worden of de koppeling is toegestaan, en welke regels en verplichtingen van toepassingen zijn. Afhankelijk van de situatie wordt een dergelijke koppeling een 'Directe Lijn' of een 'Gesloten Distributiesysteem' (GDS) genoemd. Voor het realiseren en exploiteren van een dergelijke koppeling is afstemming nodig met de lokale netbeheerder, de AFM en uiteindelijk de belastingdienst (heffing belasting voor de levering van elektriciteit).



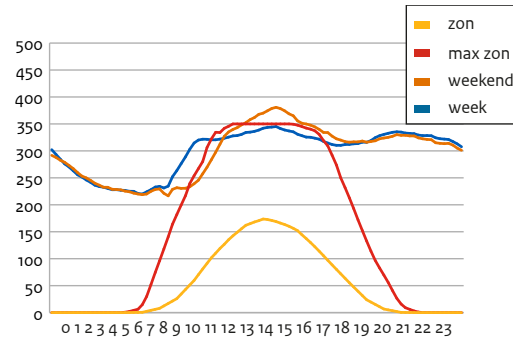
Indien er voldoende wordt verbruikt bij de gekoppelde verbruikers en opwekkers, kan dit er voor zorgen dat er geen teruglevering meer naar het net ontstaat. Het is wel van belang een uitgebreide gelijktijdigheidsberekening uit te voeren om de verbruiks- en opwekprofielen over het hele jaar te vergelijken.

Voordelen en Nadelen

- + Meer lokaal verbruik van duurzaam opgewekte energie
- + Verdeling van opgewekte duurzame energie naar lokale verbruikers
- Toepasbaarheid zeer afhankelijk van omliggende verbruikers
- Kan grote kosten met zich meebrengen
- (juridisch) complexer dan andere oplossingen

Voorbeeldproject: Zonnepark Meijewetering

Naam: Zonnepark Meijewetering
Locatie: Utrecht
Type locatie: veldlocatie
Netaansluiting: 1.000 kVA
PV vermogen: 180 kW en 340 kW
Regeling: SDE++ en SCE
Realisatiejaar: 2022



Zonnepark Meijewetering is ontwikkeld door een samenwerking tussen coöperatie Energie-U en het waterschap HDSR. Het wordt het eerste zonnenveld in de gemeente Utrecht. Op een klein veld naast de lokale waterzuivering wordt hier een zonnepanelen systeem van 500 kW gerealiseerd. Een deel is voor de energiecoöperatie (340 kW), een deel voor de HDSR (180 kW). Het unieke aan dit project is dat het hele systeem met een eigen kabel gekoppeld wordt aan de aansluiting van de waterzuivering. Het verbruik van de zuivering is dusdanig hoog dat er, met volledige netcongestie meegerekend, slechts zo'n 3 % van de energieproductie op jaarbasis verloren gaat (om teruglevering te voorkomen). De meerkosten voor deze lokale koppeling zijn aanzienlijk (met name vanwege de te overbruggen afstand) maar zorgen er wel voor dat dit project ondanks de huidige netcongestie doorgang kan vinden.

Voorbeeldproject: Barwoutswaarder, Woerden

Naam: bedrijventerrein Barwoutswaarder
Locatie: Woerden
Type locatie: combinatie van 3 bedrijfspanden en 3 woningen
Netaansluiting: 3 x 125 A
PV vermogen: circa 40 kW
Regeling: salderen



Aan de Klompenmakersweg in Woerden maken een drietal bedrijven en bijgelegen woningen gebruik van één gezamenlijke netaansluiting. De individuele bedrijfspanden en woningen hebben ieder de beschikking over een onderaansluiting met kWh meter van 3 x 50 Ampère. In totaal zijn er circa 140 zonnepanelen geplaatst die zijn aangesloten op de hoofdaansluiting. Door deze constructie wordt efficiënter gebruik gemaakt van de opgewekte zonne-energie.

De bedrijfsactiviteiten en werktijden verschillen en daarmee varieert dus ook het elektra-verbruik. De kosten voor de aansluiting worden verdeeld over 3 woningen en 3 bedrijven. In een traditionele situatie zouden hier 6 kleinverbruik aansluiting zijn gerealiseerd. De kosten voor de hoofdaansluiting bedroegen circa € 4.000,- . Zes afzonderlijke aansluitingen zouden circa € 15.000 hebben gekost.

6. Combinatie Zon en Wind

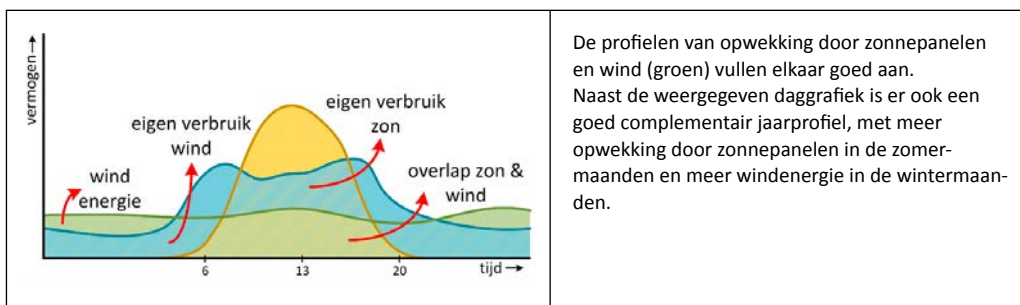
Het combineren van zonnepanelen en (kleine) windmolens zodat een aansluiting zo effectief mogelijk wordt benut

Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
0	-	-	--	0

De opwekprofielen van zonne-energie en windenergie vullen elkaar goed aan. Waar zonopwekking vooral overdag en in de zomermaanden plaatsvindt, is windenergie juist meer verspreid over de dagen en geeft het een hogere opbrengst in de wintermaanden. Door beiden op een aansluiting te combineren, kan de capaciteit van deze aansluiting optimaal worden benut. Gecombineerd op een locatie waar al energie wordt verbruikt, kan met een goede match een zeer groot deel van het elektra verbruik door duurzame energie worden gedekt.

