

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	3
ALGEMEEN	
Energieverbruik in de bloembollensector	5
Monitoring energieverbruik in de bloembollensector	6
Naar een energieneutrale bloembollensector	7
Mini-warmte-kracht-koppeling in de bloembollensector	8
Checklist energiebesparing bloembollen	9
DROGEN EN BEWAREN	
Ethyleengestuurde ventilatie bij de bewaring van tulpenbollen	13
Frequentieregelaars	14
Debiet en energieverbruik	14
Temperatuurintegratie	15
State-of-the-Art bewaarsysteem van tulpenbollen	16
Aanpassingen aan systeemwand	19
Alternatieve Kuubskist	21
Heetstook hyacint	22
Bewaren lelieplantgoed	23
Bijzondere bolgewassen	24
BROEIERIJ	
Temperatuurintegratie	25
Meerlagenbroei	25
DUURZAME ENERGIE	
Opgewarmde kaslucht	27
Het zonedak	28
Warmtepompen, Warmtewisselaars en Warmte-Koude Opslag	29
Duurzame energie in de bloembollensector	30

Meerjarenafspraak Energie: MJA-e én MJA-€

Energie besparen wordt financieel steeds aantrekkelijker

De bloembollensector heeft in 2007 opnieuw een Meerjarenafspraak-energie met de overheid gemaakt. Daarin verplicht de bollensector zich om tussen 2007 en 2011 de energie-efficiëntie te verbeteren met 2,2% per jaar en het aandeel duurzame energie te verhogen met 0.4% per jaar. De Meerjarenafspraak is ondertekend door KAVB, Productschap Tuinbouw, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie en Agentschap NL. Daarnaast heeft de bollensector in 2008 het Convenant Schone & Zuinige Agrosectoren getekend. In dit convenant is namens de sector de ambitie vastgelegd om 'in nieuwe bedrijven vanaf 2020 (economisch rendabel) klimaatneutraal te kweken en te telen.'

Door de sterk gestegen prijzen voor energie kunt u door energie te besparen ook veel geld besparen. In opdracht van de Stuurgroep MJA-e werken wetenschappelijk onderzoek, praktijkonderzoek en voorlichting aan het ontwikkelen en demonstreren van maatregelen waarmee het bollenvak energie (en dus veel geld) kan besparen.

In deze brochure vindt u de samenvattingen van de onderzoekprojecten van de afgelopen jaren gegroepeerd in 4 thema's:

- 1 **Algemeen**
Energiechecklist, energieposten, de energiemonitor, toekomstvisie
- 2 **Drogen & bewaren**
Resultaten van het project State-of-the-Art bewaren van tulpenbollen, bewaring lelieplantgoed, temperatuurintegratie
- 3 **Broeierij**
Eb/vloed broei, Meerlagenteelt
- 4 **Duurzame energietechnieken**

De volledige onderzoeksrapporten kunt u inzien en downloaden op de MJA-e-website:

<http://www.nlenergieenklimaat.nl/agroconvenant/bloembollen-bolbloemen> .

De Kennismarkten Energie worden mogelijk gemaakt door financiële steun van de partijen die deelnemen in de Meerjarenafspraak Energie Bloembollen:

- Ministerie van EL & I
- Productschap Tuinbouw
- KAVB / het Milieuplatform Bloembollensector
- Agentschap NL



De onderzoek- en voorlichtingsprojecten zijn uitgevoerd door WUR/Praktijkonderzoek Plant & Omgeving en DLV Plant in samenwerking met bollentelers en technische bedrijven

ALGEMEEN

Energieverbruik in de bloembollensector

Trends & ontwikkelingen

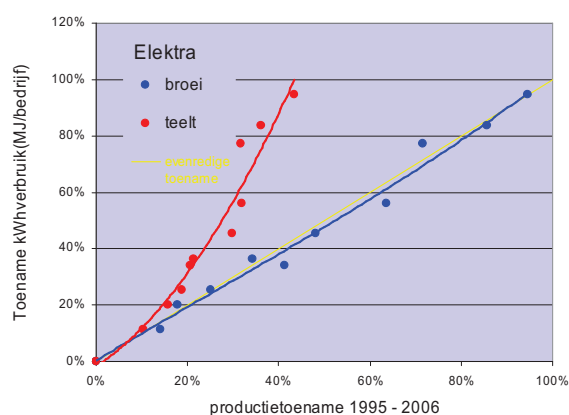
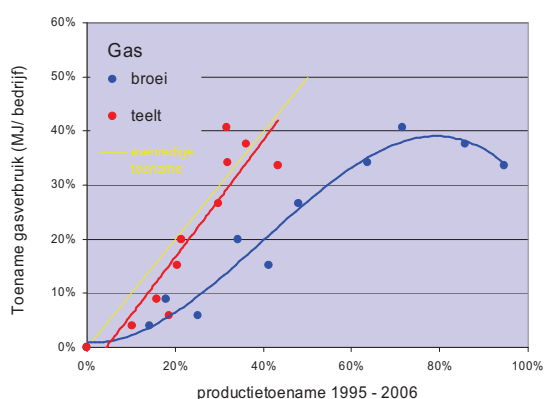
Jeroen Wildschut, PPO jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121

De Meerjarenafspraak Energie (MJA-e)

De 1^{ste} ronde van de MJA-e liep van 1995 t/m 2006. Jaarlijks deden hier 300 – 450 bedrijven aan mee. O.a. de productie (dwz. het aantal hectaren in de teelt en het aantal stuks in de broei) en het energieverbruik werden jaarlijks bijgehouden. In deze periode nam het aantal hectaren per bedrijf gemiddeld met 40% toe, het aantal afgebroeide bollen nam met bijna 100% toe. De resultaten van de onderzoeksprojecten “Energiestromen tulp & Hyacint”, “Energiestromen Lelie” en de analyse van productie- en energieverbruikscijfers laten o.a. de volgende trends en ontwikkelingen zien:

Gasverbruik in teelt en broei

- Het gasverbruik in de teelt gaat ongeveer gelijk op met de productietoename
- Maar in de broei is er een sterke afname t.o.v. de productie

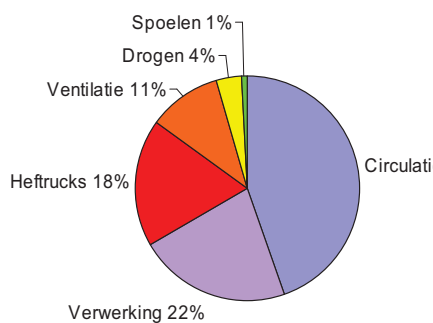


Elektraverbruik in teelt en broei

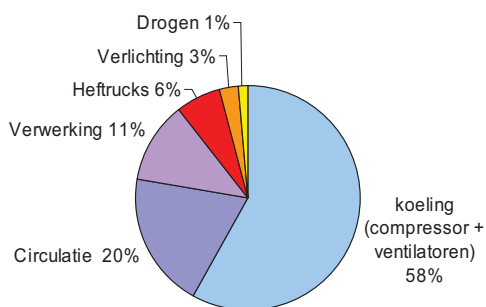
- In de broeierij gaat het elektraverbruik gelijk op met de productietoename
- Maar in de teelt is sprake van een sterke toename t.o.v. de productie

Achtergronden bij het elektraverbruik in de teelt

- Voortschrijdende mechanisatie zorgt voor een steeds hoger elektraverbruik:
- Verwerkingslijnen, kuubskisten (→ heftrucks en zwaardere ventilatoren voor de circulatie), etc.
- Bij tulp is de circulatie de belangrijkste kWh-post, bij lelie is dat koeling.



Elektraverbruik Tulpteelt



Elektraverbruik Lelieteelt

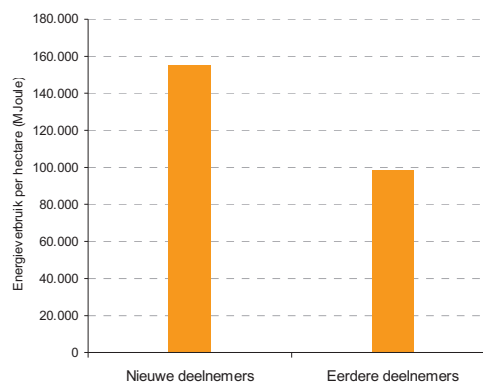
Monitoring energieverbruik in de bloembollensector

Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)

De Meerjarenafspraak Energie (MJA-e)

De 1^{ste} ronde van de MJA-e liep van 1995 t/m 2006. Hier deden 300 – 450 bedrijven aan mee. Jaarlijks werden o.a. de productie (dwz. het aantal hectaren in de teelt en het aantal stuks in de broei) en het energieverbruik gemonitord.

De 2^{de} MJA-e ronde loopt van 2007 t/m 2011. Voor de monitoring van het energieverbruik worden nu alle 1450 bij het PT ingeschreven bloembollenbedrijven aangeschreven. Uit de gegevens van 2007 kon worden afgeleid dat de bedrijven die nooit eerder aan de MJA-e deelnamen ruim 50% meer energie per hectare verbruiken dan de bedrijven die dat wel deden. Achtergrond hierbij is niet alleen investeren in energiebesparende maatregelen, maar vooral ook energiebesparend “gedrag”: stem bv. de klepstand af op de celinhoud, stel de klimaatcomputer goed in, installeer niet overmatig zware ventilatoren, etc.



Het gemiddelde energieverbruik in 2008 voor de drie bedrijfstypen in de bloembollensector: Telers, Teler/broeiers en broeiers is samengevat in onderstaande tabel.

Energieverbruik van een gemiddeld bloembollenbedrijf		Telers	Teler/broeiers	Broeiers
areaal	ha	23	17	-
broei	1000stks	-	3.151	2.315
gas	m3	41.441	97.612	93.245
	€	12.432	29.284	27.973
elektra	kWh	193.057	225.967	168.037
	€	19.306	22.597	16.804
totaal	€	31.738	51.880	44.777

Monitoring bloembollensector 2008 (response 495 bedrijven)

Berekend bij een gasprijs van €0,30 en en kWh-prijs van €0,10

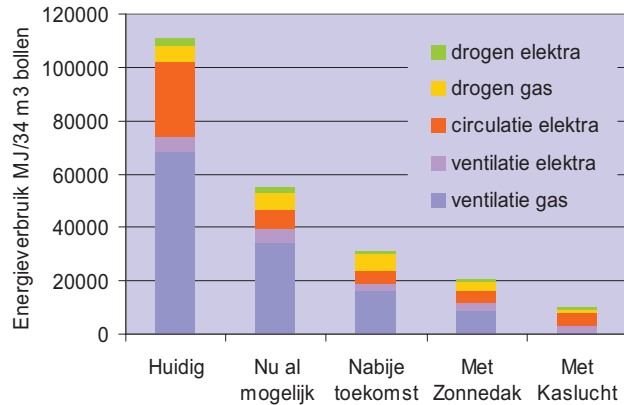
Uit de Energie-monitor 2009 blijkt dat bedrijven met minder dan 5 ha teelt ruim 2 maal zoveel energie per hectare verbruiken dan bedrijven met meer dan 5 ha. Hoewel 26 % van de bedrijven op minder dan 5 ha teelt, is het totale areaal van deze bedrijven slechts 4% van het gehele areaal van de bollensector.

Bedrijven groter dan 5 ha hebben in 2009 t.o.v. 2008 1,5% minder energie/ha verbruikt.

