

STATE-OF-THE-ART BEWAREN VAN TULPENBOLLEN (1):

Energie-efficiëntie

Het in 2007 gestarte project State-of-the-Art bewaren van tulpenbollen heeft laten zien dat met deze technologie veel energie bespaard kan worden. De kwaliteit van de bollen wordt hierbij verbeterd. Daarnaast is er tot en met 2011 veel aanvullend onderzoek verricht, onder meer naar de verbetering van de luchtverdeling over de kistenstapel. Hierdoor kan nog veel meer energie bespaard worden. In een reeks van vier artikelen worden de bevindingen van dit project samengevat. Dit eerste artikel behandelt het energieverbruik.

Tekst: Jeroen Wildschut, PPO
Foto's: PPO

Door voortschrijdende technologische ontwikkelingen wordt het mogelijk het klimaat in de bewaarcellen van tulpenbollen steeds verder te optimaliseren. Gedurende de bewaarperiode van oogst tot planten of tot broeien wordt de temperatuur precies op het juiste niveau gehouden en ook het Relatieve Vochtgehalte (de RV) en het ethyleen- en CO₂-gehalte zijn volledig onder controle. Op de meest energie-efficiënte manier wordt hierbij de hoogste kwaliteit van de bollen gerealiseerd. State-of-the-Art is een term om de meest

.....
'Het verband tussen energieverbruik en toerental is een 3de-machtsverband: 20% terugtoeren bespaart 50% energie!'
.....

geavanceerde technologie aan te duiden. In 2007 is door PPO Bloembollen met DLV Plant



Tijdens het project is onder meer gekeken naar verbeterde bewaarwanden en aangepaste kuubkisten

en een aantal bloembollenbedrijven en installateurs en leveranciers van bewaar technologie een project gestart. Doelstelling was om met behoud of verbetering van de productkwaliteit na te gaan hoeveel energie er met de huidige stand der techniek bespaard kan worden: het State-of-the-Art project. Daarnaast is aanvullend onderzoek gedaan om in de toekomst nog meer energie te kunnen besparen. Ook in zogenaamde spin-off projecten zijn bepaalde componenten van het bewaarsysteem nader onderzocht en verder ontwikkeld.

STATE-OF-THE-ART TECHNOLOGIE

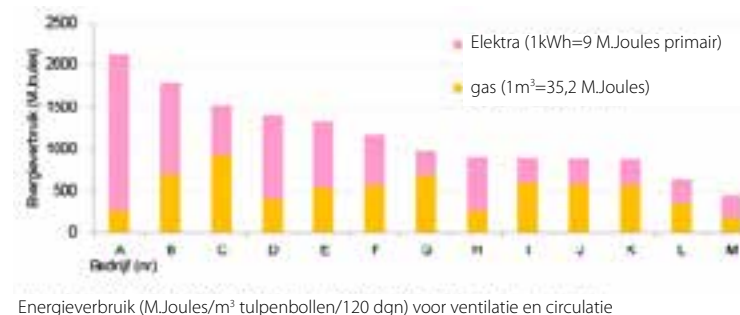
De belangrijkste componenten van het State-of-the-Art bewaarsysteem voor tulpenbollen zijn:

- verbeterde bewaarwanden;
 - aangepaste kuubkisten;
 - toerengeregelde ventilatoren op de bewaarwand waarmee cellucht gecirculeerd wordt;
 - sensoren waarmee het bewaarklimaat wordt gemonitord: de ethyleenanalyser, de RV- en temperatuurmeters en eventueel de CO₂-meter;
 - de klimaatcomputer waarmee op basis van metingen door de sensoren de klepstand wordt gestuurd en waarmee ook het toerental van de ventilatoren kan worden aangestuurd
- Van 2007 t/m 2011 hebben ruim 15 bedrijven een of meer jaren aan dit project deelgenomen. Bij de meeste bedrijven zijn jaarlijks de klimaatcomputers uitgelezen en is het ingestelde toerental van de circulatieventilatoren bijgehouden. Op basis van deze gegevens (temperatuur van de cel en van de buitenlucht, de klepstand, het ethyleen- en CO₂-gehalte, etc.) is het energieverbruik per kuub bollen tijdens de bewaring vastgesteld en vergeleken met het energieverbruik volgens de norm.

ENERGIEVERBRUIK

Het energieverbruik voor de verwarming van de bewaarcel wordt bepaald door de warmteproductie in de cel door de bollen en de ventilatoren, door de hoeveelheid op te warmen buitenlucht en door het temperatuurverschil met de cel. Bij de moderne, goed geïsoleerde en grote bewaarcellen zijn de warmteverliezen naar buiten relatief erg klein. Het elektraverbruik door de ventilatoren wordt bepaald door het type ventilator en de mate waarin teruggevoerd wordt. De mate waarin teruggevoerd kan worden wordt bepaald door de gelijkmatigheid van de luchtverdeling over de kistenstapel, de totale weerstand in de kisten en de systeem-

Figuur 1



Energieverbruik (MJoules/m³ tulpenbollen/120 dgn) voor ventilatie en circulatie

wand en het aantal kisten voor de wand. Ook het koelen van buitenlucht kost elektra, maar dit komt van juli t/m oktober niet vaak voor. Het verband tussen energieverbruik en toerental is een 3de-machtsverband: 20% terugtoeren bespaart 50% energie! Het gerealiseerde energieverbruik per m³ bollen per 120 dagen bewaring van deze bedrijven is samengevat in figuur 1. Hierin zijn gas- en elektraverbruik uitgedrukt in MJoules energie: 1 m³ gas = 35,17 MJ en 1 kWh = 9 MJoules (primaire energie omdat bij de opwekking in de centrale nog altijd tot 60% van de energie in de vorm van warmte verloren gaat). Van de bedrijven H en J is het gemiddelde energieverbruik gebaseerd op 5 jaren, van de bedrijven A, B, C, D en L op 4 jaren, van bedrijf M op 3 jaren en van de overige bedrijven op 1 tot 2 jaar.

