

DRAAIBOEK GLITCH

Benutting van laagwaardige warmte

Onderzoek uitgevoerd door: *Thomas More en Proefstation voor de Groenteteelt Sint-Katelijne-Waver (PSKW)*





Titel	Benutting van laagwaardige warmte
Contactgegevens	<p>Gegevens energetische metingen en analyse:</p> <p><i>Bert De Schutter (Bert.deschutter@thomasmore.be) en Jeroen van Roy (jeroen.vanroy@thomasmore.be)</i> Kenniscentrum Energie, Thomas More Kleinhoefstraat 4, 2440 Geel (België)</p> <p>Gegevens tomatenteelt:</p> <p><i>Stephanie De Bie (Stephanie.De.Bie@proefstation.be) en Lieve Wittemans (Lieve.Wittemans@proefstation.be)</i> Proefstation voor de Groenteteelt Duffelsesteenweg 101, 2860 Sint-Katelijne-Waver (België)</p> <p>Gegevens slateelt:</p> <p><i>Thibault De Moor (thibault.de.moor@proefstation.be) en Isabel Vandevelde (Isabel.Vandevelde@proefstation.be)</i> Proefstation voor de Groenteteelt Duffelsesteenweg 101, 2860 Sint-Katelijne-Waver (België)</p>
Project	Dit onderzoek vond plaats binnen het project GLITCH. GLITCH zet in op de ontwikkeling van innovatieve energie-efficiënte en klimaatneutrale teelttechnieken en -systemen in de glastuinbouw. https://glitch-innovatie.eu/
Steunvermelding	Dit onderzoek wordt enerzijds mogelijk gemaakt met de steun van het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Anderzijds wordt het project ondersteund vanuit het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO), de Provincie Antwerpen, Het Vlaams Kabinet Omgeving, Natuur en landbouw, de provincie Limburg (NL) en het Nederlands Ministerie van Economische zaken.



1. Situatieschets bij aanvang project

Warmte op een relatief lage temperatuur (maximaal 40 °C) wordt laagwaardige warmte genoemd omdat deze warmte niet zo eenvoudig in te zetten is. Momenteel is deze laagwaardige warmte in de serre vooral afkomstig van de condensor van de wkk, maar vele systemen geven dergelijke warmte af. Daarbij kunnen we denken aan warmtepompen, reststromen, ... Naast het capteren van deze warmte is het minstens even belangrijk om deze warmte goed te kunnen benutten. Typisch wordt hiervoor gebruik gemaakt van buizensystemen bestaande uit PE (Poly-ethyleen) om deze laagwaardige warmte te verdelen in de serre.





2. Uitdagingen/vragen bij aanvang project

De uitdagingen bij aanvang van het project kunnen in twee groepen opgedeeld worden.

- In de belichte teelt wordt bij nieuwbouwprojecten steeds vaker gekozen voor led-belichting in plaats van het traditionele HPS-licht (SON-T). Er zijn heel veel verschillende types led-lampen beschikbaar. Naast de verschillen in spectrum, is er ook verschil in efficiëntie van de armaturen en in de manier waarop de leds in de armaturen gekoeld worden. De leds kunnen gekoeld worden door een luchtstroming, zowel actief met een ventilator als passief, of actief met water. Het actief koelen van de lampen met water heeft twee voordelen. Ten eerste kan door het koelen van de lampen de levensduur van de leds worden verhoogd. Ten tweede kan de warmte geproduceerd door de leds verplaatst worden naar een plek in de serre waar ze nuttig kan zijn. Voor sla geproduceerd op een mobielegotensysteem (MGS) is dat via een laagtemperatuurnet, kortweg LT-net, dat onder de goten wordt geïnstalleerd. De vraag die hier onderzocht werd is of het mogelijk is om sla te telen met watergekoelde leds en hoe het LT-net, nodig om de warmte af te geven, dan best gedimensioneerd wordt.
- Naast de inzet van warmte afkomstig van watergekoelde leds zijn er ook andere bronnen van laagwaardige warmte. De afgifte van deze laagwaardige warmte is heel belangrijk, want dit heeft een grote invloed op de energie-efficiëntie. Daarom wordt er in dit project gezocht naar nieuwe, innovatieve, alternatieve afgiftesystemen voor laagwaardige warmte. Belangrijk bij deze systemen zijn de warmteoverdrachtskenmerken en wat dit betekent op economisch vlak. In praktijkomstandigheden is dan ook de positie van de afgiftesystemen en de invloed hiervan op de teelt en het microklimaat belangrijk.