Deze combinatie is vooral geschikt voor een tweetal type projecten in het buitengebied (waar voldoende ruimte is voor het gebruik van windenergie). In het eerste geval gaat het om de combinatie van zon en wind op een agrarisch bedrijf. Hier is meestal voldoende ruimte voor een kleine windmolen (klein is in dit geval een beperkte ashoogte tot zo'n 20 m). Er is voldoende dakoppervlak voor zonopwekking en veel bedrijven hebben een doorlopend verbruik. Het tweede geval betreft projecten die enkel gericht zijn op opwekking, waarbij de combinatie van zon en wind een efficiënter gebruik van de netaansluiting betekent en dus een gunstig effect heeft op de businesscase(s).

Voor zowel zon als wind zijn allerlei regelingen, subsidies en fiscale voordelen mogelijk, afhankelijk van het project en de locatie. Voor de toepassing van windenergie moet rekening gehouden worden met de benodigde vergunningen en doorlooptijd van de ontwikkeling.



In situaties waarbij zonne-energie wordt toegevoegd aan een bestaand wind project (met bestaande transportcapaciteit) benut het zon-project de netcapaciteit van het windproject. In andere gevallen is het combineren van zon en wind niet zozeer een oplossing voor netcongestie maar geeft eerder een efficiënt gebruik van de capaciteit van een (bestaande) netaansluiting. In een geval van netcongestie dient deze combinatie met eigen verbruik te worden ingezet, aangevuld met een actieve regeling op het vermogen van de zonnepanelen op teruglevering in te perken.

Voordelen en Nadelen

- + Meer eigen verbruik van duurzaam opgewekte energie
- + Efficiënt gebruik van de capaciteit van een netaansluiting
- Toepasbaarheid beperkt tot met name locaties in het buitengebied
- Langere doorlooptijd en hogere kosten vanwege benodigde vergunningen

Voorbeeldproject: Maatschap van Wissen Meerkerk

Naam: Van Wissen
Locatie: Meerkerk
Type locatie: agrarische bedrijf , melkvee
Netaansluiting: 3 x 35 A
PV vermogen: 39 kW zon & 15 kW wind
Regeling: salderen
Realisatiejaar: 2020



Maatschap van Wissen heeft een zonnestroominstallatie van 39 kW gecombineerd met een kleine windmolen van 15 kW. De windmolen produceert circa 30.000 kWh en de zonnestroominstallatie ongeveer 35.000 kWh. Het huidige verbruik op de locatie komt hiermee overeen en bedraagt momenteel 65.000 kWh per jaar. Productie van het jaarverbruik met enkel zonnepanelen zou bijna het dubbele aan zonnepanelen betekenen, en een daarbij horende aansluiting vergen van 3 x 80 A. Daarmee zou dit aanzienlijk hogere vaste jaarlijkse kosten opleveren. Het systeem is zodanig ingeregeld dat op zeer zonnige, winderige dagen met weinig verbruik, het vermogen van de zonnepanelen beperkt wordt (door het uitschakelen van 1 omvormer). Hierdoor wordt overbelasting van de aansluiting voorkomen.

Voorbeeldproject: Cable Pooling maatschap Verwolf

Naam: agrarisch bedrijf Maatschap Verwolf
Locatie: Lelystad, Flevoland
Type locatie: combinatie zon - wind
Netaansluiting: 1000 kVA
PV vermogen: 0,5 MW
Regeling: SDE



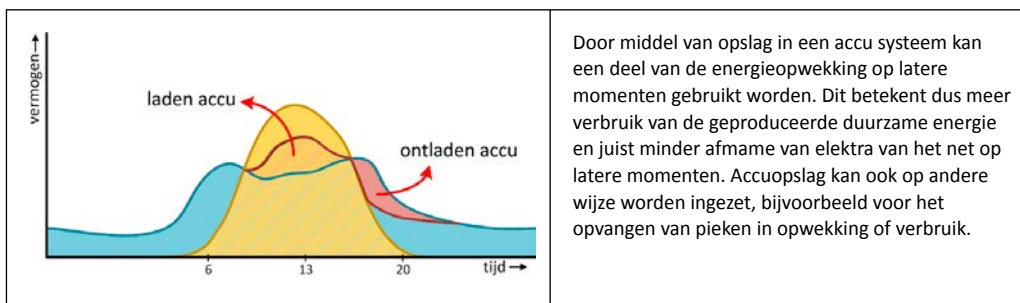
Bij maatschap Verwolf in de Flevopolder nabij Lelystad staat reeds sinds 2001 een windmolen voor de productie van duurzame energie. De windmolen is onderdeel van windpark Flevoland. Om zelf gebruik te kunnen maken van duurzame energie wilde de onderneming een zonnestroominstallatie aanleggen. Het bleek echter niet mogelijk een nieuwe aansluiting te realiseren. Door gebruik te maken van cable pooling via de bestaande aansluiting van de windmolen kon de zonnestroominstallatie van 1.400 panelen toch worden gerealiseerd en worden aangesloten op het elektriciteitsnet. De zon-installatie produceert circa 450.000 kWh per jaar.