Naar een energieneutrale bloembollensector

Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)

Toekomstbeelden bollenteelt



- Nu al mogelijk: door toepassing van beproefde maatregelen kan het energieverbruik gehalveerd worden
- Nabije toekomst: tot 30% van huidig energieverbruik mogelijk door perspectiefvolle (maar nog niet in de praktijk geteste) maatregelen
- Door gebruikmaking van duurzame energiebronnen is een besparing tot 10 à 20% mogelijk

Nu al mogelijk

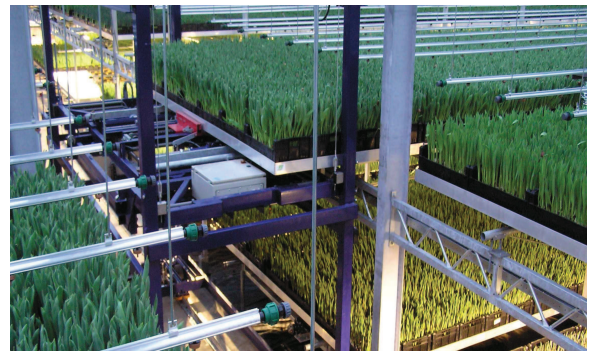
Voorbeelden van beproefde maatregelen:

- Ethyleengestuurde ventilatie
- Beperking circulatie met frequentieregelaars
- Afgeronde uitblaasopening systeemwand
- Verminderde ventilatie bij heetstook
- Hergebruik warmte



Nabije toekomst

- Betere luchtverdeling in droog/bewaarsysteem
- Verminderen lekkage in bewaarsysteem
- Temperatuurintegratie
- Frequentiegeregelde ventilatie
- Ethyleengestuurde circulatie
- Debietgestuurde circulatie

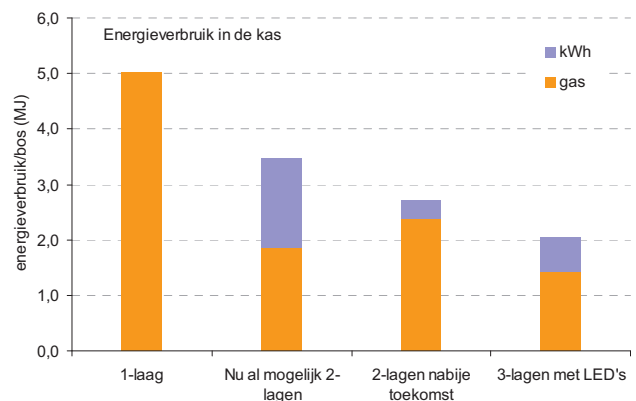


Duurzame energie

- Opgewarmde kaslucht
- Zonnedak
- Windenergie
- Groene stroom
- Warmtepompen

Toekomstbeelden broeierij

- Eb/vloed broeisysteem in meer lagen
- Bijbelichten onderste lagen op basis van lichtbehoefte per groeifase
- Lichtbron: energiezuiniger LED lampen
- Plantontwikkeling sturen met rood/blauw verhoudingen
- Kasverwarming met warmtepomp en het gebruik van groene stroom maken de broeierij in de toekomst energieneutraal.



Mini-warmte-kracht-koppeling in de bloembollensector.

Toepassing van wkk bij teelt en broei van tulp en hyacint

Cogen Projects

Postbus 197

3970 AD Driebergen

Inleiding en vraagstelling

Binnen de bloembollensector is veel aandacht voor energiebesparing. Naast de meerjarenafspraken energie die zijn gemaakt tussen de sector en de overheid, zijn ook de stijgende energiekosten een reden om energiebesparende maatregelen toe te passen. Een van de mogelijkheden voor energiebesparing is de toepassing van warmte-krachtskoppeling (wkk).

Warmte-krachtskoppeling is het gelijktijdig opwekken van warmte en elektriciteit, wat een rendementsvoordeel oplevert vergeleken met gescheiden opwekking van warmte en elektriciteit. Toepassing van wkk is interessant in sectoren waar een hoge energievraag, zowel in de vorm van warmte als elektriciteit, optreedt. De productieprocessen in de bloembollensector vragen om grote warmteproductie, die met name voor drogen, bewaren en broei wordt ingezet. Door toenemende ziektedruk stijgt de warmtebehoefte verder.

Tegelijkertijd stijgt ook de elektriciteitsvraag door toenemende mechanisering en koeling. In deze studie is gekeken naar de toepassing van wkk op bedrijven met tulp of hyacint, om op die manier bij te dragen aan het realiseren van de meerjarenafpraak. In dit rapport komen achtereenvolgens de bedrijfs- en energiegegevens van de sector, de haalbaarheid van wkk en het potentieel van energiebesparing en CO₂-emissiereductie aan bod.

Deze concepten zijn zowel voor de referentiebedrijven als voor de gehele sector doorberekend.



Haalbaarheid

Uit de berekeningen aan de voorbeeldbedrijven blijkt dat als stelregel kan worden gezegd dat wkk rendabel kan worden toegepast op de grotere bedrijven waar zowel teelt als broei plaatsvindt. Uit haalbaarheidsberekeningen voor verschillende typen bedrijven blijkt dat op de minimaal 10% grootste

tulpenbedrijven in de sector wkk rendabel kan worden toegepast. Deze kleine groep bedrijven levert gezamenlijk 40% van de binnenlandse productie. De doorgerekende middelgrote bedrijven komen dicht bij het haalbaarheids criterium van een IRR van minimaal 15%. De investeringskosten per kWe van de kleine wkk's die hier worden toegepast (elektrisch vermogen <70 kW) liggen aanmerkelijk hoger dan bij wkk's met een groter vermogen. Bovendien is geen vrijstelling van energiebelasting voor wkk kleiner dan 60 kWe. Omdat de haalbaarheid in dit segment dicht bij het criterium komt, kan met een relatief kleine subsidie wkk ook voor deze bedrijven haalbaar worden. Ook prijsontwikkelingen in de markt van wkk's, waardoor investeringskosten lager worden, vergroten de haalbaarheid. Toepassing van meerdere kleine wkk's die in cascade worden geschakeld geven een betere benutting in maanden met een lage warmtevraag. Het investeringsbedrag zal in dat geval echter vaak aanzienlijk hoger liggen. Of de toepassing van in cascade geschakelde wkk's gunstig is moet per bedrijf worden bekeken. Hyacint wordt vrijwel nooit als hoofdgewas geteeld en gebroeid. De haalbaarheid van wkk is afhankelijk van de activiteiten die hiernaast plaatsvinden op het bedrijf. De beschikbare informatie duidt erop dat wkk ook kan worden toegepast bij telers en broeiers van hyacint die grootverbruiker zijn van gas (jaarverbruik tenminste 170.000 m³), dit in verband met de tariefstructuur van aardgas, en gedurende het grootste deel van het jaar een warmtevraag hebben.

Het volledige rapport is te downloaden op:

<http://www.nlenergieenklimaat.nl/agroconvenant/bloembollen-bolbloemen>

Checklist energiebesparing bloembollen

Te vinden op de website van de MJA-e:

<http://www.nlenergieenklimaat.nl/agroconvenant/bloembollen-bolbloemen>

De checklist energiebesparing bloembollen is een digitale checklist die een overzicht geeft van uw energiebesparingsmogelijkheden. U kunt per maatregel aangeven of u deze al heeft toegepast, of dat u van plan bent deze nog te gaan toepassen, of dat de maatregel voor uw bedrijf niet van toepassing is. Na invullen geeft het programma een duidelijk overzicht van uw mogelijkheden, met voor zover mogelijk een ruwe inschatting van de terugverdientijd van de maatregelen die u overweegt door te voeren.

Een deel van de maatregelen is opgenomen in de algemene checklist van InfoMil (www.infomil.nl).

Op de website van Agentschap NL kunt u ook alle persberichten over de relevante subsidieregelingen en fiscale instrumenten, zoals EIA, VAMIL, MIA en WBSO terugvinden.

Een overzicht van de maatregelen:

DROGEN EN BEWAREN

Maatregel en mogelijke besparing		Toelichting
Ethyleengestuurde ventilatie	50%	Bij het bewaren van tulpenbollen is de veilige schadedrempel voor ethyleen 100 ppb. De ethyleenanalyser meet continue het ethyleengehalte van de lucht in de cel. Door deze aan te sluiten op de klimaatcomputer zijn regelingen mogelijk waardoor de klepstand (of het toerental van de verversingsventilator) aangestuurd wordt. Op deze wijze blijft het ethyleengehalte onder de schadedrempel: hoe minder zure bollen, hoe lager de ethyleenproductie, hoe minder ventilatie. Er wordt dus niet meer dan nodig geventileerd. Bij een lage ethyleenproductie (minder zure bollen) kan er erg veel op gas bespaard worden.
Verwijderen zure bollen	50%	Bij uitzoeken in combinatie met ethyleengestuurde ventilatie is de energiebesparing maximaal. De ventilatienorm van 100 m ³ /m ³ bollen/uur is immers gebaseerd op 5% zure bollen. Door handmatig of machinaal zure tulpen te verwijderen kan de ventilatie terug. Bij bijvoorbeeld 1% zure bollen is maar een ventilatiehoeveelheid van 20 m ³ /uur nodig om het ethyleengehalte onder de 100 ppb te houden. Droog de tulpen na het uitzoeken goed terug om nieuw zuur te voorkomen. Bewaar partijen met veel zuur apart.
Verminderde circulatie/ventilatie bij hyacintenheetstook	30%	Bij de heetstook van hyacint kan de ventilatiehoeveelheid zonder schade teruggebracht worden tot 80 m ³ of minder. Hiermee wordt 45% op gas bespaard. De circulatiehoeveelheid tijdens de bewaring op 30°C kan van 1000m ³ tot 500m ³ /uur teruggebracht worden. Dit bespaart flink op elektra.

Ronde uitblaasopening	25%	Een afgeronde uitblaasopening vermindert de weerstand. Hierdoor is de luchtopbrengst van de wand in een 2-laagssysteem minstens 10% hoger. Het toerental kan dan evenredig worden verminderd, wat een energiebesparing van minstens 25% oplevert. Bij een 1-laagssysteem is het effect iets kleiner.
Verminderde circulatie + frequentieregelaar	60%	Met frequentieregelaars kan het toerental van de ventilatoren traploos worden aangepast. Een verlaging van het toerental met 10% betekent een afname van de luchthoeveelheid met 10%, terwijl het opgenomen vermogen met ruim 25% daalt. Als bollen droog zijn en geschoond kan voor de meeste bolsoorten het toerental vaak tot 50% of meer dalen. Dit geeft dan een energiebesparing van ruim 80%. Zowel de systeem- als verversingsventilator(en) kunnen worden geregeld.
Kisten bovenlaag afdekken	20%	De luchtverdeling over de 4 tot 6 lagen in een kistenstapelung laat zien dat de minste lucht door de middelste lagen gaat. Door de bovenste laag af te dekken (niet volledig) met afdekplaten krijgen de middenlagen meer lucht waardoor de totale luchthoeveelheid verminderd kan worden.
Aanbrengen 'schans' voor onderste uitblaasopening (1-laagsbewaring)	20%	In een 1-laagsbeluchting systeem krijgt de onderste laag onevenredig veel lucht. Door in de wand een schans te plaatsen wordt de lucht beter naar de middenlagen verdeeld. Hierdoor kan de totale luchthoeveelheid verminderd worden.
Diepte stapeling	20%	Naarmate er dieper gestapeld wordt neemt het verschil in luchthoeveelheid per kist sterk toe: de kisten het verst van de wand krijgen 2 tot 3 keer meer lucht dan de kisten aan de wand. Door dikke maten dicht bij de wand te zetten en kleine maten het verst van de wand of bovenop kunt u dit compenseren.
(Mini) WKK (warmte-kracht-koppeling)	50%	Bij de opwekking van elektriciteit in de centrale gaat 60% van de energie-inhoud van het gebruikte gas als warmte verloren. Bij decentrale opwekking met een WKK kan deze warmte op het bedrijf gebruikt worden als er tegelijkertijd een warmtevraag en een elektravraag is. Elektra kan ook aan het net geleverd worden. De energiebesparingsmogelijkheden zijn sterk afhankelijk van bedrijfstype en -grootte.

