



## Slimme sturing van warmtepompen

# ZONNE-ENERGIE



### Wat is het?

- **Maximaliseren gebruik zonne-energie** voor verwarming en SWW
- Warmtevraag verschuiven door gebruik te maken van **warmteopslag** in woning/boiler

### Potentieel

- Winst voor ruimteverwarming mogelijk in **tussenseizoenen**, beperkt in winter, **Theoretisch maximaal** aandeel hernieuwbare energie verwarming **ca. 30 %**
- Potentieel vergroot als er **vloerverwarming of veel PV** aanwezig is
- Sanitair: veel winst mogelijk in **zomer**



## TIPS & TRICKS

### SANITAIR

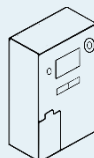
→ Verhoog het setpunt van het boilervat (bv. 55 °C)



Zuid	11 - 15u
Oost+West	11 - 15u
Oost	9 - 13u
West	13 - 17u

→ Let op dat de elektrische weerstand niet bijspringt!

→ Sturen op injectie met een vaste drempelwaarde levert niet meer op dan een simpele kloksturing.



→ Stem het vermogen van de WP of elektrische weerstand af op het beschikbare PV-overschot

### VERWARMING



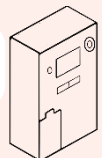
→ Verhoog het setpunt van de kamerthermostaat (bv. 2 °C):

Zuid	10 - 17u
Oost+West	10 - 17u
Oost	8 - 14u
West	12 - 18u

→ Geef **voorrang aan WP** voor andere verbruikers

→ Verhoging stooklijn enkel toepassen als veel PV, liefst in combinatie met vloerverwarming

→ Min. aan en uit tijd van boost signaal ±15 minuten



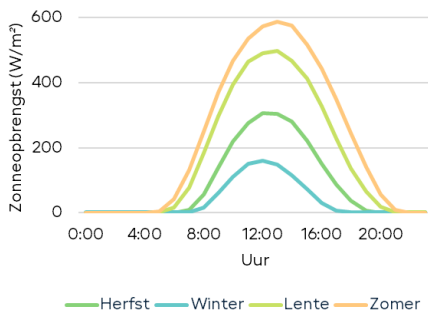
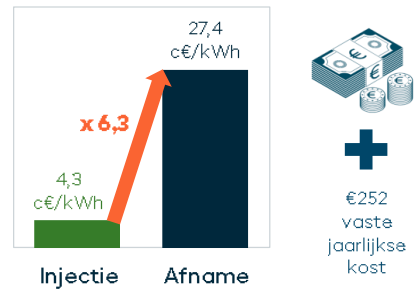
→ Gebruik weersvoorspelling

→ Liefst op basis van het volgende uur en niet 24 uur op voorhand

## Wat is sturing op zonne-energie?

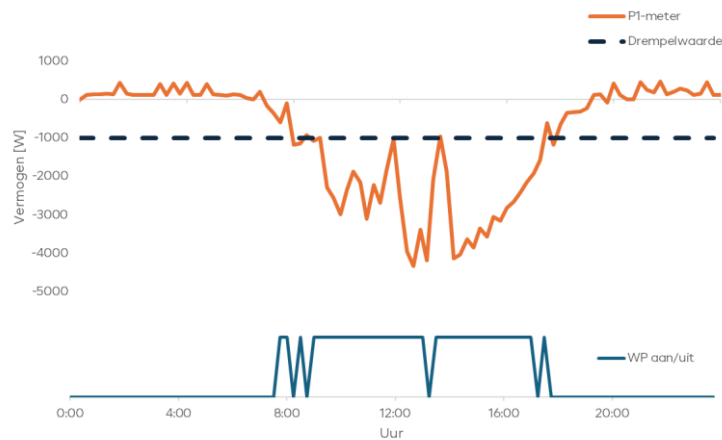
Zonnepanelen produceren vaak meer energie dan je op dat moment verbruikt. In plaats van deze overschot terug te leveren aan het elektriciteitsnet, kan het voordeliger zijn om deze energie te gebruiken voor de werking van een warmtepomp. Dit komt omdat het tarief voor teruggeleverde stroom ongeveer zes keer lager is dan het tarief voor afgenomen elektriciteit in 2024. Daarom is het zeer interessant om zoveel mogelijk van deze energie zelf te gebruiken en zo later energie uit te sparen. De stimulans om zonne-energie direct te benutten is momenteel zo groot, dat het rendement van de warmtepomp minder belangrijk wordt en zelfs een elektrische weerstand interessant kan zijn om te gebruiken. Een uitdaging bij het slim aansturen op basis van zonne-energie is de traagheid in de reactie van de warmtepomp. Hierdoor kan het voorkomen dat je extra energie verbruikt op momenten dat de zonne-energie al verdwenen is of door andere apparaten wordt gebruikt.