7. Energieopslag

Opslag van geproduceerde energie in accu's zodat deze op een later tijdstip benut kan worden

Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
--	o	+	+	o

De opgewekte zonne-energie kan in accu's worden opgeslagen zodat dit op een later moment kan worden benut. Hiermee wordt dus op momenten van overproductie extra vraag gecreëerd (vorm van Load shifting) en kan deze energie op latere momenten worden ingezet om verbruik te compenseren. Energieopslag in accu's kan op veel manieren worden ingezet, zoals in situaties van netcongestie. In de basis wordt de opgeslagen energie later weer op dezelfde locatie gebruikt. Dit kan dezelfde dag nog zijn, de eerstvolgende verbruikspiek of opslag over langere periodes betekenen (tot enkele dagen). De accu kan ook ingezet worden om een piek in stroomopwekking op te vangen, of om met de opgeslagen energie juist een piek in verbruik af te dekken, waardoor minder netcapaciteit benodigd is. Accu's voor kleinschalige systemen zijn (financieel) haalbaar als ze op de locatie veel gebruikt worden (dus minimaal elke dag op- en ontladen) of andere grote investeringen vermijden (bijvoorbeeld een grotere capaciteit netaansluiting). Lange termijn energieopslag (over weken of seizoenen) is in veel gevallen niet rendabel omdat de accu dan maar beperkt wordt benut. Er zijn veel verschillende accutechnologieën en types beschikbaar. Om accuopslag te overwegen is het belangrijk in beeld te hebben wat het gewenste doel van de accuopslag is. Deze bepaalt mede welk type geschikt is, vaak afhankelijk van de gewenste opslag (kWh) in combinatie met het gewenste in- en uitgangsvermogen (kW). Huidige prijzen voor kleinschalig in te zetten accu's liggen tussen de 400 – 1.000 euro per kWh.



Door middel van opslag in een accu systeem kan een deel van de energieopwekking op latere momenten gebruikt worden. Dit betekent dus meer verbruik van de geproduceerde duurzame energie en juist minder afname van elektra van het net op latere momenten. Accuopslag kan ook op andere wijze worden ingezet, bijvoorbeeld voor het opvangen van pieken in opwekking of verbruik.

Opslag van energie kan een grote impact hebben voor systemen in gevallen van netcongestie. Door opslag van energie kan er lokaal meer worden geproduceerd zonder dat het net extra wordt belast. Het is echter geen losstaande oplossing om netcongestie te voorkomen. De opslag kan immers ook vol raken, waardoor deze tijdelijk niet benut kan worden. In dat geval is een combinatie met (actieve) vermogensbegrenzing noodzakelijk.

Voordelen en Nadelen

- + Meer verbruik op locatie van duurzaam opgewekte energie
- + Verdeling van gebruik van opgewekte duurzame energie naar andere momenten op de dag
- Toepasbaarheid afhankelijk van de locatie en het lokale verbruiksprofiel
- Brengt grote extra investering (in accu) met zich mee
- Opslag geschikt voor beperkte periodes, niet voor winter zomer disbalans

Voorbeeldproject: Mts. van Zessen Lexmond

Naam: Maatschap Van Zessen, Lexmond
Locatie: Lexmond
Type locatie: agrarisch bedrijf (melkvee)
Netaansluiting: 175 kVA
PV vermogen: 840 panelen
Regeling: SDE
Realisatiejaar: 2021



Bij agrarisch bedrijf Maatschap van Zessen wordt het bestaande zonnepanelensysteem van 840 panelen gecombineerd met energieopslag middels een accupakket. De overtollige stroom die overdag wordt geproduceerd wordt opgeslagen in een accu met een capaciteit van 40 kWh. De opgeslagen energie wordt op latere momenten op de dag benut. Op een groot aantal dagen per jaar wordt door deze toepassing van energieopslag de afgenomen elektra teruggebracht van 50 kWh per dag naar 10 kWh per dag. Door het gebruik van melkrobots is het gebruik van elektra tevens gelijkmatiger verdeeld over de dag. Door de mogelijkheid van opslag wordt voorkomen dat het PV systeem vaak wordt uitgeschakeld omdat de aansluiting (bewust, vanwege de investeringskosten) te klein is voor teruglevering van het geproduceerde vermogen.

Voorbeeldproject: Accupakket bij woning

Naam: Woning met zwembad, Bilthoven
Locatie: Bilthoven
Type locatie: Woning
Netaansluiting: 3 x 63A
PV vermogen: 30 kW
Regeling: Salderen
Realisatiejaar: 2022



Bij een woning in Bilthoven is een zonnestroom installatie van 30 kW met een jaarlijkse productie van zo'n 25.000 kWh gerealiseerd. Het verbruik op de locatie bedraagt circa 19.000 kWh. Een groot deel van de elektriciteitsvraag betreft het zwembad en de overige huishoudelijke toepassingen. Op locatie is een modulair accusysteem geplaatst welke het mogelijk maakt om variabel energie op te slaan, te gebruiken of te verkopen middels het gekoppelde energiemanagementsysteem. Voor de locatie is daarbij een energiecontract afgesloten waarmee variabel ingekocht en verkocht mag worden. Het opslagsysteem heeft een capaciteit van 15 kWh en kan uitgebreid worden tot 90 kWh. Het maximale vermogen dat het systeem kan afgeven en opladen is 13 kW. De investering excl. montage en in bedrijfstelling bedroeg zo'n 6.200 euro.

8. Opslag in elektrische auto's

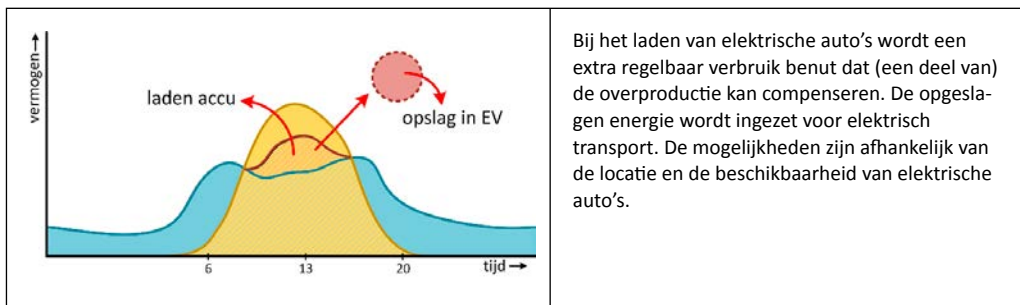
Opslag van geproduceerde energie in elektrische auto's zodat deze energie benut kan worden voor transport

Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
o	o	o	-	+

Een aparte vorm van energieopslag is het laden van elektrische auto's (ook wel EV = Electric Vehicle). Hiermee wordt de duurzaam opgewekte en opgeslagen energie ingezet voor transport en dus ingezet voor een ander soort energieverbruik. Met de laadpalen die hiervoor nodig zijn kan een goed variabel verbruiksvermogen worden toegevoegd aan een systeem (Load Shifting) dat kan worden ingezet op momenten van overproductie van de zonnepanelen. Solar carports geven daarbij een mooie combinatie van zon, laadpalen en parkeergelegenheid.