BROEIERIJ

Isolatie kasdek (energiescherm)	20%	Isoleren in de kas is belangrijk voor zowel energiebesparing als voor de temperatuurverdeling. Bij een goede temperatuurverdeling kan een lagere ruimtetemperatuur worden geaccepteerd zonder dat er gewasschade optreedt in bepaalde hoeken van de kas.
Meerlagenteelt	40%	Door een tweede teeltlaag in de kas aan te brengen wordt er fors bespaard op het gasverbruik per steel, zelfs als de onderste laag tijdelijk belicht moet worden. Het onderzoek naar de optimale inrichting loopt nog, maar enkele tulpenbroeiers passen varianten op meerlagenteelt al met succes toe.
Waterbroei	12%	De teelt op stilstaand water bespaart energie door de iets lagere trektemperatuur bij een gelijke trekduur en de verminderde ruimte- en energiebehoefte tijdens de koeling.

Eb/vloedbroei	27%	Met het eb-vloed systeem blijven de tulpen langer in de bewortelingsruimte staan. Hierdoor is de kasperiode korter en zijn er meer trekken in het broeiseizoen mogelijk. Mede door het niet-opgeplant koelen is het energieverbruik per steel ongeveer 27% lager dan bij broei op potgrond.
Voortrekken	20%	Door de bewortelde bollen in een verwarmde cel of schuur enkele dagen (max. een week) gestapeld (dus in meerdere lagen) voor te trekken wordt de kasperiode verkort. Hierdoor kunnen op hetzelfde kasoppervlak meer trekken worden gebroeid.
Verhoogde kastemperatuur bij lelies in potgrond	14%	Door de kastemperatuur te verhogen van 16 naar 20 graden wordt de groeiduur van lelies met 2 tot 3 weken verkort. Per steel neemt het gasverbruik daarom nauwelijks toe, maar het elektraverbruik in de winter voor assimilatiebelichting neemt hierdoor af met ongeveer 15%.

DUURZAME ENERGIE

Zonnedak	30%	Tijdens het bewaren van de bollen kan voorverwarmde lucht uit een luchtcollector een forse besparing opleveren. In principe kan dit bij alle bolgewassen. Omdat de temperatuur in de collector vrij hoog op kan lopen is het zonnedak ook goed toepasbaar bij hyacint. De constructie is bij nieuwbouw goedkoper.
Drogen met kaslucht	40%	Door gebruik te maken van door de zon verwarmde kaslucht zal overdag de verwarming veel minder aanslaan. De energiebesparing kan, zeker gedurende de droogfase, oplopen tot 30 à 50%. Globaal geldt dat uit een kas van 200 m ² voldoende warmte komt voor het drogen van 20 m ³ bollen.
Koude/warmte opslag	0 - 50%	Wanneer in het totale productieproces meer of minder gelijktijdig in één schakel koude, en in een andere schakel warmte nodig is, zijn deze schakels te koppelen met relatief kleine volumes warmte/koude opslag. Naarmate warmte en koudebehoefte verder in de tijd uit elkaar liggen is het benodigde volume groter. Het hangt dus sterk van het bedrijfsspecifieke productieproces af hoe de warmte/koude opslag gedimensioneerd moet worden om rendabel te zijn. Warmte/koude opslag kan in ondergrondse tanks, in een aquifer of in een bodemvolume.
Warmtepompen	30%	Met een warmtepomp kan aan een hoeveelheid water of lucht warmte onttrokken worden en via warmtewisselaars aan een kleinere hoeveelheid water of lucht worden afgegeven, waardoor de temperatuur daarvan (sterk) omhoog gaat. Een warmtepomp werkt op elektriciteit en afhankelijk van de COP (ongeveer 4 aan de warmtekant) en de hoeveelheden water of lucht die moeten worden rondgepompt, gebruikt dit systeem tot 30% minder energie.

Warmtewisselaars	20-60%	Warmtewisselaars worden ingezet in combinatie met koude/warmte opslag en/of warmtepompen. Er bestaan verscheidene typen warmtewisselaars. Te warme kaslucht kan worden afgekoeld door water over het kasdek te laten vloeien of door watergekoelde ventilatie. De afgevoerde warmte wordt voor gebruik in de winter bijvoorbeeld opgeslagen in een aquifer of in een bodemvolume. Met zgn. energiepalen wordt warmte uitgewisseld tussen een bodemvolume en door slangen langs de heipalen stromend water.
Hergebruik warmte droog- en ventilatielucht	30%	Terugwinning van warmte uit afgevoerde droog- en ventilatielucht is een optie. Ook hier is een warmtewisselaar bij nodig
Koeling met grondwater	20%	Grondwater heeft een temperatuur van ongeveer 12 graden. Afhankelijk van de koellast kan het rendabel zijn om bijvoorbeeld via buizen in de grond onder het grondwaterniveau lucht aan te zuigen.
Windenergie	50%	Toepassing van een windmolen kan een substantiële verlaging van het elektriciteitsverbruik opleveren. Door teruglevering aan het net kan bovendien extra worden bespaard op de kosten. De aansluiting op het net kan hiermee echter niet vervallen: bij windstil weer is nog steeds het volle vermogen nodig! Of een windmolen geplaatst mag worden hangt af van plaatselijke en regionale overheden. Er zijn verschillende typen kleine windmolens.
Zonnepanelen	25%	Zonnepanelen zetten zonlicht om in elektriciteit. Ook bij bewolkt weer. Er zijn ook panelen die alleen het niet-fotosynthetisch licht omzetten en het fotosynthetisch licht doorlaten. Zonnepanelen worden steeds goedkoper, efficiënter en gaan heel lang mee (30 - 40 jaar).

DROGEN & BEWAREN

Ethyleengestuurde ventilatie bij de bewaring van tulpenbollen

Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)
Maurice Kok, DLV (m.kok@dlvplant.nl, 0252 688541)

Tulp en ethyleen

Tijdens de bewaring van tulpenbollen wordt door zure bollen ethyleen geproduceerd. Ethyleen heeft in de gezonde bollen negatieve gevolgen zoals overmatige verklijstering en bloemverdroging. Om ethyleenschade te voorkomen wordt extreem geventileerd: 100 m³ lucht/m³ bollen/uur tot eind augustus en 60 m³ lucht/m³ bollen/uur tot planten. Dit ventilatieadvies is gebaseerd op de aanwezigheid van 5% zure bollen. Meestal is minder zuur aanwezig en bovendien neemt de ethyleenproductie in de loop van het seizoen af. Uit angst voor ethyleen wordt dus teveel geventileerd. Dit kost zeer veel energie en leidt bovendien tot teveel uitdroging en een grotere gevoeligheid voor ziekten. Met de Hatech/EMS ethyleen analyser is het mogelijk geworden de ventilatie te regelen op basis van het ethyleengehalte in de cellen. Hierdoor wordt niet meer geventileerd dan nodig is om ethyleen af te voeren en wordt dus energie bespaard en kwaliteitsverlies voorkómen. De schadedrempel voor plantgoed bedraagt 100 ppb. Het instellen van een lagere waarde is niet nodig en bespaart bovendien veel minder energie. Bij leverbaar ligt de drempel tussen 100 en 300 ppb, tijdens koeling tussen 500 en 1000 ppb.



Project Klep Dicht (DLV, PPO, Hatech/EMS, Sercom en 5 bollentelers). Enkele resultaten:

In 2006 is het principe van ethyleengestuurde ventilatie gedemonstreerd op 5 bedrijven.

- De besparing door ethyleengestuurde ventilatie hangt af van het percentage zure bollen.
- T.o.v. de standaard norm van 100 m³/uur tot en met augustus, daarna 60 m³/uur kan er bij weinig zuur tot 70% bespaard worden.
- Op bedrijven waar standaard veel zwaarder geventileerd wordt kan dan dus nog veel meer bespaard worden.

Ethyleen in de buitenlucht

- Door landelijke luchtvervuiling van verbrandingsmotoren komt ethyleen in de buitenlucht.
- Tijdens windstille perioden loopt het ethyleengehalte op.
- Slechts 1 – 2% van de bewaarduur komt ethyleen in de buitenlucht boven de 100 ppb.
- Schade wordt hier niet van verwacht.

Ethyleen in de cel

- Tijdens de bewaarperiode is de ethyleenproductie niet constant.
- Het ethyleengehalte op verschillende punten in de cel gemeten is vrijwel hetzelfde.
- Eén meetpunt is dus voldoende, het maakt niet uit waar.
- In gas'dichte' cellen kan het ethyleengehalte tijdens het Actellic-en toenemen tot boven de 1000 ppb

In de praktijk blijkt dat sommige telers voor de zekerheid de ethyleengrens waarmee de klimaatcomputer de klepstand aanstuurt voor de zekerheid niet op 100 ppb stellen, maar op veel lagere grenzen, zelfs op 40 ppb: dit is absoluut zinloos! Onder de 100 ppb lopen uw bollen beslist geen schade op door ethyleen! Door het instellen van een lagere ethyleengrens verbruikt u alleen maar meer gas om de ventilatielucht op temperatuur te houden. Bovendien: dit leidt tot uitdroging van uw bollen en dat komt de kwaliteit niet ten goede.

Energiebesparing door verminderde circulatie. Het voordeel van frequentieregelaars

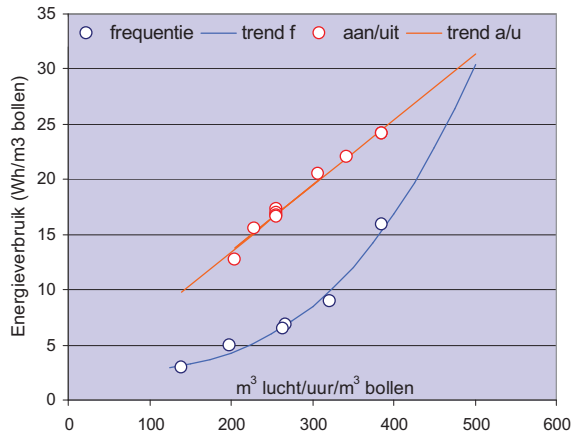
Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)

Maurice Kok, DLV (m.kok@dlvplant.nl, 0252 688541)

Aan/Uit tegenover Frequentieregeling

De standaardnorm voor circulatie in een bewaarcel is $500 \text{ m}^3 \text{ lucht/m}^3 \text{ bollen/uur}$. Dit kan flink minder. De afname van het energieverbruik is met de aan/uit-regeling evenredig met de afname in luchthoeveelheid. Met de frequentieregelaar neemt het energieverbruik evenredig af met het toerental tot de derde macht.

De Figuur links toont het verband tussen luchthoeveelheid en energieverbruik. Bij 500 m^3 is het energieverbruik ongeveer $32 \text{ Wh per m}^3 \text{ bollen}$. Bij halvering van de luchthoeveelheid tot 250 m^3 d.m.v. aan/uit (de rode lijn) neemt het energieverbruik af tot ongeveer 16 Wh . Met frequentieregelaars neemt het energieverbruik af tot $6 \text{ à } 7 \text{ Wh}$, een veel grotere energiebesparing dus. Hierdoor zijn frequentieregelaars in 2 à 3 jaar terug te verdienen. Deze resultaten zijn in een praktijkopstelling verkregen.