Verbruiksprijzen 2024



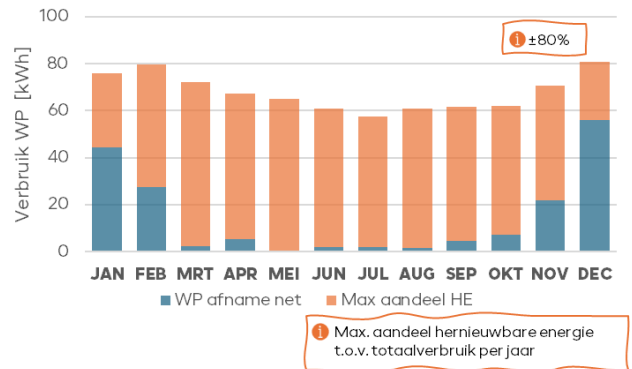
De hoeveelheid zonne-energie verschilt per seizoen en ook de oriëntatie en helling van de PV-panelen spelen een rol. Maar op zich zijn de momenten voorspelbaar en kan je bijvoorbeeld met een tijdschema al veel optimaliseren, zeker in combinatie met trage systemen zoals vloerverwarming. Om actief te sturen op zonne-energie kan je gebruik maken van de digitale meter, waar je het gemeten injectievermogen kan opvragen. Wanneer een ingestelde drempelwaarde

van deze injectie wordt bereikt, kan de warmtepomp aangestuurd worden om deze zonne-energie optimaal te benutten. Wanneer gebruik gemaakt wordt van injectie om te sturen, heeft het huisverbruik een grote invloed op de stuursignalen naar de warmtepomp en moet er dus opgelet worden met pendelgedrag van de sturing. Een alternatief is het gebruiken van de opgewekte zonne-energie voor het bepalen van het stuursignaal, wat kan door een energiemeter aan de PV omvormer aan te sluiten of de omvormer uit te lezen.



## Potentieel

Het verbruik van de warmtepomp voor de aanmaak van sanitair warm water blijft nagenoeg gelijk gedurende het ganse jaar en vooral in het tussenseizoen en in de zomer levert zelfs een kleine PV-installatie in principe al snel voldoende zonne-energie om het grootste deel van de vraag te dekken. In bovenstaande grafiek wordt het elektrisch verbruik van een warmtepompboiler voor een gezin van 3 personen weergegeven. Daarnaast wordt het theoretisch haalbare aandeel hernieuwbare energie (HE) getoond, ervan uitgaand dat het overschot aan PV (na aftrek van huishoudelijk verbruik) op dag basis maximaal door de warmtepompboiler wordt gebruikt.



## Hoe slim sturen?

Om de energie van zonnepanelen optimaal te benutten, verhogen we het setpunt van de boiler wanneer er zonne-energie beschikbaar is. We kunnen dit doen via kloksturing of door sturing op injectie.

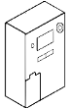


Kloksturing op een vast tijdstip is éénvoudig te implementeren en is een robuuste oplossing. Een kloksturing zorgt ervoor dat het aandeel hernieuwbare energie in het elektrisch verbruik van de WP toeneemt. Om optimaal gebruik te maken van PV-overschot, begin je best niet te vroeg te boosten. Begin je bijvoorbeeld bij panelen op het zuiden in de voormiddag te boosten bij lagere PV-overschotten, zal het vat tegen de middag opgewarmd zijn op voornamelijk energie van het net en is er geen ruimte meer om de namiddagzon te benutten.