De toepasbaarheid van deze vorm van energieopslag is erg locatieafhankelijk. Uiteraard moeten er elektrische auto's beschikbaar zijn om als opslag te fungeren, en er dient ruimte te zijn om dit te realiseren (parkeerplaatsen of eigen terrein). Daarnaast dient er afhankelijk van de toepassing een passende laadpaal gekozen te worden. Om te werken in een aanstuurbaar systeem is regelbaar vermogen van de laadpaal gewenst. Er kan overwogen worden de laadpaal ook geschikt te maken voor laden door derden (met een laadpas). Bij een groot wagenpark en veel laadpalen kan gewerkt worden met een 'laadplein' zodat de laadpalen onderling het gevraagde vermogen kunnen afstemmen.

De kosten voor realisatie van een laadpaal met mogelijkheden voor regelbaar vermogen en extern laden liggen tussen de 1000 – 2000 euro. Lange kabel tracés of het realiseren van solar carports kunnen tot aanzienlijke meerkosten leiden. Bij het beschikbaar stellen van laden door derden kan de verkochte stroom voor extra inkomsten zorgen.



Door inzet van laadpalen kan overtollige energie worden opgeslagen in elektrische auto's.

De geschiktheid voor gevallen met netcongestie is afhankelijk van de beschikbaarheid van elektrische auto's. Bij een groot wagenpark kan dit een doeltreffende oplossing zijn. Indien niet altijd elektrische auto's als opslag capaciteit beschikbaar zijn is een aanvullende (actieve) vermogensregeling nodig. Ook kan deze oplossing verder worden gecombineerd met Accu opslag om ook laadvermogen beschikbaar te hebben buiten zon-uren (zonder het net te belasten).

Voordelen en Nadelen

- + Verbruik van lokaal duurzaam opgewekte energie voor transport
- + Aanvullend regelbaar verbruiksvermogen
- + Goede combinatie bij solar carports
- Toepasbaarheid afhankelijk van beschikbaarheid elektrische auto's
- Er dient ruimte beschikbaar te zijn (parkeerplaatsen of eigen terrein)

Voorbeeldproject: Santbergen pilot DC laden

Naam: Santbergen pilot DC laden

Locatie: Hilversum

Type locatie: Theater

Netaansluiting: 3 x 80 A

PV vermogen: 45 kW

Regeling: Salderen

Realisatiejaar: 2021

Op het dak van theater Santbergen te Hilversum is een kleinschalige zonnepanelen installatie gerealiseerd waarmee door salderen het eigen verbruik wordt gecompenseerd. Coöperatie Hilversumse Energie Transitie (HET) heeft bij het theater daarbij als pilot nieuw ontwikkelde laadpalen voor elektrische auto's geplaatst. Deze laadpalen zijn direct gekoppeld met de zonnestroominstallatie en geven een maximaal laadvermogen van ieder 11 kW. Door de inzet van de laadpalen kan (een deel van) de piekproductie van de zonnepanelen worden benut voor het laden van voertuigen ipv het net te belasten.

Het innovatieve van de toegepaste laadpalen in deze pilot is dat ze middels gelijkstroom (DC) daadwerkelijk direct zijn gekoppeld aan de zonnestroominstallatie. Door het direct laden met gelijkstroom wordt energieverlies als gevolg van de omzetting van gelijkstroom naar wisselstroom voorkomen. Met gelijkstroom kan ook sneller worden geladen. De laadpalen zijn daarnaast geschikt voor het terugleveren van elektriciteit aan het net (bi-directioneel) en kunnen daarmee dus opgeslagen energie uit de elektrische auto's benutten. Hiermee dragen ze bij aan het dempen van de piekbelasting van Santbergen. Dit vereist wel elektrische auto's die hier geschikt voor zijn.

Voorbeeldproject: Zonnecarport provinciehuis Overijssel

Naam: Zonnelaadstation AmperaPark,

Locatie: provinciehuis Overijssel, Zwolle

Type locatie: carport van zonnepanelen + laadpalen elektrische voertuigen

Netaansluiting: 630 kVA (provinciehuis)

PV vermogen: 18 kWp (circa 60 panelen)

Regeling: nvt

Jaar van realisatie: 2021



Bij het provinciehuis in Zwolle is een lichtgewicht zonnecarport gerealiseerd. De zonnestroominstallatie verwerkt in het dak van de carport is hier gecombineerd met een accu-opslagsysteem van Nilar. Eveneens zijn 6 laadpunten voor elektrische voertuigen aangelegd, 4 AC laadpunten van 22 kW en 2 DC snelladers van 30 kW. Bezoekers kunnen vooraf een laadplek reserveren. Een energie-managementsysteem regelt de optimale beschikbaarheid van zonnestroom voor het opladen van de voertuigen.

9. Gebruik van koude of warmte buffer

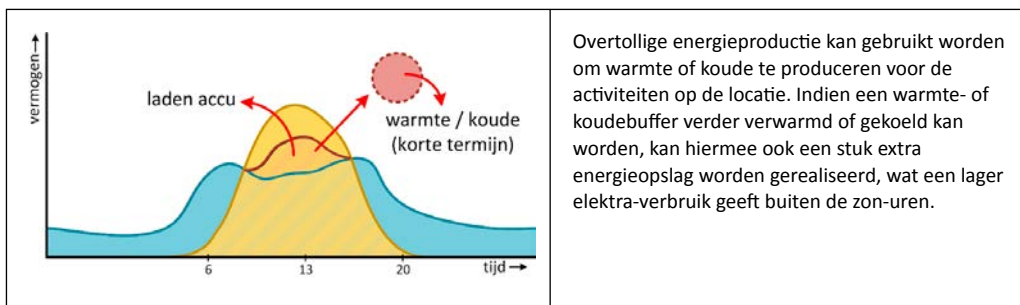
Omzetting van geproduceerde energie naar warmte of koude zodat de energie in andere processen kan worden gebruikt.