Monitoring met sensoren liet zien dat:

- Bij het verminderen van de circulatie met frequentieregelaars de ethyleenconcentratie tussen de bollen niet te hoog wordt (met aan/uit wel).
- Bij verminderde circulatie in beide systemen de temperatuur en RV nauwelijks toenemen en dat het gewichtverlies gelijk is.

Andere energiebesparingsmogelijkheden met de frequentieregelaar:

- Tot 40% energiebesparing door afgeronde uitblaasopening in systeemwand.
- 30% energiebesparing door verminderen lekkage tussen kisten, etc.
- Ruim 50% energiebesparing als door aanpassingen in de systeemwand, of door het afdekken van de bovenste kisten, de luchtverdeling over de kisten gelijkmatiger wordt.

Debiet en Energieverbruik

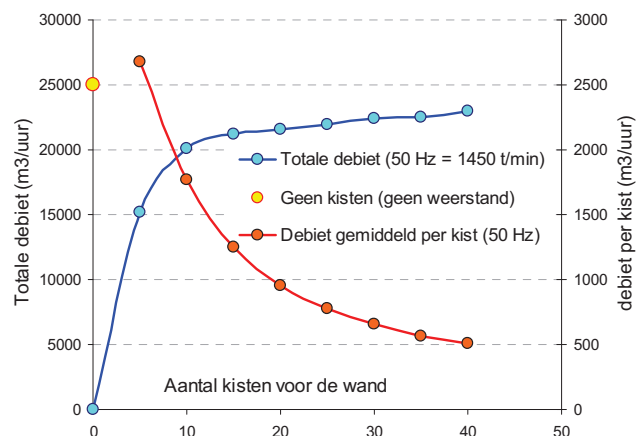
Metingen in de praktijk

Jeroen Wildschut, Henk Gude (PPO), Maurice Kok (DLV Plant)

jeroen.wildschut@wur.nl

Om na te gaan wat er met de luchtstroom door een kistenstapeling voor een systeemwand gebeurt, is telkens bij een verschillend aantal kisten voor de wand (0 – 40) en bij een toerental variërend van 300 – 1450 t/min, de luchtinstroom bij de ventilator gemeten:

- Zonder kisten voor de wand bij 1450 t/min is het debiet $25000 \text{ m}^3/\text{uur}$
- Bij 5 kisten voor de wand is het debiet $15000 \text{ m}^3/\text{uur}$



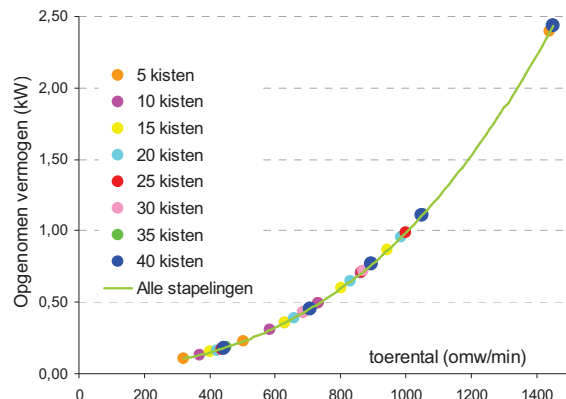
- Bij toenemend aantal kisten neemt het totale debiet toe
- Per kist neemt het debiet echter af
- Bij een 2 x zo laag toerental is het debiet in alle gevallen de helft
- Debiet wordt bepaald door weerstand en toerental

Het energieverbruik van de ventilator is hierbij ook gemeten:

- Bij afnemend toerental neemt het kWh-verbruik af met de 3de macht
- Ongeacht het aantal kisten voor de wand
- Dus ongeacht de weerstand (tegendruk)
- Minder weerstand verlaagt NIET het energieverbruik,
- Maar verhoogt het debiet

Kortom, bij een gegeven systeemwand geldt:

- Het debiet per kist wordt bepaald door het toerental en de weerstand
 - Het energieverbruik wordt bepaald door het toerental
- of:
- Meer weerstand betekent dus minder lucht bij hetzelfde energieverbruik



Energiebesparing bij de bewaring van plantgoed van tulp door temperatuurintegratie

Henk Gude, PPO (henk.gude@wur.nl, 0252 462121)

Er bestaan aanwijzingen uit eerder onderzoek dat plantgoed van tulp, bewaard in palletkisten over een zekere tolerantie t.o.v. de bewaartemperatuur beschikt. Door toepassing van temperatuurintegratie (TI), d.w.z. het laten oplopen van de temperatuur met enkele graden als er goedkope warmte beschikbaar is (bv bij warm weer of warmte uit een zonnedak), en het verlagen van de temperatuur als de buitenlucht koeler is (bv 's nachts), maar zodanig dat de gemiddelde temperatuur constant is, kunnen grote hoeveelheden energie bespaard worden. Absolute voorwaarde hierbij is dat de kwaliteit behouden blijft. Vooral een toename in verklijstering dient voorkomen te worden.

Onderzoek

In 2003 is plantgoed (cultivars: Kees Nelis, Negrita, Roodkapje en White Dream) bewaard in klimaatkasten, bij verschillende temperatuurregimes:

1. Continu 20°C
2. Continul 18 °C (geen temperatuurintegratie, wél energiebesparend)
3. 25 °C /15 °C dag/nachtritme (geleidelijke over gang)
4. 23 °C /17°C, dag/nachtritme (geleidelijke over gang)

Resultaten

In 2004 zijn de bollen geoogst, gedroogd, gepeld, gesorteerd en gewogen. Bewaring bij 18 °C leidde in alle cultivars tot opbrengstderving en is dus geen optie voor energiebesparing. Bij 3 van de 4 cultivars had het temperatuurregime 25/15 geen effect op de opbrengst of op de sortering. Alleen bij de cultivar White Dream was sprake van een opbrengstderving in het leverbaar van 5%.

In 2004 is de proef herhaald, waarbij in de controlebehandeling is gekozen voor een bewaarregime dat in de praktijk vaak wordt gehanteerd d.w.z. bewaring bij 25 of 27 °C vlak na de oogst, waarna geleidelijk gezakt wordt in temperatuur. Hier is het TI-regime 'overheen' gezet d.w.z. overdag enkele graden warmer en 's nachts enkele graden kouder. In deze proef hadden de TI-behandelingen géén negatieve effecten op de opbrengst.

Het combineren van energiebesparende maatregelen: State-of-the-Art bewaarsysteem van tulpenbollen

Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)

Maurice Kok, Theo van der Gulik, DLV Plant (m.kok@dlvplant.nl, t.vandergulik@dlvplant.nl, 0252 688541)

Met State-of-the-Art wordt het op dit moment meest moderne bewaarsysteem bedoeld. Hierin zijn zoveel mogelijk innovaties gecombineerd, samengevat volgens onderstaand schema. In het bewaarseizoen van 2007 is het systeem gevolgd op de bollenbedrijven Karel Bolbloemen B.V., Fa. W. Meskers, Ebbers-Creil V.O.F. en Gebroeders Van Ruiten B.V., en is samengewerkt met de installatiebedrijven Polytechniek, Kaandorp-Wijnker, Omnivent en Eval. Aan het project is ook bijgedragen door Sercom, Hatech, Environmental Monitoring Systems (EMS) B.V., OmniVent en OmniHout.

De **gerealiseerde energiebesparingen** zijn aanzienlijk:

- 41 tot 66% op gas
 - 48 tot 65% op elektra
 - 54 tot 56% op het totale energieverbruik
- Het percentage zure bollen was laag: 0.5 – 1.6%.

De achtergronden bij de energiebesparingen zijn:

- lagere luchtweerstand in systeemwand
→ **meer lucht per kWh**
- Terugtoeren ventilator met frequentieregelaar
- Ventilatie sturen op ethyleen

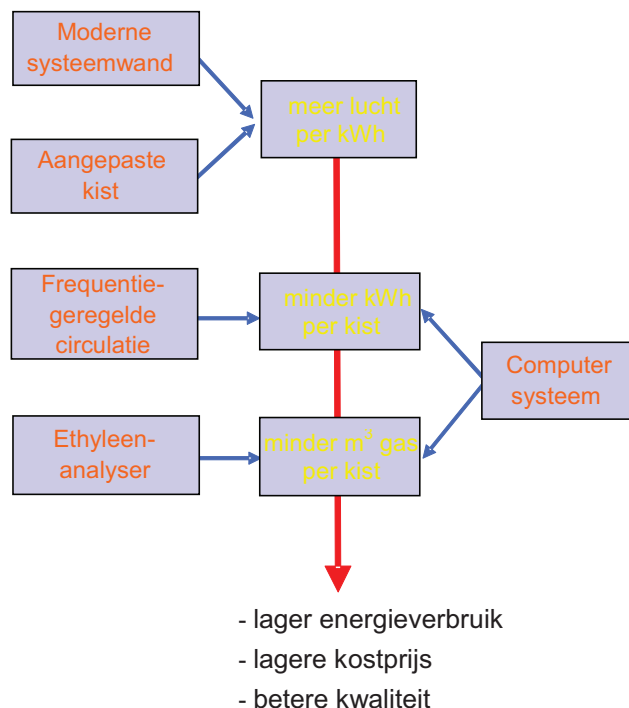
Bij een lagere luchtweerstand (afgeronde uitblaasopening, grotere bolmaat) en bij een betere luchtverdeling over de kisten, kan het toerental van de ventilator teruggedraaid worden. Een lagere circulatienorm (<250 m³/uur, ipv. 500) blijkt voor optimale bewaarcondities voldoende. Bij terugtoeren neemt het kWh verbruik af met de 3de macht → **minder kWh per kist**.