3. Plan van aanpak

Zoals reeds beschreven in deel 2 van dit document kan ook het plan van aanpak opgedeeld worden in twee grote blokken.

- In de winter van 2019-2020 werd een proef opgezet om de mogelijkheden van het gebruik van watergekoelde leds te onderzoeken. Op het Proefstation voor de Groenteteelt (PSKW) werd daartoe, in een serre met mobiele goten, een afdeling ingericht met watergekoelde leds en een andere afdeling met luchtgekoelde leds. Om het energieverbruik in beide afdelingen te kunnen vergelijken installeerde Thomas More sensoren en analyseerde het energieverbruik per afdeling. Daarnaast ontwikkelde men ook een rekentool om een aanbeveling te kunnen doen naar een goede dimensionering van het afgiftesysteem.
- Het onderzoek naar alternatieve afgiftesystemen bestaat uit een aantal fases. In een eerste fase werd in cocreatie met producenten onderzoek gedaan naar bestaande systemen om warmte af te geven. Uit gesprekken met deze producenten werden vervolgens een aantal systemen geselecteerd die in labo-omstandigheden bij Thomas More werden doorgemeten. Op die manier konden de karakteristieken van deze systemen accuraat bepaald worden. Uit deze labo-metingen werden de meest beloftevolle systemen geselecteerd. Die werden in een korte proef in PSKW doorgemeten. Tot slot werd er een grootschalige proef gestart, waarbij gedurende lange periode de twee meest beloftevolle systemen, afgeleid uit voorgaande analyses, getest werden naar afgiftevermogen en invloed op de temperatuurverdeling in de serre. Gelijktijdig werd ook de invloed van de plaatsing van PE-buizen in de serre onderzocht.





4. Voornaamste resultaten over de 3 jaar

Voor de uitgebreide bespreking van de proeven en de resultaten willen we de lezer graag doorverwijzen naar de rapporten die verschenen zijn van de verschillende proeven. Het gaat hierbij over:

- Rapport: Doormeting afgiftesystemen laagwaardige warmte
- Rapport: Energiestromen bij watergekoelde leds
- Rapport: Gebruik laagwaardige warmte-afgiftesystemen, het effect van positionering op de temperatuurverdeling en de productie in een tomatenteelt
- Rapport: Vermogensmeting van afgiftesystemen van laagwaardige warmte in een praktijkproef

4.1 Watergekoelde leds in de slateelt

In de afdeling met luchtgekoelde leds waren de oogstgewichten significant hoger. We vermoeden dat de gewichtsverschillen een combinatie zijn van twee factoren. In de afdeling met luchtgekoelde leds werd meer energie gestoken en was de serre iets warmer. In de afdeling met watergekoelde leds was er door de ligging van de afdeling meer schaduw en dus minder zon, wat zeker ook een invloed heeft gehad. Op vlak van energie bleek dat in de afdeling met watergekoelde leds er aanzienlijk minder extra warmte nodig was, al was in deze afdeling de kastemperatuur ook wel lager. Uit de resultaten blijkt echter ook dat tijdens de koude momenten in de meetperiode het vermogen van het ondernet gevoed door de watergekoelde leds onvoldoende was om aan de warmtevraag te voldoen. Het ondernet gevoed door de verwarmingsinstallatie kon de warmtevraag beter invullen. Dit maakt duidelijk dat de waterkoeling van de leds een ondernet gevoed door een verwarmingsinstallatie wel kan aanvullen, maar niet kan vervangen. Ook is een juist afgesteld debiet essentieel voor een goede warmteafgifte en om oververhitting van de leds te voorkomen. Een rekentool werd ontwikkeld als leidraad bij het dimensioneren van het afgiftesysteem voor laagwaardige warmte wanneer gebruik gemaakt wordt van watergekoelde leds. Deze rekentool kan teruggevonden worden via volgende link: <https://kce.thomasmore.be/benutting-van-laagwaardige-warmte.html>.

