

Warmteopslag maakt zonne dak nog interessanter

Met een gemiddeld rendement van 30 procent wordt door zonnedaken zonne-energie het meest efficiënt opgewekt: fors meer dan het rendement van fotovoltaïsche panelen (maximaal 20 procent) of biomassa (minder dan 1 procent bij het verbranden van hout). Wordt zonnewarmte voor 24 uur opgeslagen voor gebruik in de nacht, dan zou het rendement meer dan verdubbelen.

Tekst: Jeroen Wildschut Wageningen Plant Research
Fotografie: WUR

Het huidige aandeel thermische duurzame energie is slechts 1,2 procent van het totale energieverbruik voor warmte in de bloembollensector. Met een zonnedak wordt zonnewarmte benut voor het drogen en bewaren van bloembollen en kan op eenvoudige wijze veel energie bespaard worden. In de bloembollensector kan het aandeel duurzaam opgewekte thermische energie hiermee fors toenemen. Twintig bloembollenbedrijven met een zonnedak zijn benaderd om in kaart te brengen welke typen zonnedaken in de praktijk toegepast worden, wat daar de rendementen van zijn en wat mogelijke verbeteringen zouden kunnen zijn.



Foto 1 Overstekruimte waarmee buitenlucht wordt binnengelaten die gemengd wordt met de opgewarmde lucht van het zonnedak om de juiste temperatuur te verkrijgen. Dit wordt met kleppen geregeld.

De twee meest gangbare typen zonnedaken (zonnewarmtecollectoren) in de bloembollensector zijn de zogenoemde bedekte en de onbedekte vlakkeplaatcollectoren, weergegeven in [\[zie figuur 1\]](#).

ONBEDEKTE COLLECTOREN

Het eenvoudigste type is dat waarbij de bij voorkeur zwart geverfde metalen of eternieten dakplaten als absorberende plaat fungeren. Onder deze plaat is een ruimte van 60–80 cm, die van de schuurruimte afgescheiden is door goed isolerende sandwichpanelen. De lucht stroomt door aanzuiging met de ventilatieventilatoren via een opening op het dak de ruimte in en wordt door de zonnestraling absorberende dakplaat verwarmd. Afhankelijk van de gewenste celtemperatuur wordt bijgemengd met buitenlucht die via de overstekruimte [\[zie foto 1\]](#) wordt binnengehaald.

Door de ondersteunende constructies en naarmate de luchtsnelheid hoger is, is de luchtstroom in de ruimte turbulentier. Dit bevordert de opname van warmte door de ventilatielucht. Door de isolatie van het plafond verliest de lucht maar weinig warmte naar de schuur. De door de zonnestraling opgewarmde collectorplaat geeft dus zijn warmte door aan de ventilatielucht via convectie, maar verliest deze in toenemende mate ook aan de buitenlucht naarmate er meer wind is. Het warmteverlies is evenredig met het temperatuurver-

schil tussen buitenlucht en collectorplaat. Daarnaast verliest de collectorplaat ook warmte door infrarode uitstraling.

BEDEKTE COLLECTOREN

Bij de bedekte collectoren laat het transparante dek de zonnestraling door die vervolgens de collectorplaat opwarmt. De lucht stroomt daar dan bovenlangs. Warmteverlies naar buiten toe wordt beperkt doordat de transparante plaat in vergelijking met de onbedekte plaat convectie beperkt (minder last van de wind), en omdat glasplaat de infrarode uitstraling van de collectorplaat sterk beperkt (broeikaseffect). Plastics (polycarbonaat) laten zonnestraling ook goed door, maar houden infrarode straling minder tegen dan glas.

Technische ontwikkelingen vinden plaats op het gebied van materialen om reflectie van zonnestraling door het glasdek zoveel mogelijk te beperken, om infrarode uitstraling van collectorplaten te beperken (coatings) en om het plafond van de schuur zo goed mogelijk te isoleren van ruimte waar de verwarmde lucht door stroomt.

In de bloembollensector worden van het bedekte type zonnecollector twee varianten toegepast: één waarbij de schuurruimte door panelen goed geïsoleerd is van de ruimte met glasdek [\[zie foto 2\]](#). En één waarbij meer sprake is van een schuurkas, waarbij de ruimte onder de nok met een energiescherm is afgescheiden.

RENDEMENT

Om benutting van zonnewarmte op de verschillende bedrijven te kunnen vergelijken, is een rekenmodel ontwikkeld waarmee energieopbrengsten en rendementen kunnen worden bepaald. Dit op basis van de door de klimaatcomputer geregistreerde gegevens zoals instraling, ventilatiedebiet en temperatuurverschillen tussen de buitenlucht, de cellucht en de lucht in het zonnedak. Van de twintig bedrijven met een zonnedak waren er uiteindelijk maar zeven bedrijven waarvan de klimaatcompu-



Foto 2 Variant van het type bedekte zonnecollector waarbij de schuurruimte door sandwichpanelen goed geïsoleerd is van de ruimte met glasdek

ters de benodigde gegevens registreerden en ook uitgelezen konden worden.

