

# Aandachtspunten bij dimensionering warmte-afgifte van watergekoelde leds

Laagwaardige warmte, afkomstig van de waterkoeling van leds, kan een ondernet dat wordt gevoed door een verwarmingsinstallatie aanvullen, maar niet vervangen. Een goede dimensionering van het afgiftesysteem is hierbij essentieel om de temperatuur in het ledcircuit niet te hoog te laten oplopen en voldoende vermogen in het LT-net te verzekeren. Hiervoor moeten de debieten in beide circuits worden berekend. In het GLITCH-project ontwikkelden we een rekentool die je hiermee op weg helpt.

Vele systemen of reststromen geven warmte af op een relatief lage temperatuur. Dit noemen we laagwaardige warmte, omdat deze warmte niet zo eenvoudig in te zetten is in de serre. Een mogelijke bron van dergelijke laagwaardige warmte is ledbelichting die gekoeld wordt met behulp van water. In het artikel 'Gebruik van laagwaardige warmte afkomstig van watergekoelde leds onder de loep' in Proeftuinnieuws nummer 9 van dit jaar bespraken we de resultaten van een proef waarbij watergekoelde leds werden ingezet in een hydroteelt van sla. Daarin hebben we aangetoond dat waterkoeling van de leds een ondernet gevoed door een verwarmingsinstallatie kan aanvullen, maar niet kan vervangen. In dit artikel gaan we dieper in op de technische aspecten en de dimensionering van zo'n systeem.

## Werken met twee gescheiden circuits en warmtewisselaar is aangeraden

In de uitgevoerde proef werd de waterkoeling van de leds rechtstreeks aangesloten op het ondernet. Omdat de temperaturen en het debiet in een dergelijke opstelling moeilijk te

regelen zijn, raden we aan om een warmtewisselaar te gebruiken. Zo krijgen we namelijk twee gescheiden circuits: het LT-net (lagetemperatuurwarmtenet) en het circuit met de watergekoelde leds (Figuur 1). Het is aan te raden om het circuit van de leds op de retour van het LT-net aan te sluiten. De temperatuur in dit circuit mag namelijk niet te hoog worden ter bescherming van de leds.

Een verwarmingsinstallatie kan vervolgens de temperatuur van het LT-net verder verhogen tot de gewenste temperatuur. In de praktijk zal deze verwarmingsinstallatie meestal bestaan uit de rookgascondensor van de ketel of van de wkk. Belangrijk hierbij is dat er in deze opstelling minder warmte gerecupereerd kan worden uit de rookgasen, omdat de leds al warmte toevoegen aan het circuit.

## Bereken het vereiste bijstookvermogen

Een goede inschatting maken van het thermisch vermogen van de watergekoelde leds is nodig om een idee te krijgen van het benodigd vermogen uit de rookgascondensor of de ke-

tel om je serre op temperatuur te brengen. In het ledcircuit is de geïnstalleerde lichtsterkte een bepalende factor. De watertemperatuur in het ledcircuit is hier van ondergeschikt belang. In het LT-net zijn de gewenste buistemperatuur en eigenschappen specifiek aan het LT-net van belang. Hierbij denken we dan bijvoorbeeld aan het materiaal van de buizen of de afstand tussen de buizen. Als voorbeeld wordt in Tabel 1 het benodigde bijstookvermogen weergegeven bij een belichtingsinstallatie van 75  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$  watergekoelde leds. Het vermogen wordt berekend voor verschillende gewenste buistemperaturen en dit voor verschillende buisafstanden.