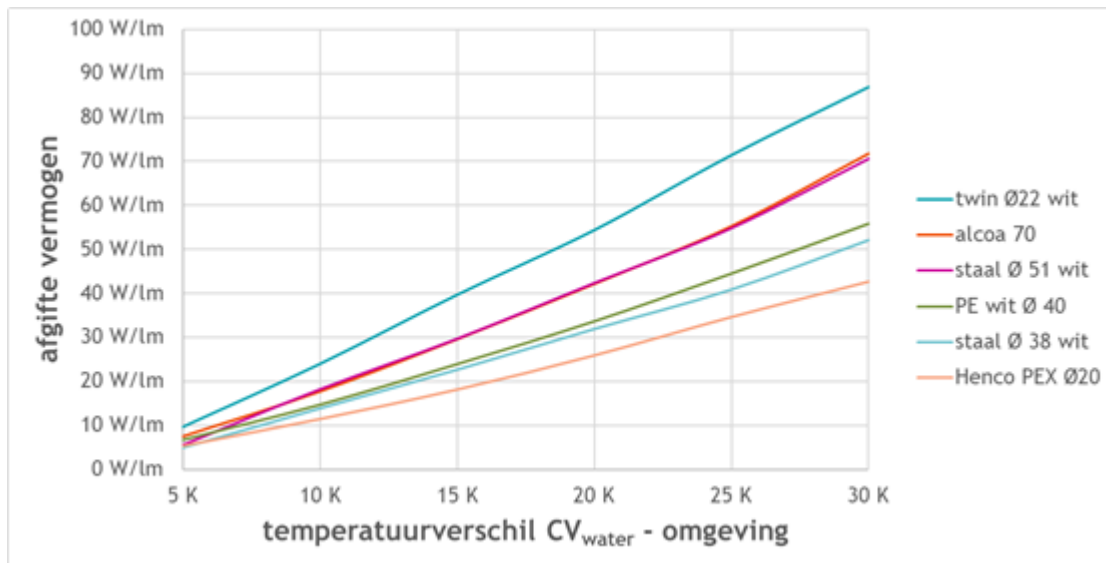




4.2 Resultaten van het onderzoek naar afgiftesystemen voor laagwaardige warmte

Uit een theoretische analyse bleek dat de kleur, de vorm en de luchtverplaatsing langs het afgiftesysteem de belangrijkste eigenschappen van de afgiftesystemen te zijn. Uit de hierop volgende labo-metingen werden empirische formules opgesteld zodat de onderzochte systemen goed gedimensioneerd kunnen worden om de beschikbare laagwaardige warmte optimaal te gebruiken (zie hiervoor rekentool op <https://kce.thomasmore.be/benutting-van-laagwaardige-warmte.html>).

Dit maakt het ook mogelijk om de verschillende buistypes te karakteriseren. Op basis van de metingen werd een grafiek opgesteld die het afgeven vermogen per lopende meter weergeeft in functie van het temperatuurverschil tussen de gemiddelde watertemperatuur in de buis en ruimtetemperatuur. Bij een temperatuurverschil van 15 °C (een ruimtetemperatuur van 18 °C, de aanvoertemperatuur van het water in de buis 37°C, en de retourtemperatuur van het water 29°C) geven de interessantste buizen een vermogen af tussen 39.5W/lm en 18 W/lm. Er bleek dat, naast de kleur en het gebruikte materiaal, vooral het verwarmend oppervlak van de buizen een grote invloed heeft op de warmteafgifte van de buizen.