Kosten	Flexibiliteit	Effect op het net	Overall toepasbaar	Productie zonnepanelen
--	-	0	--	+

Op sommige locaties wordt voor activiteiten gebruik gemaakt van warmte of koude. Denk bijvoorbeeld aan warm water voor schoonmaken of koelingen voor de opslag van producten. Gebruik van warmte of koude wordt vaak gevoed vanaf een buffervat zodat het direct beschikbaar is voor de activiteiten (een koelruimte is zelf een buffer). De geproduceerde zonne-energie kan worden gebruikt om deze warmte- of koudebuffers te vullen. De geproduceerde elektriciteit wordt daarmee omgezet om gebruikt te worden voor een ander soort energieverbruik. De apparatuur waarmee warmte of koude wordt geproduceerd betreft in veel gevallen regelbaar vermogen en is daarmee in te zetten voor Load shifting. Daarnaast kunnen de buffers vaak verder verwarmd/gekoeld worden dan nodig voor de activiteiten waarvoor ze bedoeld zijn (bijvoorbeeld een vriescel die wordt doorgekoeld van -15° naar -20°). Dit geeft een extra stuurbaar vermogen van energie.

Het formaat van de buffer en het bijhorende bedrijfsproces waarvoor ze gebruikt worden, bepaald uiteindelijk de mogelijke capaciteit van deze energie-omzetting. Een koeling kan niet onbeperkt worden gekoeld en zal limieten kennen afhankelijk van de producten die worden opgeslagen.

Veel van de gebruikte (elektrische) commerciële apparatuur voor warmte of koude is reeds geschikt voor regelbaar vermogen, of kan met kleine aanpassingen geschikt worden gemaakt. Een investering van 1.000 – 3.000 euro is dan al snel voldoende om het in het systeem op te nemen. Indien de apparatuur voorheen op gas gestookt werd, kunnen de kosten aanzienlijk oplopen. Het resultaat is dan echter wel een aanvullende besparing op gas en CO₂ uitstoot.



Gebruik van overtollige energie voor het produceren van warmte of koude kan een bijdrage leveren aan het ontlasten van het net. Het is meestal geen volledige oplossing aangezien ook deze buffers vol kunnen raken of tijdelijk niet gebruikt worden. Een aanvulling zoals (actieve) vermogensbegrenzing of een andere vorm van energieopslag, is daarom noodzakelijk.

Voordelen en Nadelen

- + Meer eigen verbruik van duurzaam opgewekte energie
- + Toepassing van opgewekte elektriciteit in andere soorten energieverbruik
- Toepasbaarheid afhankelijk van de aanwezigheid van een warmte- of koudebuffer op locatie
- Kan grote kosten met zich meebrengen, als er eerst geëlektrificeerd moet worden.

Voorbeeldproject: maatschap Stroo Slootdorp

Naam: Warmtebuffer maatschap Stroo
Locatie: Slootdorp (Wieringermeer)
Type locatie: agrarisch bedrijf
Netaansluiting: 160 kVA -> 630 kVA
PV vermogen: 200 kWp => 700 kWp
Regeling: SDE



Voor de uitbreiding van de bestaande zonnestroom-installatie met 500 kWp naar 700 kWp is de netaansluiting bij maatschap Stroo vergroot van 160 kVA naar 630 kVA. I.v.m. netcongestie is de teruglevercapaciteit tot 2026 echter beperkt tot 75 kW.

Om nuttig gebruik te kunnen maken van de geproduceerde duurzame elektriciteit is gekozen voor de aanleg van een grote warmtebuffer. Overtollige opgewekte elektriciteit wordt omgezet in warmte. Ten behoeve van de opfok van de vleeskuikens is veel warmte nodig. Tevens kan warmte worden ingezet voor de ventilatie bij droging van diverse akkerbouwproducten. Met name de combinatie van activiteiten maakt dat de warmtebuffer efficiënt gebruikt kan worden.

Voorbeeldproject: GTB Finish Waalre

Naam: GTB Finish
Locatie: Waalre
Type locatie: Metaalbehandeling
Netaansluiting: 630 kVA
PV vermogen: 165 kWp
Regeling: SDE++
Realisatiejaar: 2021



Bij GTB Finish is een zon-installatie geplaatst van 165 kW met een verwachte jaarlijkse energieopwekking van zo'n 140.000 kWh. Om zoveel mogelijk energie direct op locatie te gebruiken is het de bedoeling aanpassingen te maken in het productieproces. De procesbaden die verwarmd dienen te worden zullen middels een schakeling in het systeem zoveel mogelijk worden opgewarmd wanneer de zon schijnt. In plaats van het bad telkens te laten afkoelen en 's ochtends weer op te warmen wordt het dan op temperatuur gehouden en overdag bij verwarmd. Hoeveel dit precies aan extra eigen verbruik van zonne-energie zal gaan opleveren zal nog moeten blijken. De belangrijkste uitdaging is het verkrijgen van de juiste data om het systeem aan te kunnen sturen. Daarnaast zijn de benodigde aanpassingen minimaal en is vooral tijd nodig om e.e.a. in te programmeren.

Ontwikkelingen

In deze gids word uitgegaan van praktische, op dit moment toepasbare oplossingen voor zon-projecten die te maken hebben met netcongestie. Aangezien tal van ontwikkelingen gaande zijn, worden hieronder een aantal oplossingen nader belicht die misschien niet nu, maar wel binnen een aantal jaar toepasbaar worden voor zon projecten.

1. Elektrificatie

Een belangrijke trend die reeds is begonnen, is de verdere elektrificatie van verbruik. Hierbij wordt verbruik van gas of andere brandstof vervangen door elektriciteit. De elektrische auto is hier een goed voorbeeld van, maar bijvoorbeeld ook het al breed verspreide elektrisch koken, het elektrisch verwarmen met warmtepompen of koelen met airconditioners. Ook in het bedrijfsleven en de industrie worden steeds meer processen elektrisch aangedreven. Het is de verwachting dat dit de komende jaren sterk zal toenemen.