Het model berekent per m² zonnedak de tijdens het droog- en bewaarseizoen totale ingestraalde zonnewarmte, de warmtevraag, de maximale nuttig geleverde warmte, de opgenomen warmte en de leverbare warmte indien warmteopslag voor één of voor drie dagen mogelijk zou zijn. In [grafiek 1](#) zijn de resultaten samengevat voor een bedrijf dat met zonnewarmte droogt en bewaart. De figuur laat de cumulatieve warmtevraag zien in de periode van half juni tot 1 november. De warmtevraag stijgt tot de derde week van juni snel vanwege de warmtevraag voor drogen plus bewaren, daarna minder snel omdat er alleen bewaard wordt. De warmtevraag overtreft hier wat de zon in totaal levert. Wat het zonnedak nuttig levert is ongeveer 40 procent van het totaal, maar wat opgenomen wordt door de ventilatielucht is iets meer: een deel van de warmte uit het zonnedak wordt overdag opgenomen door de zolder vanwaar de lucht naar de cellen toe verdeeld wordt en deze warmte wordt 's avonds nageleverd.

WARMTEOPSLAG

Veel zonnewarmte blijft onbenut omdat overdag de warmtevraag vaak kleiner is dan de hoeveelheid zonnewarmte. Door dit overschot voor maximaal 24 uur op te slaan zou het rendement op dit bedrijf van 40 procent naar ongeveer 63 procent kunnen gaan. Wanneer het warmteover-

baar is, maar dekken hiermee wel een voldoende groot deel van de warmtevraag van het droogproces. Warmteterugwinning en nalevering van gebouwwarmte vergroten het benutten van zonnewarmte.

AANBEVELINGEN

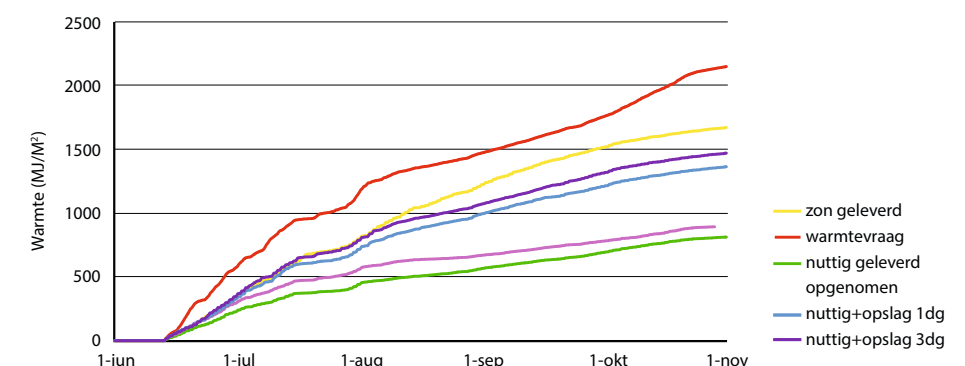
Uitgaande van een investering voor twintig jaar en gerekend met een over die periode gemiddelde gasprijs van € 0,75/m³, zou warmteopslag bij de met glas bedekte zonnedaken zeer rendabel zijn.

Bij de zonnedaken met een metalen dak die alleen voor drogen worden gebruikt, zou warmteopslag ook bij een gasprijs van € 0,75 niet renderen, maar wordt zo'n zonnedak ook voor bewaren gebruikt, dan zou warmteopslag het rendement bijna verdubbelen.

Het met glas afgedekte zonnedak is het meest aanbevolen type. Het zonnedak met een metalen dak zou verbeterd kunnen worden door er alsnog een glazen dek boven te plaatsen. Warmteopslag is aanbevolen voor zonnedaken die voor bewaren (of voor bewaren plus drogen) worden gebruikt, maar niet voor zonnedaken die uitsluitend voor drogen gebruikt worden. In dit laatste geval wordt aanbevolen het dak ook voor bewaren te gebruiken door naar de bewaarcellen ruime kanalen aan te leggen. Op deze manier wordt het rendement verhoogd en vindt ook enige nalevering vanuit de kanalen plaats.

Naar voor bloembollenbedrijven efficiënte methoden van 24 uren warmteopslag in bijvoorbeeld ondergrondse watertanks, of met PCM (Phase Change Materials), is nader onderzoek & ontwikkeling nodig.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Stuurgroep Schone en Zuinige Bloembollen / Meerjarenafspraken energie Bloembollen (KAVB, ministerie EZ, RVO.nl en telers).



Grafiek 1 Productie en vraag van zonnewarmte op een van de deelnemende bedrijven en rendement bij opslag van warmte gedurende een dag of drie dagen