Met de ethyleen-analyser wordt de ethyleenconcentratie in de bewaarcel continue gemeten. Door aansluiting op de klimaatcomputer wordt de klepstand gestuurd door het ethyleensignaal. Er wordt dan niet méér geventileerd dan nodig om ethyleen onder de 100 ppb te houden → **minder m³ gas per kist**

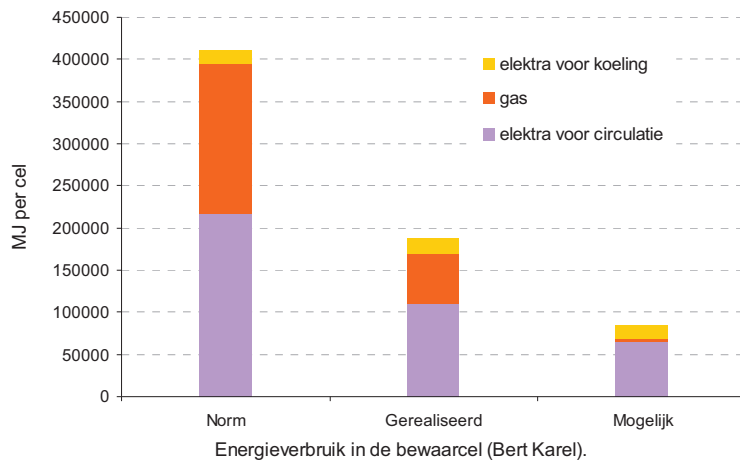
Mogelijke energiebesparingen

Op basis van de gegevens uit de klimaatcomputer is ook uit te rekenen wat er aan energiebesparing nog meer mogelijk was geweest. Een scenario waarbij de klepstand volledig op het ethyleengehalte wordt gestuurd (maar met een minimum klepstand van 15%), en waarbij de frequentieregelaar voor 100% de klepstand volgt (maar met een minimum frequentie-instelling van 15 Hz), laat zien dat de besparingen mogelijk nog forsder hadden kunnen zijn:

- 73 tot 95% op gas
- 38 tot 82% op elektra
- 56 tot 87% op het totale energieverbruik



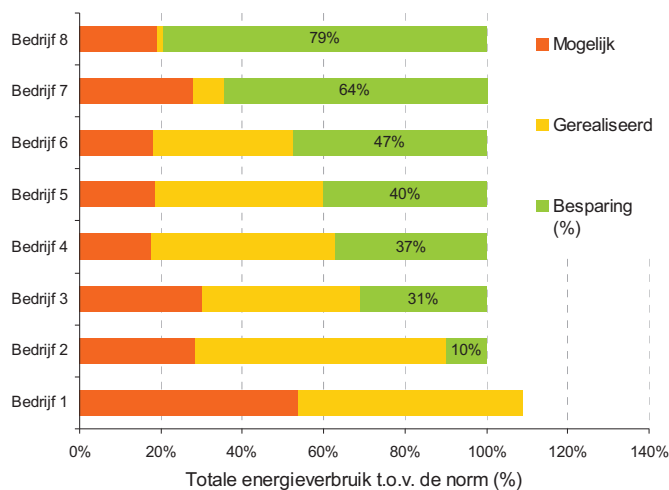
Een voorbeeld van de energiebesparingen t.o.v. het bewaren volgens de gangbare normen (Ventilatie: tot 1 sept 100 m³/uur, daarna 60 m³/uur; Circulatie: tot 1 sept 500 m³/uur, daarna 250 m³/uur met de aan/uit instelling):



In 2008 is het State-of-the-Art project uitgebreid met 4 bollenbedrijven: Fa. P. Poel Bloembollen B.V., Van der Avoird Lemmer B.V., Germaco B.V. en Fa. N.J.J. de Wit en Zn.

Ook in 2008 zijn flinke energiebesparingen gerealiseerd:

- Het totale energieverbruik (gas + elektra) was gemiddeld 62% t.o.v. de norm. Dit betekent een gemiddelde besparing van 38%.
- Bedrijven 1 en 2 bespaarden niet tot weinig, bedrijven 3 t/m 8 bespaarden 31 tot 79%
- Energiebesparingen van 46 tot 83% hadden mogelijk kunnen zijn.

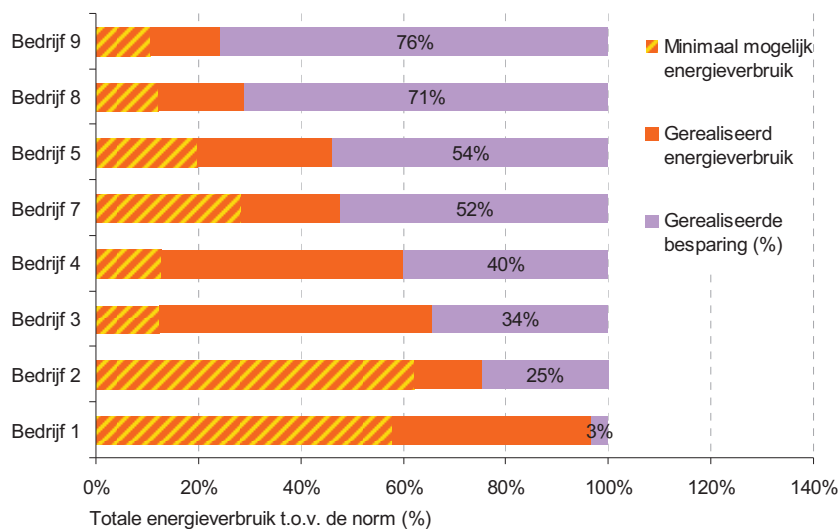


Enkele achtergronden bij deze resultaten:

- Bedrijven 2 en 3 hebben niet of nauwelijks gestuurd op ethyleen
- Bedrijf 1 had 4,0% zure bollen in de cel, bij de andere bedrijven lag dit tussen de 0,3 en 1,5%.
- Bedrijven 7 en 8 circuleerden permanent op 25 Hz, bedrijf 1 permanent op 60 Hz.
- De andere bedrijven circuleerden gemiddeld op 35,6 tot 44,0 Hz

In 2009 heeft ook Bloembollenkwekerij Kreuk aan het State-of-the-Art project meegedaan. Extra innovatie op energiegebied op dat bedrijf is de toepassing van een zonnedak, zie pg 23.

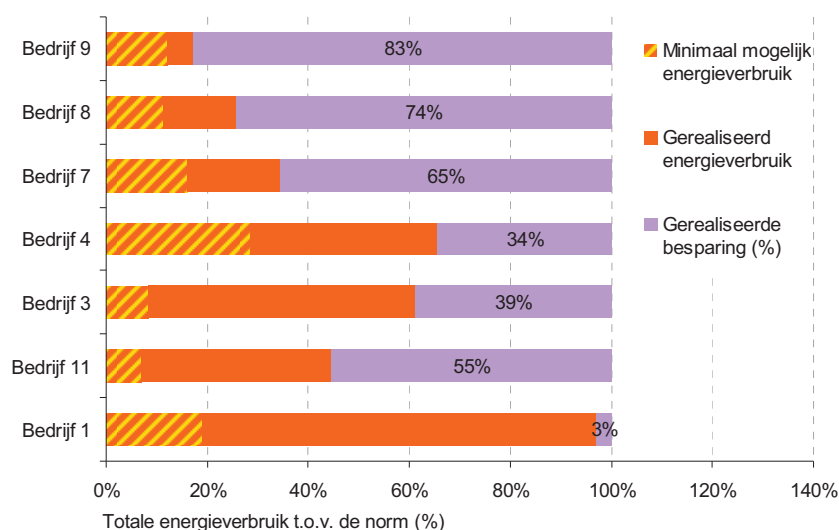
De resultaten zijn hieronder samengevat:



Gemiddeld is een besparing van 43% gerealiseerd, 73% was mogelijk geweest.

In 2010 hebben nog 2 bedrijven zich bij het StArt-project aangesloten: Pronk Tulpen B.V. en G. Oud & Zn Tulips en is ook samengewerkt met Agratechniek.

De voorlopige energiebesparingen van enkele bedrijven zijn hieronder samengevat:



Rapporten 2007 t/m 2010 op de website:

<http://www.nlergieenklimaat.nl/agroconvenant/bloembollen-bolbloemen>

Met eenvoudige aanpassingen aan de systeemwand homogener en energiezuiniger drogen en bewaren

Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)

Theo van der Gulik, DLV Plant (t.vandergulik@dlvplant.nl, 0252 688541)

Een éénlaagssysteemwand is eenvoudig aan te passen. Deze aanpassingen zijn één voor één toegepast en schematisch in onderstaande figuur in rood aangegeven. Het effect van de aanpassingen op het gemiddelde debiet per kist is aangegeven in de staafgrafiek.

Zonder aanpassingen is de luchtverdeling over de lagen zeer ongelijk: laag 1 krijgt gemiddeld per kist ruim 900 m³/uur, laag 5 iets meer dan 400 m³.

Door het plaatsen van een schans onderin de systeemwand neemt het debiet in laag 1 af. Dit komt ten goede aan de overige lagen.

Door vervolgens de grootte van de bovenste uitblaasopening met een gekromde plaat te verkleinen van 19 cm naar 12 cm neemt het debiet in laag 6 af van 670 naar 575 m³/uur. Het debiet in de overige lagen neemt daardoor toe.

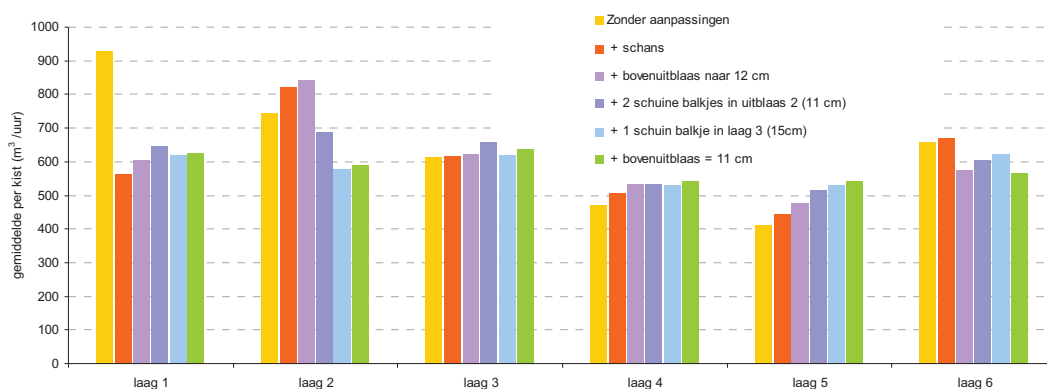
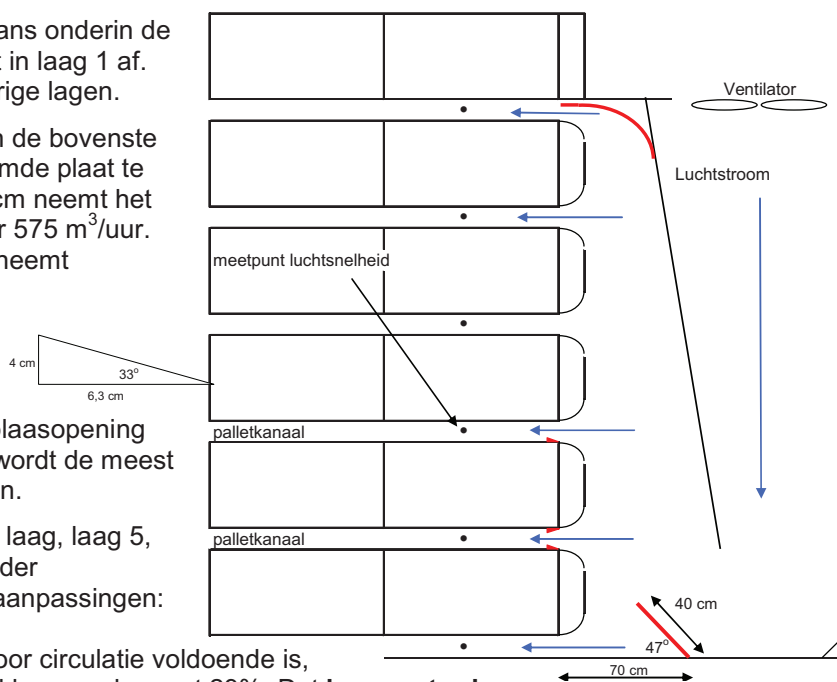
Door twee schuine balkjes in uitblaasopening 2 te plaatsen, daarna één in laag 3, en vervolgens de bovenste uitblaasopening verder te verkleinen tot 11 cm wordt de meest gelijkmatige verdeling verkregen.

Het debiet in de minst beluchte laag, laag 5, is toegenomen van 413 m³ zonder aanpassingen, tot 543 m³ met aanpassingen: een toename van 30%.

Aannemende dat 413 m³/uur voor circulatie voldoende is, betekent dit dat er terugtoerd kan worden met 23%. Dat **bespaart ruim 50% energie**.