Bijgevoegde figuur geeft een indicatie van de klokinstellingen in functie van de oriëntatie van de PV-panelen. In functie van de opwarmtijd van de boiler kan je de tijdspanne nog wat vergroten of verkleinen. Zo hebben de meeste warmtepompen met standaard boiler een opwarmtijd van 1-2 u., maar kan een warmtepompboiler tot 9 uur nodig hebben.

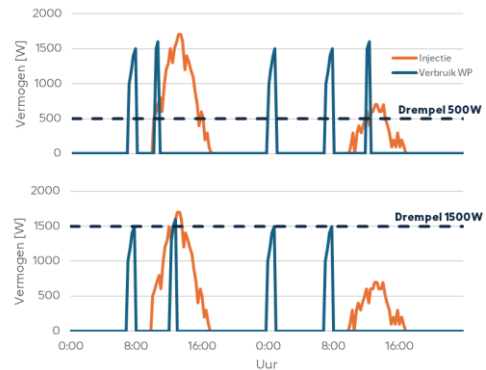
Zuid	11 - 15u
Oost+West	11 - 15u
Oost	9 - 13u
West	13 - 17u

De beste resultaten behaal je wanneer je boost naar een zo hoog mogelijke temperatuur. Vermijd echter de temperatuur zo hoog in te stellen dat de elektrische weerstand moet tussenkomen tijdens het boosten. Als dat het geval is riskeer je met een kloksturing slechter af te zijn dan zonder slimme sturing, omdat je tijdens de boost momenten op jaarbasis toch nog altijd meer dan de helft van de energie van het net haalt.



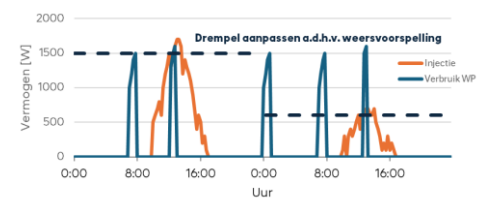
Bij een WP die met een redelijk rendement kan boosten naar bv. 60 °C, werkt een kloksturing goed en valt er weinig extra te halen uit een slimme sturing op PV-injectie. Omdat het aantal draaiuren om het vat te vullen beperkt is, is het belangrijk dat de korte boostperiode zo goed mogelijk samenvalt met de hoogste zonneopbrengst op een dag. Onderstaande figuren tonen dat dit niet goed werkt met een sturing op injectie die gebruik maakt van een vaste drempelwaarde.

Bij een drempelwaarde van 500 W, toont de figuur hiernaast, dat het vat op een zonnige dag te snel wordt geboost waardoor de piek wordt mislopen. Een drempelwaarde van 1500 W toont dat het vat op een dag met minder zon niet wordt geboost. Dit verklaart waarom een kloksturing, waarbij je sowieso mikt op het moment van de dag waarop het meeste zon verwacht wordt, goed werkt.



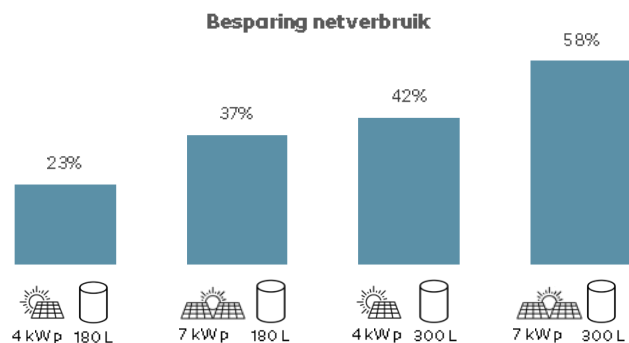
Een slimme sturing op injectie kan wel betere resultaten geven als je het vermogen van de warmtepomp (of elektrische weerstand) kan afstemmen op het beschikbare PV-overschot, zodat je enkel boost op zonne-energie. Idealiter laat je bovendien de boiler overdag enkel opwarmen bij PV-overschot, maar dit betekent uiteraard een hoger risico op discomfort.