Bedrijf A heeft het hoogste totale energieverbruik (ruim 2000 MJ/m³), bedrijf M heeft het laagste energieverbruik (minder dan 500 MJ/m³). Het gemiddelde verbruik is 1150 MJ, waarvan 44% gas (14,5 m³) en 56% elektra (71 kWh). De bedrijven G t/m L hebben een energieverbruik onder dat gemiddelde.

Het energieverbruik van bedrijf A komt overeen met het gemiddelde energieverbruik bij standaardbewaring van tulpen volgens de normen van ventileren met 100 m³/uur (en na 1 september 60 m³/uur) en circuleren met 500 m³/uur per m³ bollen. De overige bedrijven hebben dus flink bespaard: gemiddeld ruim 40% op het totale energieverbruik, met een maximum van ruim 70%.

ACHTERGRONDEN

Deze grote verschillen tussen de bedrijven zijn aan veel verschillende factoren toe te schrijven. Bedrijf A heeft in de bewaarcel State-of-the-Art technologie, maar door een hoog percentage zure bollen (de eerste 3 jaar gemiddeld 5%) moest flink geventileerd worden om ethyleen af te voeren. Om redenen van geluidsoverlast zijn centrifugaalventilatoren geïnstalleerd die veel stroom verbruiken (tot 7 kW per ventilator). Ze draaien continue voltoeren en produceren zodoende veel warmte. Omdat daarnaast het gemiddelde temperatuurverschil met de buitenlucht slechts 2-3 graden is (bij bedrijf

C is dat bijvoorbeeld 6-7 graden), is het gasverbruik toch erg laag, maar het elektraverbruik juist erg hoog.

Belangrijke factoren die het gasverbruik bepalen zijn:

- Het percentage zure bollen (of beter: de ethyleenproductie van de zure bollen, want dat kan per cultivar behoorlijk verschillen);
- De ingestelde ethyleengrenzen (100 ppb is een veilige grens bij bewaring op 20 – 25 graden);
- De ingestelde minimum klepstand;

Het verschil tussen bewaar temperatuur en buitenlucht (één graad minder bespaart al 15%)

Het elektraverbruik per m³ bollen op de bedrijven G, I, J, K, L en M is het laagst, met onder meer als achtergrond flink terugtoeren van 50



Er valt tijdens de bewaring van tulpen nog veel op energie te besparen, zo leert het project State-of-the-Art

Hz tot 30–20 Hz. Dit levert een energiebesparing op van ongeveer 70–80%. Belangrijke factoren die daarom het elektraverbruik voor de circulatie bepalen zijn o.a.:

- het geïnstalleerde vermogen van de ventilatoren: vaak zijn bovenmatig zware ventilatoren opgesteld;
- bij een lagere weerstand van de bewaarwand, de kuubkisten en de bollen is de luchttoevoer van de ventilatoren hoger (meer lucht per watt);

- de laagst mogelijke frequentie-instelling: deze varieert meestal van 25–15 Hz bij de wisselstroomventilatoren, maar bij de nieuwe gelijkstroomventilatoren, die sowieso 5-15% minder elektra verbruiken, kan tot 0 teruggevoerd worden

Bedrijf M heeft het laagste energieverbruik per m³ bollen, vooral door een lager gasverbruik dan bij de overige bedrijven. Achtergrond bij dit laatste is het zonnedak: voor ventilatie aangezogen buitenlucht wordt eerst door het zonnedak 1 à 2 graden opgewarmd waardoor er minder opgewarmd hoeft te worden. Hierdoor werd, bovenop de besparing door ethyleen gestuurde ventilatie, 35% in 2009, 45% in 2010 en 33% in 2011 bespaard.

SAMENVATTEND

State-of-the-Art technologie in bewaarcellen voor tulpenbollen bespaart fors op energie: gemiddeld ruim 40% en maximaal ruim 70%. Belangrijkste componenten zijn aangepaste bewaarwanden en kuubkisten, sensoren als ethyleenanalyses, toerengeregelde ventilatoren en klimaatcomputers. Bepalend voor het gasverbruik zijn het temperatuurverschil tussen buitenlucht en cellucht en de hoeveelheid ventilatielucht. Bepalend voor het elektraverbruik zijn de mate waarin teruggevoerd kan worden als gevolg van een lagere weerstand en een betere luchtverdeling over de kistenstapel.

Het project State-of-the-Art bewaren van tulpenbollen is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Stuurgroep Schone en Zuinige Bloembollen (KAVB, PT, Min. EZ, Agentschap NL en telers). Rapportages zijn te downloaden vanaf <http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/publicaties-agrosectoren>.