Andere bevindingen in dit onderzoek:

- Terugtoeren heeft geen effect op de luchtverdeling over lagen
- Opvoeren van weerstand van de kistenstapeling voor de wand (2 kisten diep ipv. 10) heeft wel een (negatief) effect op de luchtverdeling.

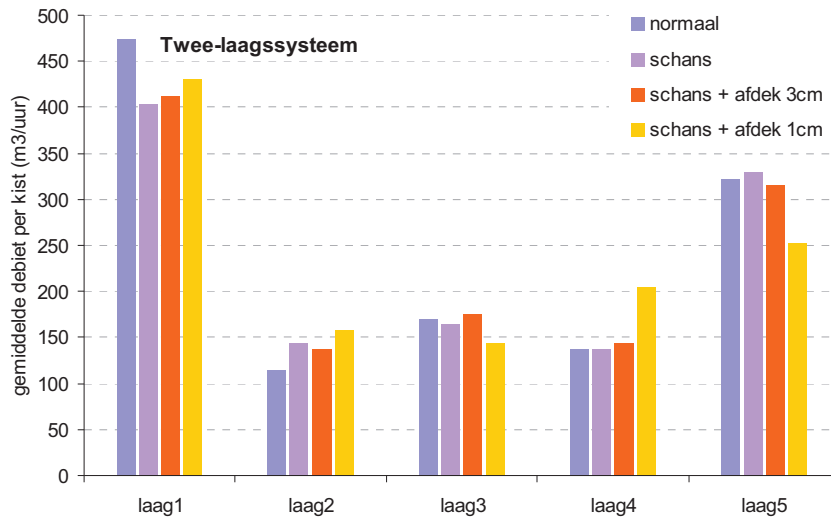


De systeemwand in dit onderzoek was 1,70 meter diep en was voorzien van een schuine wand. De aanpassingen zijn niet 1 op 1 copieërbaar naar een drukwand met andere afmetingen. Ook de diepte van de stapeling speelt een rol. En het maakt ook uit of er

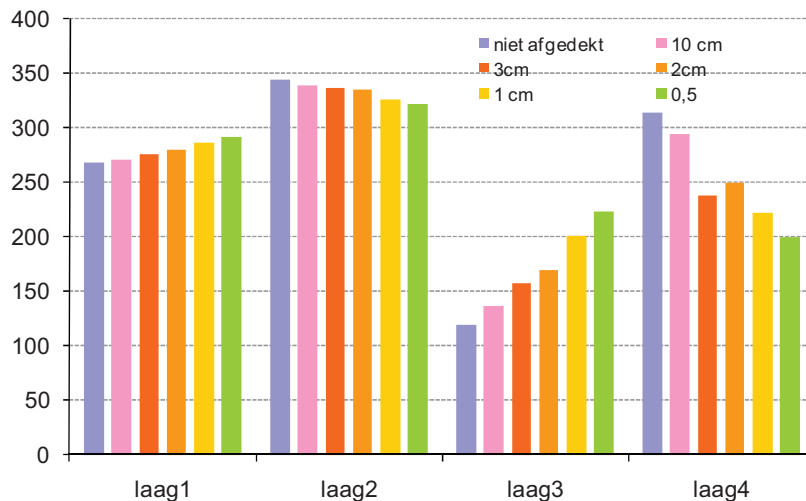
plantgoed of leverbaar voor de wand staat. Het optimale ontwerp van een systeemwand is dus maatwerk!

Onderzoek aan een twee-laagssysteem, 5 hoog x 8 diep

De luchtverdeling in een tweelaagssysteem (5 hoog x 8 diep) is moeilijker precies te meten, blijkt zeer ongelijkmatig, en is ook moeilijker te verbeteren. De schans zoals getest in het éénlaagssysteem is hier minder effectief. Het met platen afdekken van de bovenste kistenlaag met een uitblaasspleet van slechts 1 cm breedte blijkt het debiet in laag 4 flink te verbeteren. Om de luchtstroom in de onderste laag te verminderen en dit ten goede van de lagen erboven te laten komen, is het aerodynamisch verkleinen van de onderste uitblaasopening vermoedelijk het meest effectief.



Ook in een tweelaagssysteem van 4 hoog x 7 diep gaf het met platen afdekken van de bovenste kisten een goed resultaat: De minst beluchte laag (laag 3) kreeg bijna 70% meer lucht wanneer een kier van 1 cm werd overgelaten.



Minimaliseren van temperatuur- en RV-verschillen tussen kisten

In het 5 hoog x 8 diep tweelaagssysteem heeft de 2^{de} laag een veel kleiner debiet dan de eerste laag. Dit kan een factor 4 – 5 schelen. Ondanks dit verschil traden er gedurende een meetperiode van 19 dagen in RV en temperatuur geen verschillen op tussen de kisten van de verschillende lagen. Deze resultaten wijzen er op dat om temperatuurs- en RV-verschillen tussen kisten te minimaliseren een veel lagere circulatienorm dan 500 m³/uur per m³ bollen voldoende is.

Met alternatieve kuubskist energie-efficiënt drogen in een half (1/2)-laagssysteem

Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462 121)

Naar een idee van Peter de Wit van het bloembollenbedrijf N.J.J. de Wit/Nord Lommerse is door Omnihout B.V. een alternatieve kuubskist gemaakt. Deze kisten met een open onderste palletbodem (kuubskisten voor een zogenaamd twee-laagssysteem) worden geplaatst voor een één-laags droogwand. Elke kist wordt zowel van onderen als van boven aangeblazen. Via de bollen wordt de lucht door de buizen opzij uitgeblazen.

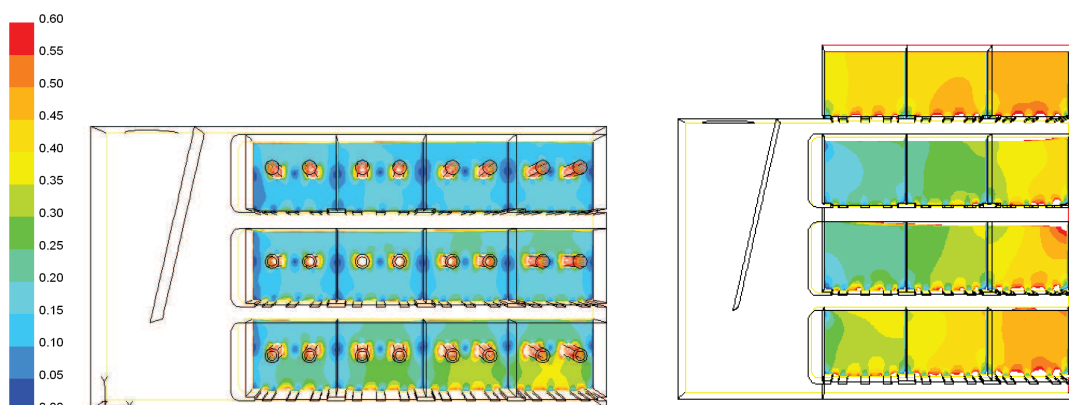


Met CFD-modellen is het ontwerp verbeterd en door PPO/DLV-Plant getest. Hierbij zijn de debieten per kist gemeten en is het droogproces met temperatuur- en RV-sensoren gevolgd.



De resultaten:

- De luchtverdeling over de kistenstapeling is gelijkmatiger dan bij gangbare kisten.
 - De opstartfase van het droogproces is korter omdat de door de drooglucht afgelegde weg door de bollen gehalveerd is. Per m³ wordt er meer vocht afgevoerd.
 - De weerstand is lager waardoor het debiet hoger is.
 - De kisten zijn daardoor 30% eerder sneldroog.
 - Hierdoor wordt 17 % op gas en 34% op elektra bespaard.
 - De financiële besparing bij het drogen is echter klein: €0,22 tot €0,31 per kist.
 - Door het kortere sneldroogproces is de kans op ziektes kleiner.
- Bij de bewaring kan door de lagere weerstand *en* de betere luchtverdeling ruim 50% op elektra worden bespaard. Dit kan tot €10,- per kist per seizoen opleveren.
 - Dit vereist een aanpassing aan de bovenkant van een 1-laagssysteemwand.



In deze figuren is met de kleurschaal van blauw via geel naar rood de snelheid in m/s weergegeven. De verschillen in luchtsnelheid bij de buizenkisten, het half-laagssysteem links, zijn kleiner dan bij het twee-laagssysteem.

Energiebesparing bij heetstook Hyacint

Guus Braam, DLV Plant (g.braam@dlvplant.nl)

Ventilatie bij heetstook kost onnodig veel gas

Na vijf jaar praktijkproeven blijkt de oude norm van 160 m³ buitenlucht per m³ product veel te hoog. De noodzaak van deze hoge norm is nooit wetenschappelijk vastgesteld. Tot nu toe werd aangenomen dat veel buitenlucht nodig is voor voldoende zuurstof en om de RV laag te houden. Vermindering van de hoeveelheid buitenlucht heeft echter nauwelijks invloed op de RV en leidt ook niet tot een daling het percentage zuurstof.

De proeven zijn uitgevoerd met in totaal 500 m³ bollen, wat overeenkomt met ongeveer 20 hectare. De ventilatie werd terug gebracht van 160 naar 80 en 40 m³ buitenlucht per m³ product per uur. Er is getest in gaasbakken en kisten met zowel één- als tweelaagsbeluchting. In géén van de gevallen is er ooit sprake geweest van extra heetstookschade. Bij controle tijdens de heetstook werden geen afwijkingen aan de bollen waargenomen. Ook in de nateelt op het veld en in de broei zijn geen bijzonderheden gesignaleerd.

Er zijn meerdere cultivars gebruikt waaronder; Delf Blue, Carnegie en Pink Pearl.

Belangrijke voorwaarden

- Laat altijd de klepstand doormeten
- Een goede luchtverdeling is uiterst belangrijk
- Beperk het openen van deuren tot een minimum



Ook circulatie kan minder

Er is tevens geëxperimenteerd met halvering van de luchtcirculatie. Tijdens de 4 weken 30°C en de 2 weken 38°C is de circulatie teruggebracht van de gebruikelijke 1000 m³ naar 500 m³ per m³ product per uur. Bij het opstoken en afkoelen en bij de 3 dagen 44°C is wel de norm van 1000 m³ gehandhaafd. Bij controle is geen schade geconstateerd.

Energiebesparing

Bij het huidige advies van 160 m³ buitenlucht per m³ bollen per uur bedraagt het gasverbruik ongeveer 4100 m³ per ha. Door deze terug te brengen naar 80 m³ daalt het gasverbruik naar circa 2300 m³ per hectare. Bij 40 m³ buitenlucht daalt het verbruik zelfs naar circa 1200 m³. Dit geeft een besparing van respectievelijk 45% en 70%, overeenkomend met 1800 m³ en 2900 m³ gas. Naast besparing op het gasverbruik bij het ventileren, is er bij halvering van de circulatie ook flink te besparen op het stroomverbruik.