Daarnaast kan een weersvoorspelling helpen om de drempelwaarde dynamisch te bepalen. Door dagelijks de piek in de voorspelde zonnestraling te analyseren, kan de drempelwaarde automatisch worden aangepast. Zo schakelt de warmtepomp in op het moment van de hoogste opbrengst, wat de efficiëntie van de regeling verhoogt.



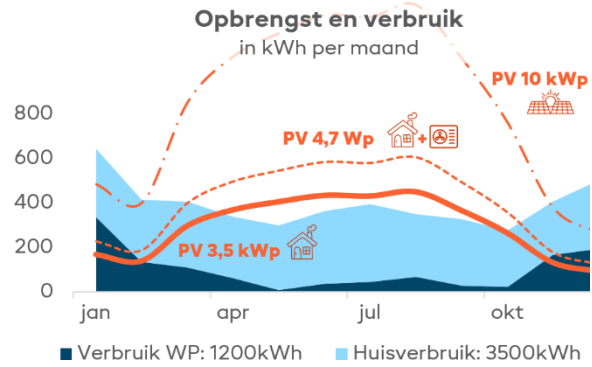
## Besparing volgens cases

De figuur hiernaast geeft een indicatie van de besparing op het netverbruik bij toepassen van kloksturing, voor een gezin van 3 à 4 personen. Er worden varianten getoond met extra PV-panelen (t.o.v. wat nodig is voor enkel huishoudelijk verbruik) en met een overgedimensioneerd opslagvat.

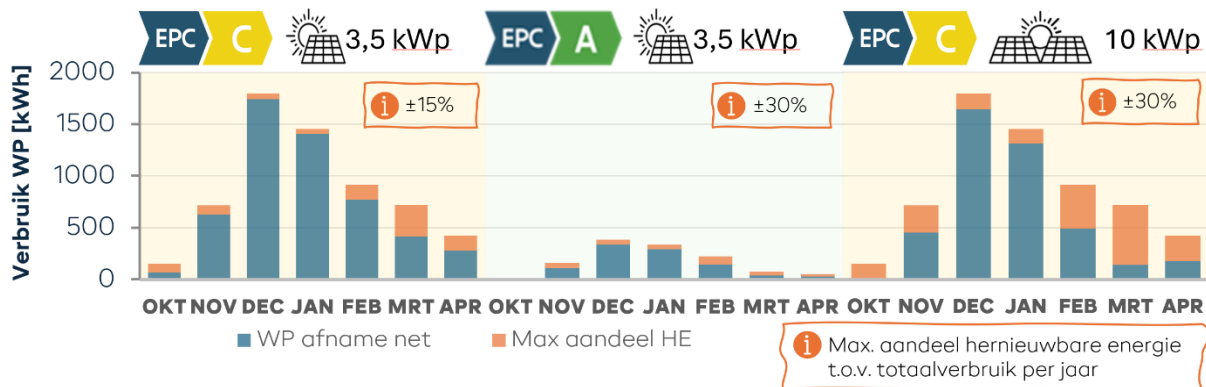


Potentieel

De ‘zonneparadox’ verwijst naar het fenomeen waarbij het potentieel om zonne-energie in te zetten voor ruimteverwarming beperkt is. Dit komt doordat de beschikbaarheid van zonne-energie juist het laagst is tijdens de wintermaanden, wanneer de behoefte aan verwarming het hoogst is. Vaak werd een PV- installatie gedimensioneerd op het huisverbruik ( $\pm 3,5$  kWp), maar de figuur hiernaast toont dat er in dit geval weinig zonne-energie beschikbaar is op het moment dat de warmtepomp veel verbruikt en dat het meeste reeds gebruikt wordt door het huisverbruik. Als de PV-installatie groter gedimensioneerd wordt ( $\pm 4,7$  kWp), rekening houdend met het verbruik van de warmtepomp, is er echter geen grote verbetering voor de warmtepomp. Het is pas als er zeer veel PV geplaatst wordt (bv. 10 kWp) dat er tijdens het stookseizoen meer energie beschikbaar is voor de warmtepomp.