Dit geeft aanvullende druk op het elektriciteitsnet (capaciteit voor afname) maar dus ook een toenemende vraag naar elektriciteit. Dit biedt een kans voor oplossingen als Load shifting en energieopslag.

2. Doorontwikkeling vormen van energieopslag

Samen met een verdere elektrificatie van ons verbruik en toename van de opwekking van duurzame energie met zonnepanelen (en andere vormen) neemt de behoefte naar energieopslag toe. Er wordt immers op steeds meer momenten, meer energie verbruikt terwijl de energie niet altijd op die momenten zal worden opgewekt. In de markt voor energieopslag zijn dan ook tal van ontwikkelingen gaande, van nieuwe technologieën tot verbetering (en kostenverlaging) van bestaande oplossingen. Als energieopslag nu nog geen passende oplossing voor een project is, zal dat over een aantal jaar misschien heel anders liggen.

3. Productie van waterstof

Een belangrijke ontwikkeling in het kader van energieopslag is de productie van waterstof. In de vorm van waterstof kan energie langer opgeslagen blijven dan bij de inzet van een accu of warmtebuffer en toch flexibel worden ingezet. De waterstof kan gebruikt worden om op de eigen locatie opnieuw om te zetten naar elektriciteit. Het kan voor lange tijd worden opgeslagen, getransporteerd en verkocht worden. Men kan het benutten voor ander toepassingen, zoals bijvoorbeeld in waterstof aangedreven transportmiddelen (auto, vrachtwagen of bijvoorbeeld tractor).

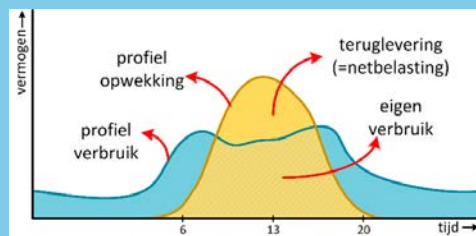
De techniek om waterstof te produceren bestaat al lang. Echter de benodigde apparatuur om de omzetting naar waterstof op kleine schaal te kunnen doen is op dit moment nog volop in (door)ontwikkeling en vrij kostbaar. Daarbij is de omzettings-efficiëntie nu laag, waardoor veel energie verloren gaat.

4. Bi-directioneel laden elektrische auto's

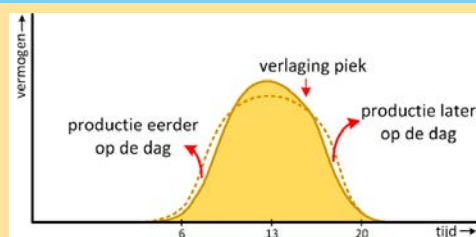
De sterke groei van elektrische auto's betekent ook een sterke toename van de potentiële energieopslag in accu's. Deze opgeslagen energie kan op dit moment alleen gebruikt worden voor het aandrijven van de elektrische auto. Terwijl we voor de overgrote meerderheid van onze autoritten maar een klein deel van deze capaciteit nodig hebben. Er zijn daarom veel ontwikkelingen gaande om de opgeslagen energie in de auto beschikbaar te maken voor bijvoorbeeld huishoudelijk gebruik. Hiervoor zijn echter nieuwe laadpalen en aanpassingen in de auto zelf benodigd. In meerdere pilots wordt uitgezocht wat de effecten hiervan zijn, niet alleen technisch maar ook juridisch en economisch.

Samenvatting oplossingen in profielen

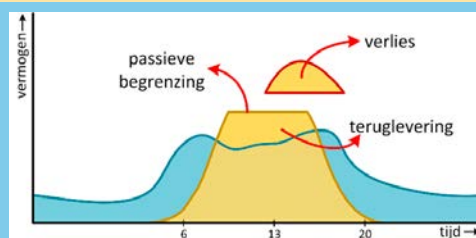
Door het verbruiks- en het opwekprofiel te combineren, wordt inzichtelijk hoeveel energie daadwerkelijk direct op locatie wordt verbruikt (gelijktijdig), en hoeveel van de opwekking wordt teruggeleverd. Deze analyse dient over het bereik van een hele jaar gedaan te worden om rekening te houden met de variaties in het verbruik en in opwekking van de zonnepanelen.



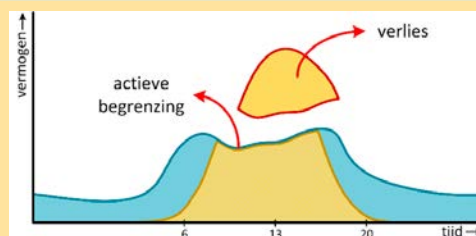
1. Opwek van een zuid-georiënteerd PV systeem (gele lijn) vergeleken met de alternatieve opstelling van een oost-west systeem (gestippelde lijn). De piek rond het middaguur van een oost-west systeem is lager. Daarbij is er eerder en later op de dag meer productie te verwachten. Bij grotere hellingshoeken van alternatieve systemen neemt deze verschuiving verder toe.



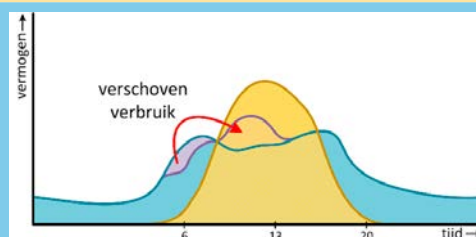
2. Bij passieve vermogensbeperking wordt de productie op piekmomenten begrensd. Het typische opwekprofiel van zonnepanelen (gele lijn) wordt daardoor 'afgetopt'. De piekproductie gaat verloren. Deze verliezen zijn vaak klein vanwege het beperkte aantal 'piekdagen' in Nederland. Ondanks de beperkte productie blijft er vaak een deel teruglevering bestaan.