Bewaren lelieplantgoed: niet teveel circuleren

Rik Vasen en Geert van Diepen, DLV (r.vasen@dlvplant.nl, g.vandiepen@dlvplant.nl, 0252 688541)

Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)

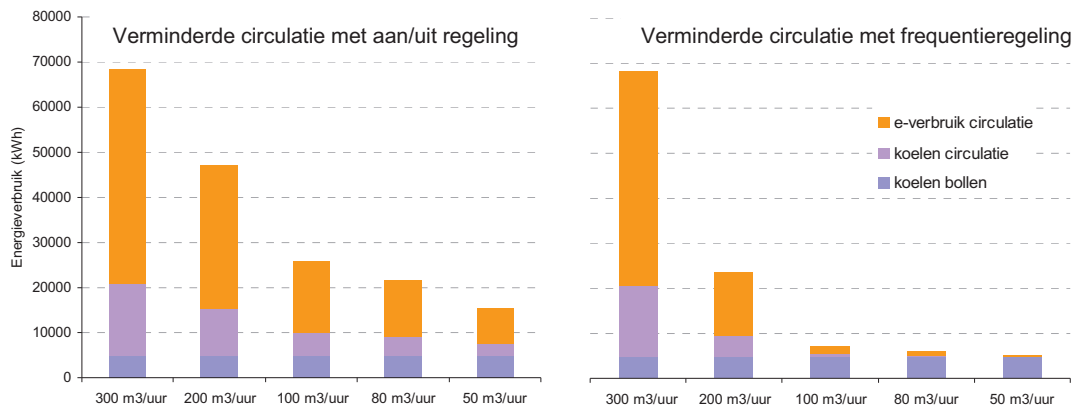
De veruit belangrijkste energiepost bij de teelt van lelies is het elektraverbruik voor koeling en circulatie tijdens de bewaring van november t/m april. Lelieplantgoed wordt bewaard in palletkisten bij een temperatuur van 2 - 4 °C in de eerste weken na het rooien tot gemiddeld -0.5 °C in de laatste maanden. De circulatieluchthoeveelheden variëren in de praktijk tussen de 50 en 300 m³ lucht per m³ bollen per uur. Voor de ventilatie wordt door sommige telers een klein PVC-pijpje in de buurt van de verdamper aangebracht, terwijl andere telers dit oplossen door af en toe de deur even open te doen.

DLV en PPO hebben in 2009 op praktijkbedrijven onderzocht in hoeverre het klimaat in de cel en tussen de bollen beïnvloed wordt als de circulatielucht wordt verminderd van 300 naar 50 m³ lucht per m³ bollen per uur met behulp van een aan/uit-regeling. Ook werd het effect van de hierboven geschetste ventilatieregelingen op het CO₂-niveau in de cel en tussen de bollen bestudeerd.



De belangrijkste resultaten uit het onderzoek:

- **Circulatie:** 50 m³ lucht per m³ bollen per uur is voldoende als de bollen in rust zijn
- Meer lucht is niet nodig en geeft ongewenste warmte van de ventilatoren
- Gebruik frequentieregelaars. Dat bespaart 50 – 70% t.o.v. aan/uit !
- **Ventilatie:** af en toe de deur even open of een PVC-pijpje is voldoende
- Voor aanvoer van zuurstof en afvoer van CO₂ is 1 m³ lucht per m³ bollen per uur voldoende



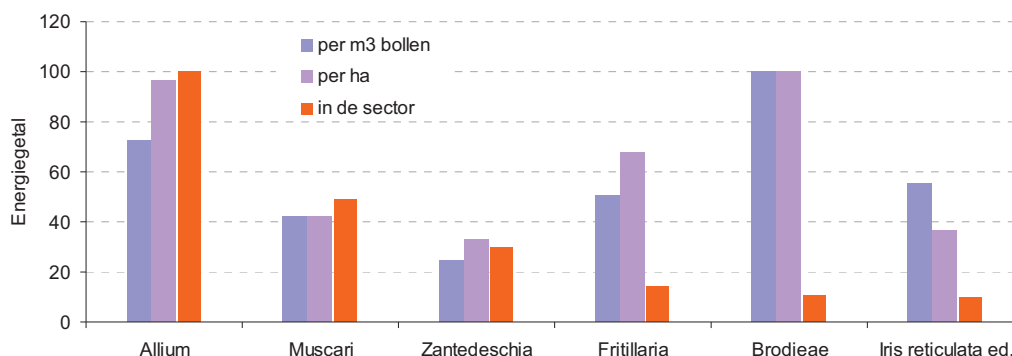
Groep van bijzondere bolgewassen grootverbruiker van energie. Op ventilatie kan fors bespaard worden.

Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)
Rik Vasen, DLV Plant (r.vasen@dlvplant.nl, 06 538 197 72)

De 5 bijzondere bolgewassen met het hoogste energieverbruik op sectorniveau zijn Allium, Muscari, Zantedeschia, Fritillaria en Brodiaea. Uit een inventarisatie onder 19 telers van bijzondere bolgewassen blijkt dat het gasverbruik tijdens de bewaring (het gasverbruik in m³ gas/m³ bollen) fors hoger is dan voor tulp. Dat is bijzonder omdat bij tulp zoveel geventileerd moet worden vanwege het ethyleenprobleem, terwijl de bijzondere bolgewassen geen ethyleenprobleem hebben. De oorzaken van het hogere energieverbruik zijn een hoger ventilatiedebiet en in het geval van Zantedeschia ook een langere bewaarduur en een grotere gemiddelde ΔT (het verschil tussen de temperatuur in de cel en in de buitenlucht). Fritillaria en Allium hebben lagere opbrengsten (m³ bollen/ha) dan tulp. Daardoor komt het gasverbruik/ha uit in dezelfde orde als bij tulp. Muscari en vooral Zantedeschia hebben per hectare hogere opbrengsten dan Allium en Fritillaria en daardoor ook per hectare een fors hoger gasverbruik dan tulp.



Ook de spreiding rond het gemiddelde ventilatiedebiet blijkt erg hoog: 46% bij Fritillaria tot wel 60% bij Muscari. Dit geeft aan dat sommige telers al met een fors lager dan gemiddeld debiet ventileren. Ook bleek dat op bedrijven waar al in de tachtiger jaren van de vorige eeuw (toen de gasprijs nog erg laag was) met de teelt is begonnen is, het gasverbruik het hoogst is. Dit zijn aanwijzingen dat het gasverbruik bij bewaren het eenvoudigst te verminderen is door het ventilatiedebiet te verlagen. Een energiebesparing van 20 – 40% is dan snel mogelijk.



Figuur: Energiegetallen (schaal 0 - 100) van de energetisch 6 belangrijkste bijz. bolgewassen.

BROEIERIJ

Energiebesparing bij de broeierij van bolbloemen door temperatuurintegratie

Bolbloemen worden bij een constante etmaaltemperatuur gebroeid. Temperatuurintegratie (TI) wil zeggen dat bepaalde gewassen flinke schommelingen rond een bepaalde gemiddelde kastemperatuur kunnen verdragen zonder kwaliteitsverlies. Hiervan kan gebruik gemaakt worden door de kastemperatuur wat op te laten lopen als de zon schijnt en de temperatuur iets te laten zakken als er minder instraling is (bv 's nachts). De periode van lagere temperatuur in de nacht bespaart veel stookenergie. In de glastuinbouw is de afgelopen jaren volop geëxperimenteerd met TI als energiebesparingsinstrument.

Bolbloemen kunnen een temperatuurstijging overdag van 4 graden boven de gemiddelde etmaaltemperatuur prima verdragen als deze stijging 's nachts gecompenseerd wordt door een daling van 4 graden onder de gemiddelde temperatuur. De lagere nachttemperatuur is vooral verantwoordelijk de energiebesparing. In 3 jaar onderzoek is vastgesteld dat temperatuurintegratie goed toegepast kan worden in de broeierij van tulp, narcis en hyacint.

Haal meer uit uw kas! Minder energie per bos door meer-lagen-broei

Jeroen Wildschut en Kim van der Putten, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, kim.vanderputten@wur.nl, 0252 462121)

De voordelen van meerlagenbroei:

- Hogere benuttingsgraad kas (tot 300-400%?)
- Hogere energie-efficiëntie (40 à 50% minder energie per bos)
- Lagere kostprijs
- Productie-uitbreiding zonder uitbreiding kasoppervlak

Minimale lichtbehoefte bolbloemen

Tulp, hyacint en narcis zijn bij uitstek geschikt voor meerlagenbroei door de grote hoeveelheden koolhydraten in de bol. Deze gewassen hebben daardoor geen groeilicht (fotosyntheselicht) nodig. Wel is (stuur)licht nodig om rechtop te blijven en om op kleur te komen. Enkele conclusies uit het onderzoek naar de minimale lichtbehoefte van tulp waren:

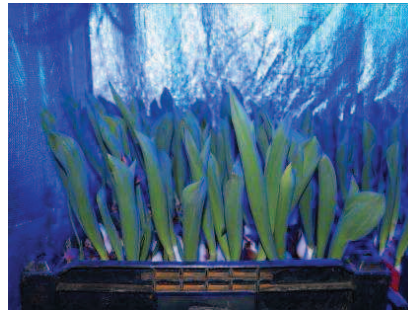
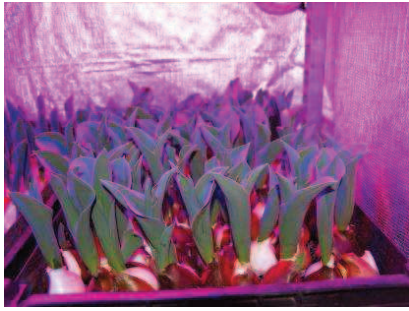


cv Cheers, Links 30 μmol Blauwe LED
Rechts 30 μmol Rode LED



cv Cilesta, Links 30 μmol Blauwe LED
Rechts 30 μmol Rode LED

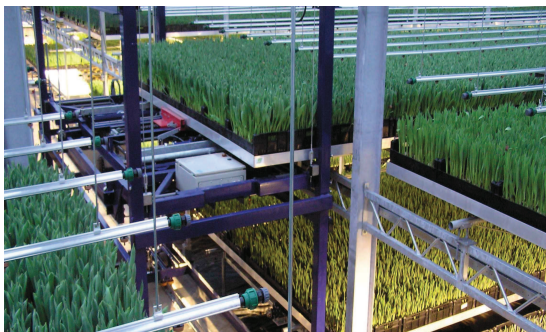
- De eerste 30% van de normale 2-4 weken groei in de kas hebben tulpen geen licht nodig.
- Langer in het donker leidt tot kromme stelen, maar niet tot kortere of lichtere tulpen.
- Door 1 minuut/half uur met 1 TL-lamp/m² te belichten blijven de tulpen langer rechtop.
- Onder continue blauw LED-licht worden de tulpen langer dan onder rood.
- Onder rood LED-licht spreidt de spruit veel eerder.
- Hierin is geen verschil bij 30, 15 of 10 $\mu\text{mol/s/m}^2$.



Bedrijven gezocht voor deelname aan het project 'Meerlagenteelt in de praktijk'

Doel van dit project is: het versneld ontwikkelen en implementeren van MLT-systemen op water waardoor in de bolbloemensector op middellange termijn het energieverbruik voor de broeierij drastisch afneemt, de arbeidsomstandigheden verbeteren en er geen/minder emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen plaatsvindt. Gecombineerd met duurzame energiemaatregelen wordt het broeien op lange termijn energieneutraal.

De werkwijze in dit project is vergelijkbaar met die van het project State-of-the-Art bewaren van tulpenbollen: enerzijds het demonstreren van reeds ontwikkelde en beproefde MLT-systemen op praktijkbedrijven en van de hierbij gerealiseerde energiebesparingen. Anderzijds het op deze praktijkbedrijven testen/verifiëren van de recente resultaten van onderzoek naar verbeteringen van belichting, kasklimaat, e.d.. Op deze wijze wordt de praktijk direct gevoed met de nieuwste ontwikkelingen uit het onderzoek en wordt het onderzoek direct gevoed met de resultaten en ervaringen op de praktijkbedrijven.