In onderstaande grafieken wordt het elektrisch verbruik van de warmtepomp gedurende het stookseizoen in 2022 weergegeven. Daarnaast wordt het theoretisch haalbare aandeel hernieuwbare energie (HE) getoond, ervan uitgaand dat het overschot aan PV (na aftrek van huishoudelijk verbruik) op dagbasis maximaal door de warmtepomp wordt gebruikt. Het grootste potentieel bevindt zich duidelijk in de lente wanneer het aantal zonne-uren terug oploopt en er toch nog vraag is naar verwarming. Indien er in de zomer ook wordt gekoeld met een omkeerbare warmtepomp, kan het grootste deel van de koelvraag wel gedekt worden met hernieuwbare energie.



## Hoe slim sturen?

Om de energie van zonnepanelen optimaal te benutten, kan een warmtepomp op verschillende manieren worden aangestuurd. Zo kan je ervoor zorgen dat de warmtepomp vooral werkt wanneer er zonne-energie beschikbaar is, wat niet alleen het elektriciteitsverbruik van het net verlaagt maar ook de energiekosten vermindert. Er zijn twee veelgebruikte sturingsmethoden die oplopen in complexiteit: kloksturing en sturing op basis van injectie.



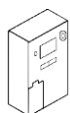
Voor optimale efficiëntie moet het **klokprogramma** afgestemd zijn op de opbrengst van de zonnepanelen, afhankelijk van hun oriëntatie en helling. Bijgevoegde figuur geeft een voorbeeld van goede instellingen voor de hoofd oriëntaties.



Kloksturing doe je best in combinatie met een verhoging van de ruimtetemperatuur. In de tussenseizoenen en winter werkt de warmtepomp zonder slimme sturing vaak op momenten met weinig of geen zonne-energie. Door het setpunt van de kamerthermostaat te verhogen op momenten dat er zon wordt verwacht, kan de warmtevraag verschuiven naar periodes met zon.



Het verhogen van de stooklijn in combinatie met kloksturing is niet aanbevolen. Bij een stooklijnverhoging werkt de warmtepomp met een slechter rendement. Doe je dit systematisch tijdens de ingestelde tijdschema's, dus ook in de winter of op bewolkte dagen, dan wordt het extra elektriciteitsverbruik van de warmtepomp vaak geleverd door elektriciteit van het net, wat de efficiëntie van de kloksturing tenietdoet.



Wanneer de **digitale meter** uitgelezen wordt, kan een drempelwaarde op de geïnjecteerde energie gebruikt worden om de warmtepomp te boosten. Omdat je nu vooral mikt op boostmomenten wanneer er PV-overschot is, kan een stooklijnverhoging in bepaalde situaties wel zinvol zijn. De optimale instellingen (ruimtetemperatuur -, stooklijnverhoging en drempelwaarde ) zijn afhankelijk van aantal PV-panelen, warmtevraag, COP-curve en dimensionering en dus per situatie verschillend. Hieronder vind je enkele veilige richtlijnen.

Bij grotere PV-installaties of bij goed geïsoleerde woningen, raden we een stooklijnverhoging aan. Voor een efficiënte werking en om pendelen te voorkomen, is het belangrijk om bij een stooklijnverhoging ook de ruimtetemperatuur te verhogen (bv. 5 °C stooklijnverhoging vereist 2 °C extra ruimtetemperatuur). Bij radiatoren stel je de ruimtetemperatuur best iets hoger in (eerder +5 °C). De drempelwaarde leg je rond 10 % van het thermisch vermogen van de warmtepomp bij -7 °C. Hoe groter de PV-installatie, hoe minder kritisch de drempelwaarde voor inschakeling is. De grootste besparingen haal je met vloerverwarming.