## Correcte bepaling van debiet van cruciaal belang

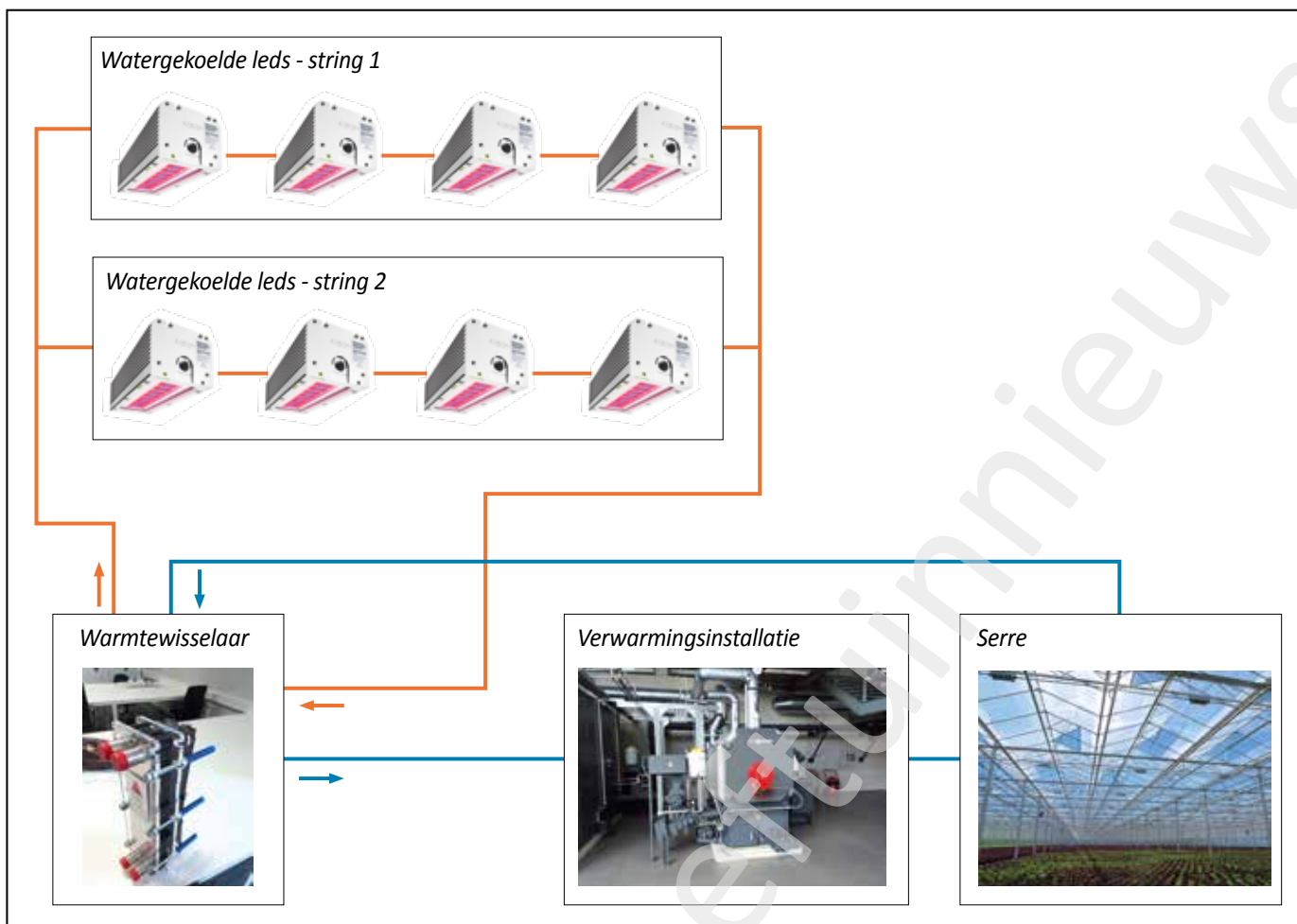
In tegenstelling tot bij een ketel kan het thermisch vermogen van een lamp niet worden geregeld. Om toch een zekere controle te hebben over de temperaturen die worden bereikt, is een goede kennis van het debiet in het ledcircuit onontbeerlijk.

De leds worden verdeeld over een aantal 'strings' in het circuit. In elke string staan de lampen in serie. De verschillende strings staan op hun beurt in parallel (best aangesloten volgens het Tichelmann-principe). Het plaatsen van alle lampen in serie heeft als grote nadeel dat je pompen met een groot vermogen nodig hebt, wat zeer veel energie vraagt. Dit groot pompvermogen is nodig om het drukverlies op te vangen, dat groot zou worden in de lampen en in de leidingen wanneer ze allemaal in serie worden geplaatst. Daarom kies je best voor strings in parallel.