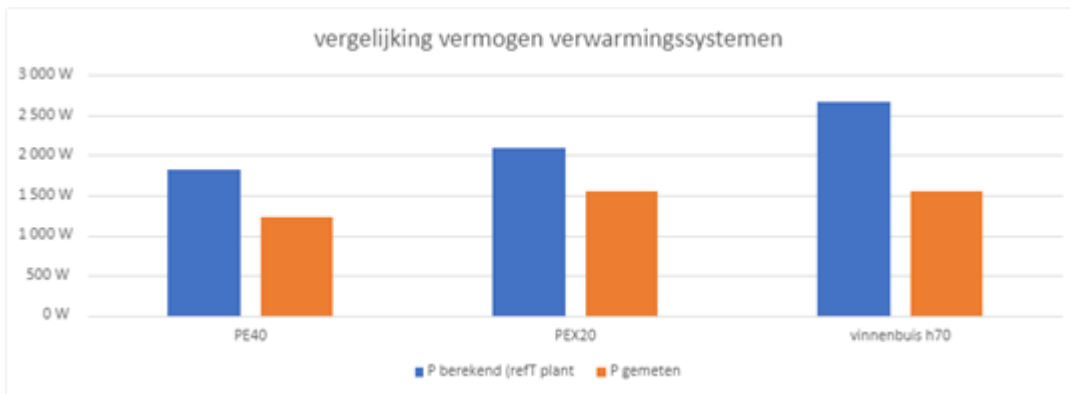


Figuur 1: Afgiftevermogen van de verschillende buistypes bij een veranderend temperatuurverschil tussen het CV-water en de omgeving.

Vervolgens werden in de proeftuin twee proeven opgezet. In de eerste was het doel om het afgegeven vermogen van de meest veelbelovende afgiftesystemen te analyseren in een praktijksituatie. Daarvoor werden de verschillende buissystemen in



dezelfde afdeling aangesloten op het afgiftenet van de rookgascondensor van de aanwezige wkk. Hieruit bleek dat alle drie de onderzochte systemen minder vermogen afgaven in praktijksituaties dan verwacht op basis van de labo-metingen. Dit effect was het meest uitgesproken voor de vinnenbuis. Ze gaf, van de drie onderzochte systemen, het meeste vermogen af, meer dit was veel kleiner dan verwacht op basis van de labometingen. In onderstaande grafiek zien we dat het gemeten vermogen bij PE-buizen van 40 mm diameter, en van PEX-buizen van 20 mm diameter telkens ongeveer 30% lager ligt, bij vinnenbuizen is dit verschil maar liefst 44%. Dit wil zeggen dat een vergelijking van ronde buizen in labo omstandigheden een betrouwbaar resultaat geeft. Wanneer in de vergelijking andere buistypes worden meegenomen (waar convectie warmte belangrijker is in het aandeel afgifte) komt de situatie in de praktijk niet volledig overeen met die in het labo. Door verschillende factoren in de serre (dicht gewas, zoninstraling, ...) is de daling van het afgeven vermogen hier sterker.



Figuur 2: Vergelijking van het gemeten met het berekende afgiftevermogen van de verschillende onderzochte buizensystemen

Behalve het afgeven vermogen moet er ook met andere zaken rekening gehouden worden bij de keuze tussen de verschillende systemen, zoals bijvoorbeeld de drukval. Uit berekeningen blijkt dat voor buizen met een kleine diameter een pomp met een grotere opvoerhoogte nodig is, wat extra elektriciteit kost.

BESPREKING RAPPORT OVER TEMPERATUURVERDELING IN DE SERRE





5. Samenvattende conclusie

Het gebruik van laagwaardige warmte is mogelijk in glastuinbouw. Tegenover het gebruik van (goedkopere) warmte die een lage temperatuur heeft, staat een meer-investering in een performant afgiftesysteem, dit omdat er extra afgifte-oppervlakte voorzien moet worden. Om deze investering zo laag mogelijk te houden en de warmte zo efficiënt mogelijk te gebruiken, is het belangrijk om het afgiftesysteem correct te dimensioneren. Hiervoor kan informatie vinden in de rapporten opgesteld in het kader van Glitch en kan je gebruikmaken van de hiervoor ontwikkelde rekentools (<https://kce.thomasmore.be/benutting-van-laagwaardige-warmte.html>). Behalve een optimale investering, zorgt een goed gedimensioneerd systeem, de juiste keuze van afgiftesysteem en een goede plaatsing van deze buizen ervoor dat de productie in de serre zeker niet daalt, en mogelijks zelfs een beetje kan stijgen.