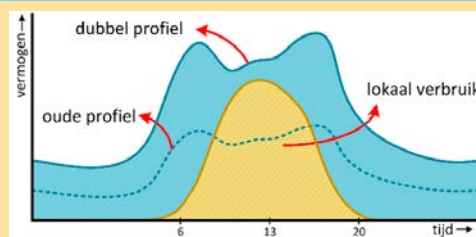
3. Door actieve vermogensbegrenzing wordt de energieproductie van de zonnepanelen afgestemd op het verbruik op locatie. Hierdoor kan het systeem worden teruggeregeld zodat er verminderd of helemaal niet wordt teruggeleverd aan het net. De overgebleven energie gaat echter wel verloren. De actieve begrenzing is gemakkelijk aan te passen of uit te zetten.



4. Middels load shifting wordt het eigen verbruik aangepast aan de beschikbare energieproductie. Hierdoor wordt er meer opgewekte energie direct benut. Daarbij kan het 'vershoven' verbruik aanvullende voordelen opleveren, zoals vermeden hoge energietarieven tijdens piekuren. Er dienen wel apparaten aanwezig te zijn die geschikt zijn voor deze aansturing.

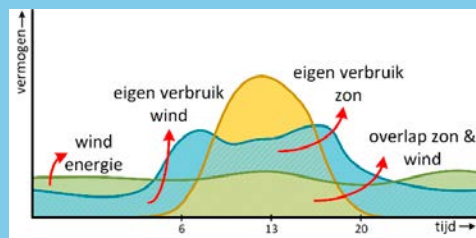


5. Combinatie van verbruiksprofielen (koppelen van verbruikers) kan er voor zorgen dat (lokaal) opgewekte energie direct verbruikt kan worden. Hiermee wordt minder extra belasting op het openbare net bereikt. Ook kunnen bestaande netaansluitingen op deze wijze effectief gebruikt worden.

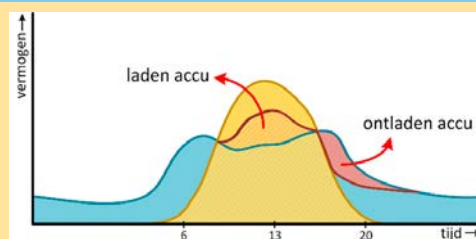


Samenvatting oplossingen in profielen

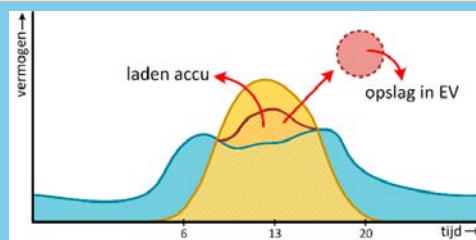
6. Bij het combineren van zon en wind vullen de profielen van opwekking door zonnepanelen (geel) en wind (groen) elkaar goed aan. Naast de weergegeven daggrafiek is er ook een goed complementair jaarprofiel, met veel meer opwekking door zonnepanelen in de zomermaanden en juist meer windenergie in de wintermaanden.



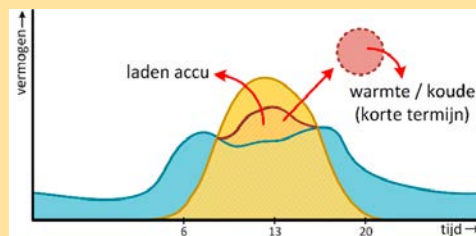
7. Door middel van opslag in een accu-systeem kan een deel van de elektriciteits-opwekking op latere momenten gebruikt worden. Dit betekent dus meer minder teruglevering op momenten van opwekking en minder afname van het net op latere momenten. Accuopslag kan ook op andere wijze worden ingezet, bv voor het opvangen van pieken in opwekking of verbruik.



8. Bij het laden van elektrische auto's wordt een extra regelbaar verbruik benut waarmee (een deel van) de overproductie kan worden opgeslagen. De opgeslagen energie wordt ingezet voor elektrisch transport. De mogelijkheden zijn afhankelijk van de locatie en de beschikbaarheid van elektrische auto's.



9. Overtollige elektriciteitsproductie kan worden omgezet in warmte of koude om te gebruiken ten behoeve van de activiteiten op locatie. Indien een warmte- of koudebuffer verder verwarmd of gekoeld kan worden kan hiermee ook extra energieopslag worden gerealiseerd.

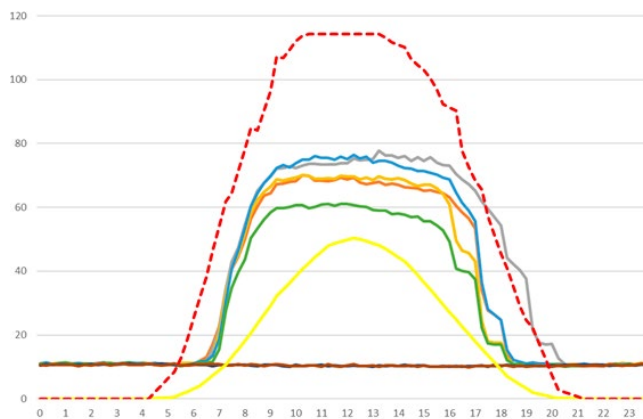


Voorbeeld van de uitwerking van passende oplossing

Hieronder volgt een voorbeeld van de uitwerking van een passende oplossing voor een locatie. Daarbij wordt uitgegaan van de stappen in het deel 'Hoe kies ik een goede oplossing?' (pagina 6). De situatie: in dit voorbeeld wordt een typische bedrijfslocatie aangehouden met variërende bezetting door de week heen. Het totale jaarverbruik van de locatie is 240.000 kWh. Uit de eerste ontwerpen van de installateur is naar voren gekomen dat er maximaal 160 kWp zonnepanelen geplaatst kan worden in oost-west opstelling, met een gemiddelde jaarlijkse opwekking van 139.000 kWh.