Het aantal lampen dat per string kan worden geïnstalleerd, is vooral afhankelijk van het maximale toegelaten debiet, de maximale watertemperatuur aan de ingang van de lamp en van de buistemperatuur in het ondernet. Door Oreon (een producent van watergekoel-



Laagwaardige warmte, afkomstig van de waterkoeling van leds, kan een ondernet dat wordt gevoed door een verwarmingsinstallatie aanvullen, maar niet vervangen.



**Figuur 1.** - Schematisch overzicht van de opstelling met een warmtewisselaar en twee gescheiden circuits. Het is aan te raden om het circuit van de leds op de retour van het LT-net aan te sluiten.

**Tabel 1.** - Benodigd bijstookvermogen ( $W/m^2$ ) in functie van het geïnstalleerde LT-net en de gewenste buistemtemperatuur. De berekeningen zijn geldig bij een geïnstalleerd ledvermogen van  $75 \mu mol/m^2 \cdot s$  en PE-buizen met een diameter van 40 mm.

Gewenste buistemtemperatuur		Benodigd bijstookvermogen ( $W/m^2$ )						
		25,0°C	27,5°C	30,0°C	32,5°C	35,0°C	37,5°C	40,0°C
Afstand tussen twee buizen	2 m	0	0	0	2	4	7	10
	1,5 m	0	1	4	7	10	14	17
	1 m	3	8	12	17	22	27	33
	0,75 m	9	15	21	27	34	41	48
	0,5 m	20	29	38	47	58	68	79
	0,25 m	53	70	89	108	128	149	171

de leds) wordt aangeraden de installatie zo op te stellen dat het debiet ongeveer  $1,21 \text{ m}^3$  per uur per string bedraagt en de maximale watertemperatuur aan de ingang van de lamp niet hoger is dan  $45^\circ\text{C}$ .

Naast het aantal lampen per string is het zeer belangrijk om ook het totaal debiet in het afgiftecircuit te kennen. Zo kan je het gewenste temperatuurverschil over het ondernet en bijgevolg het vermogen hiervan inschatten. Het temperatuurregime in het ledcircuit bepaalt het debiet, daarom moet dit goed vastgelegd

zijn. De aanvoertemperatuur wordt vastgelegd bij het ontwerp, en mag zoals reeds aangehaald niet boven  $45^\circ\text{C}$  komen. De retourtemperatuur wordt bepaald door de buistemtemperatuur van het LT-net en de keuze van de warmtewisselaar. Als deze op een goede manier gedimensioneerd is, kan het totaal debiet in functie van de maximale temperatuur in het ledcircuit en de gewenste buistemtemperatuur worden berekend. Als het debiet groter wordt zal er meer pompenergie nodig zijn. Als het totaal debiet te klein wordt, zal de eindtemperatuur in het ledcircuit boven de  $45^\circ\text{C}$  komen, met mogelijke

schade aan de lampen tot gevolg.

## Rekentool ontwikkeld voor dimensionering

We kunnen dus besluiten dat een goede dimensionering van een systeem van essentieel belang is wanneer laagwaardige warmte van watergekoelde leds wordt gebruikt. Daarom is door Thomas More in het kader van het GLITCH-project een rekentool ontwikkeld die helpt om een idee te krijgen van de verschillende parameters die in dit artikel worden aangehaald. Deze tool kan je terugvinden op volgende webpagina: <https://kce.thomasmore.be/benutting-van-laagwaardige-warmte.html>.

B. De Schutter & J. van Roy

Kenniscentrum Energie, Thomas More, Geel

T. De Moor & I. Vandevelde

Proefstation voor de Groenteteelt, Sint-Katelijne-Waver

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het GLITCH-project (Glastuinbouw Innoveert door Co-creatie met koolstofarme Hightech) binnen het Inter-