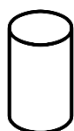
Bij een kleine PV-installatie in een minder goed geïsoleerde woning raden we aan om de warmtevraag te verschuiven door tijdelijk een verhoging van de gewenste ruimtetemperatuur (bv. 2 °C) toe te passen. De drempelwaarde mag laag worden ingesteld, op ±5 % van het thermisch vermogen van de warmtepomp bij -7 °C. Bij overgedimensioneerde warmtepompen of installaties met vloerverwarming kan een kleine stooklijnverhoging (bv. 2 °C) een klein voordeel geven.



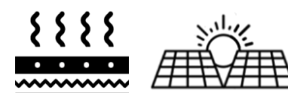
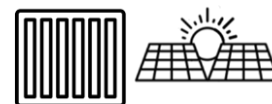


Voor een meer **geavanceerde regeling** kan je werken met weersvoorspellingen om de warmtepomp slimmer aan sturen. Door rekening te houden met de verwachte zoninstraling en buitentemperatuur, kun je de warmtebehoefte van je woning beter voorspellen en hierop inspelen. Hoewel weersvoorspellingen niet altijd nauwkeurig zijn, kan het toch voordelen bieden, vooral bij wisselvallig weer. In plaats van de warmtepomp continu te laten schakelen tussen normale werking en het tijdelijk 'boosten' bij zonnige momenten, kan het systeem juist zo worden ingesteld dat de warmtepomp langer aaneengesloten draait in de boostmodus. Dit vermindert het onnodig schakelen tussen de normale werking en boostmodus bij kortstondige zonnige periodes.

Om dit te kunnen toepassen heb je een gebouwbeheersysteem nodig dat de weersvoorspelling kan inlezen en de warmtepomp op het juiste moment kan aansturen. Wanneer de zoninstraling voor de volgende dag boven een gekozen drempelwaarde wordt voorspeld, kun je instellen dat de ruimtetemperatuur en/of stooklijn tijdelijk worden verhoogd. Tijdens de overige uren zonder zoninstraling kan de stooklijn dan juist worden verlaagd om oververhitting te voorkomen.



Voor een label C-woning met 9000 Wp PV en radiatoren kan een **buffervat** van 1800 liter met een boost van 20 °C het verbruik iets verlagen vergeleken met een installatie met slimme sturing zonder buffervat. De benodigde aanvoertemperatuur (60 °C) verlaagt echter de COP van de warmtepomp, waardoor vaak een buffervat van meer dan 2000 liter vereist is om rendabel te zijn. Vanwege de hoge aankoopkosten en beperkte besparingen is dit meestal niet rendabel. Voor een label A-woning met 6000 à 9000 Wp PV en een buffervat van 1500 liter met een boost van 10 °C is het verbruik ongeveer gelijk aan een systeem zonder buffervat maar met slimme sturing.



## BSB Besparing volgens cases

De onderstaande cases laten zien dat de besparing op het netverbruik sterk afhankelijk is van factoren zoals de isolatiewaarde van het gebouw, het aantal PV-panelen, de dimensionering van de warmtepomp en de ingestelde temperatuurverhogingen.

Uit de cases blijkt dat hoe meer PV-panelen er zijn, hoe groter de besparing op het netverbruik is. Vloerverwarming levert meer besparing op dan radiatoren vanwege de hogere thermische massa, waardoor de warmte efficiënter wordt vastgehouden en gelijkmatiger wordt afgegeven. In woningen met energielabel A is de besparing in procenten hoger, maar in euro's levert de slimme sturing bij een label C-woning vaak meer besparing op vanwege het hogere energieverbruik.

Het installeren van een buffervat speciaal voor slimme sturing wordt niet aanbevolen, omdat de energiebesparing lager kan uitvallen dan bij een installatie zonder buffervat. Wanneer er echter al een buffervat aanwezig is, kan slimme sturing wél effectief zijn om de energie-efficiëntie te verhogen.