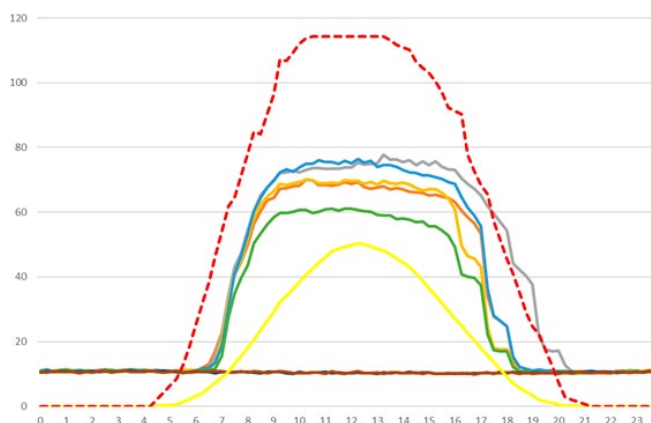
Stap 1: Analyse

Om goed inzicht te krijgen in de mate van eigen verbruik en teruglevering wordt een gelijktijdigheidsberekening gemaakt. Bij het meetbedrijf zijn de kwartierwaarden van het afgelopen jaar opgevraagd en bij de installateur het verwachte opwekkingsprofiel van de zonnepanelen. Hieruit volgt de analyse zoals rechts in de afbeelding aangegeven. Ook al past de gemiddelde zon-opwekking (gele lijn) goed bij het verbruik doordeweeks, toch wordt zo'n 42.000 kWh (30 %) teruggeleverd aan het net. Met name in de weekenddagen is er weinig activiteit waardoor veel wordt teruggeleverd, en bij piekproductie (rode stippelijijn) zal de productie het verbruik snel overtreffen.



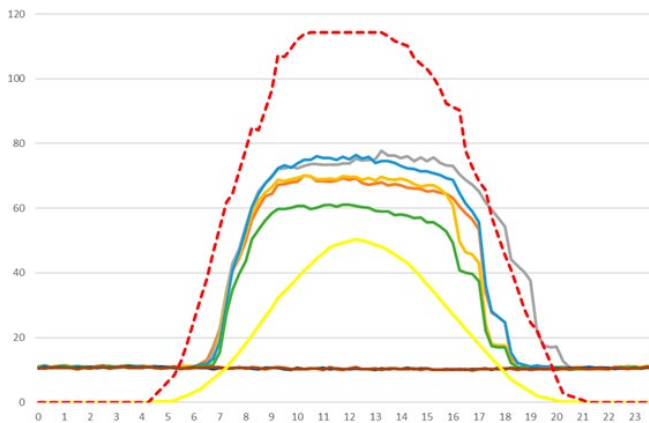
Stap 2: Aanpassen opwekking

De makkelijkste (deel)oplossing is het aanpassen van de zonne-energie-productie (de installatie is immers nog niet gerealiseerd). In dit geval is dit tweeledig; ten eerste wordt het aantal panelen verminderd tot een maximaal vermogen van 130 kWp. Daarnaast wordt een kleinere omvormer van toegepast (75kW) waardoor een deel van de productie 'afgetopt' zal worden. Hiermee wordt de maximale productie van het systeem beter afgestemd op het maximale (doordeweekse) verbruik op de locatie. De opwekking van het systeem neemt af naar 110.000 kWh, met een te verwachte teruglevering van 25.000 kWh (23%). De teruglevering vindt vooral nog in de weekenden plaats.



Stap 3: Verhogen eigen verbruik

De volgende stap is het zoeken naar verbruik binnen het bedrijf dat eventueel verschoven kan worden naar momenten dat de zon schijnt. Het bedrijf in kwestie heeft hier zelf weinig opties voor en daarbij ligt het 'probleem' vooral in de weekenden als het bedrijf toch al gesloten is. Omdat het bedrijf zich in een woonwijk bevindt wordt er voor gekozen om samen met de zonnestroom-installatie een aantal openbare laadpalen te realiseren waar eigen werknemers en buurtbewoners hun elektrische auto kunnen opladen. De verwachting is dat dit een extra verbruik overdag met zich meebrengt. Door deze toepassing neemt de teruglevering verder af naar zo'n 17.000 kWh (15 %) per jaar. Het verbruik neemt toe naar zo'n 270.000 kWh per jaar.



Stap 4: Opslag van Energie

Ondanks bovenstaande maatregelen blijft er een teruglevering bestaan van zo'n 15%. Een van de opties voor het bedrijf is om aanvullende (accu) opslag te overwegen. Hierdoor zou een deel van de overproductie gebruikt kunnen worden op andere momenten, bijvoorbeeld voor het vrij stabiele nacht- en weekendverbruik van de locatie. Voor dit voorbeeld zou dat een accu betekenen van zo'n 100 kWh met een vermogen van 15 kW. Meegenomen in de gelijktijdigheidsberekeningen zorgt dit er voor dat nog eens 7.000 kWh (via de accu) op locatie wordt verbruikt. De teruglevering neemt verder af naar 10.000 kWh (9%) per jaar.

Stap 5: Overige oplossingen

Omdat het bedrijf al veel zelf heeft kunnen oplossen wordt er niet naar andere aanvullende oplossingen gekeken, zoals combineren met windenergie of aansluiten bij een van de burens.

Stap 6: Herhaal stappen

Na het doornemen van bovenstaande stappen blijven altijd opties over om te optimaliseren. Zo is er in stap 3, vanwege de laadpalen, meer verbruik en piekvermogen bijgekomen. Dit zou op zijn beurt kunnen leiden tot een grotere zon-installatie of gebruik van een grotere omvormer. Ook zou bij het bepalen van een eventuele energieopslag bekeken kunnen worden of deze op andere of aanvullende manieren kan worden benut, zoals het inzetten van de opslag voor het wegnemen van verbruikspieken of het inkopen van goedkope energie in de nacht.

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Prinses Beatrixlaan 2 | 2595 AL Den Haag
Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag
T +31 (0) 88 042 42 42
[Contact](#)
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | oktober 2022
Publicatienummer: RVO-211-2022/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.