In broeiseizoen 2009/2010 deden 4 bedrijven mee aan dit project. Met de op de bedrijven toegepaste lichtregimes werden kwalitatief goede tulpen afgebroeid. Er is daarom gestart met het in kaart brengen van het kasklimaat. Hiertoe zijn met draadloze sensoren op verschillende hoogtes t.o.v. de teeltlagen de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid (RV) gedurende 3-6 weken gelogd. Deze data zijn geanalyseerd en op het bedrijf besproken en waar nodig zijn verbeteringen voorgesteld en uitgewerkt.

Samenvattende conclusies uit dit onderzoek:

- Het energieverbruik bij meerlagenbroei is minstens 40% lager
- Het kasklimaat kan voldoende gecontroleerd worden om zweters & kiepers te voorkomen
- De mogelijkheden van LED verlichting worden nog niet voldoende benut
- Er bestaat een grote variatie in het realiseren van meerlagenteelt

Aanpak en activiteiten voor het 2^{de} jaar van dit project (broeiseizoen 2010/2011):

- Het aantal deelnemende bedrijven uitbreiden (naar mogelijk 8)
- Testen van alternatieve lichtregimes (zo laat mogelijk met belichten beginnen, pulsbelichting van 1 min/half uur, etc.) en belichting met verschillende kleuren (LED-belichting)
- Monitoren kasklimaat (temperatuur, RV, en PAR%licht)
- Monitoren energieverbruik
- Op basis van de resultaten doorrekenen van alternatieve efficiënte ontwerpen van meerlagenteeltsystemen

DUURZAME ENERGIETECHNIEKEN

Drogen en bewaren met door de zon opgewarmde kaslucht. Ervaringen in Project Energiek Geregeld

Guus Braam, DLV Plant (g.braam@dlvplant.nl, 0252 688541)

Beschikt u over een (schuur)kas? Deze kas is een gratis energiebron. Door instraling van de zon wordt de lucht in de kas opgewarmd. Door hier goed mee om te gaan, bespaart u energie en hoge kosten. In 2008 en 2009 is op praktijkbedrijven een besparing op gas bij het drogen van tussen 45 en 50% aangetoond.

Er zijn twee systemen van drogen met kaslucht:

- **Drogen waarbij het product in een (aangrenzende) cel staat**

De buitenlucht wordt door systeemventilatoren door de kas gezogen. Via een corridor of luchtkanaal wordt de opgewarmde lucht uit de kas door de bollen geblazen die in een aangrenzende cel of schuur staan.

- **Drogen waarbij het product in de kas staat**

De buitenlucht wordt via de kas direct door de bollen heen gezogen, waarbij afgewerkte lucht direct naar buiten wordt geblazen.



Situatie waarbij de lucht direct uit de kas in de droogwand wordt getrokken.

In het project Energiek Geregeld is in 2008 en 2009 op enkele bedrijven (hieronder A en B genoemd) het energieverbruik bij het drogen gemeten met en zonder het gebruik van opgewarmde kaslucht.

Op bedrijf A wordt gedroogd met (schuur)kaslucht. De door de zon opgewarmde lucht boven het energiescherm en onder het kasdak wordt de

droogwand ingetrokken waarna d.m.v. een klep deze lucht kan worden bijgemengd. Wanneer de temperatuur van de uitblaaslucht van de droogwand (de lucht die door de bollen wordt geblazen) boven de ingestelde temperatuur komt (hier 23 °C), wordt bijgemengd met buitenlucht. Deze buitenlucht komt via grote open luiken en deuren de schuurkas in. Hiermee werd in 2008 47% en in 2009 45% op gas bespaard.

Op bedrijf B wordt door de droogwand lucht uit de kas aangezogen en door de kisten geblazen die in de aangrenzende ruimte in sloffen opgesteld staan. Ook hier werd fors bespaard t.o.v. drogen met buitenlucht. In 2009 werd een besparing van 51% op gas gemeten.

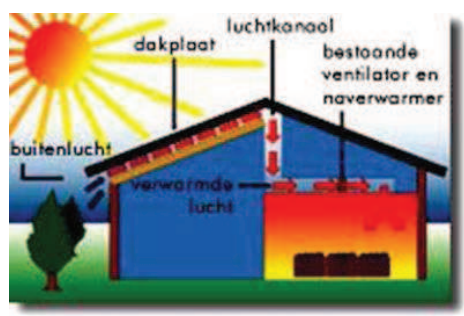
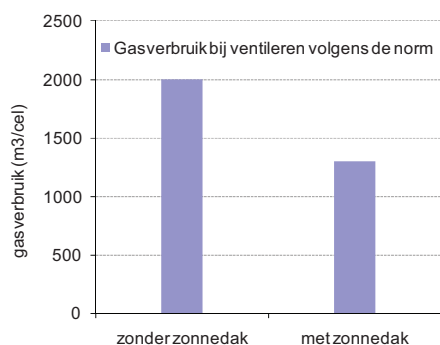


Energiebesparing en financieel voordeel van het zonnedak

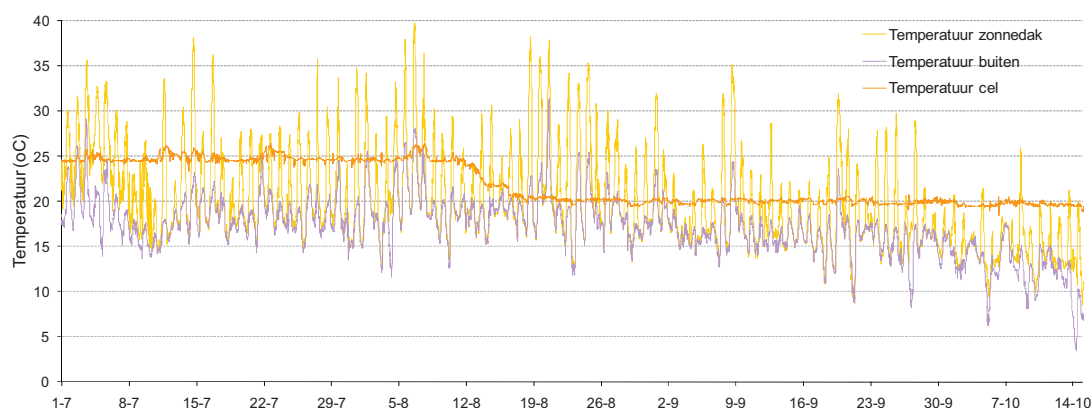
Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)

Het zonnedak

In 2009 is op een praktijkbedrijf 35% bespaard op gas door gebruik te maken van een zonnedak.



Het principe is dat de voor ventilatie aangezogen lucht door het zonnedak voorverwarmd wordt. Is de lucht dan warmer dan de gewenste celtemperatuur dan wordt bijgemengd met direct aangezogen buitenlucht. Onderstaande figuur laat zien dat de temperatuur in het zonnedak overdag tot ver boven de celtemperatuur ophiep. s'Nachts was de temperatuur iets hoger of gelijk aan die van de buitenlucht. Gemiddeld over het bewaarseizoen moest de ventilatielucht 3,7 °C opgewarmd worden, zonder zonnedak zou dat 5,2 °C zijn geweest. Die 1,5 °C verschil betekende een besparing op gas van 35%.



PPO heeft een computerprogramma ontwikkeld voor het berekenen van de energiebesparing en het financiële voordeel van een zonnedak voor elke bedrijfssituatie. De kweker hoeft slechts enkele gegevens over het bedrijf in te voeren, zoals aantal hectares van de verschillende gewassen en het beoogde schuuroppervlak, en het programma rekent in seconden uit wat de consequenties zijn. Hierbij wordt rekening gehouden met de actuele situatie van het fiscale voordeel. U kunt zelf uw voordeel berekenen op <http://psgapp.wur.nl/zonnedak>.

Vuistregel voor optimale verhouding oppervlak zonnedak/teeltareaal:
20-25 m2 zonnedak/ha tulp
40-50 m2 zonnedak/ha hyacint

Warmtepompen, Warmtewisselaars en Warmte-koude Opslag

Kim van der Putten, PPO (kim.vanderputten@wur.nl, 0252 462121)
 Jeroen Wildschut, PPO (jeroen.wildschut@wur.nl, 0252 462121)

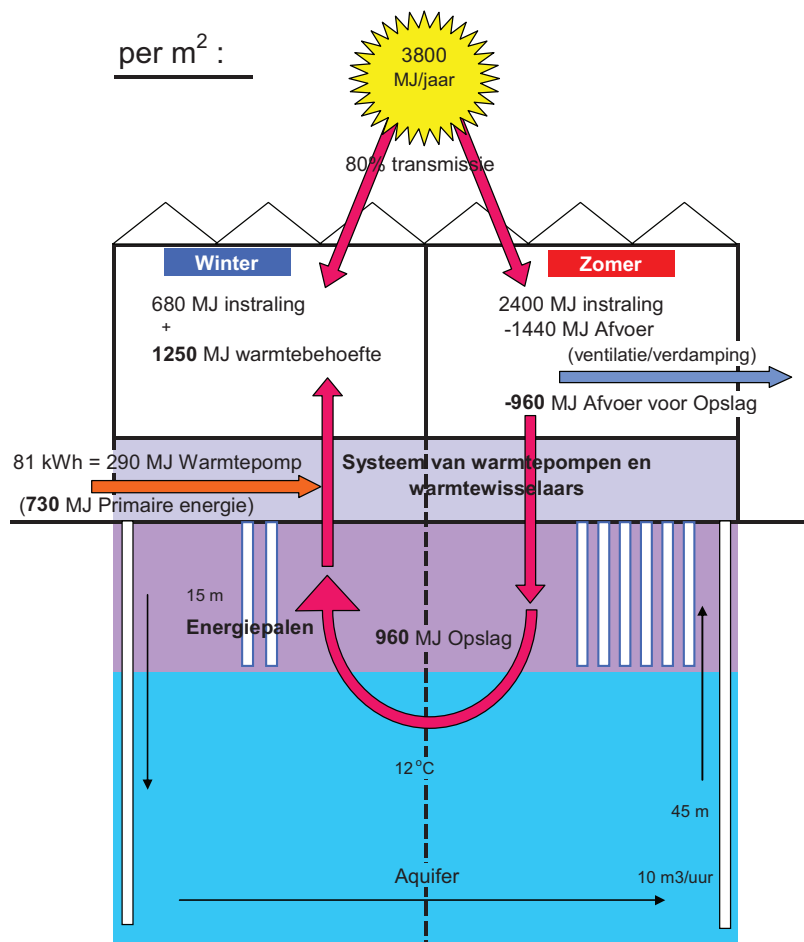
Warmtepompen en Warmtewisselaars

Conventionele technieken om in een warmtevraag te voorzien zijn er op gericht om warmte te produceren door iets te verbranden. In plaats van iets te verbranden, is het ook mogelijk om warmte te verplaatsen. Dit principe noemen we een warmtepomp. Het voordeel van warmtepompen zit in het hoge rendement: door warmte te verplaatsen kun je veel meer bruikbare energie verkrijgen dan dat het verplaatsingsproces kost. De verhouding bruikbare energie/benodigde energie kan met een warmtepomp oplopen tot rendementen boven de 300%! De bron van de warmte kan bijvoorbeeld de bodem onder de kas zijn. Speciale 15m lange palen voorzien van waterslangen, zogenaamde energiepalen, worden in de grond geslagen en fungeren als warmtewisselaars: Koud water dat door deze slangen wordt gepompt onttrekt warmte aan de bodem en warmt op. Door met warmtepompen dit water af te koelen komt warmte vrij ("omgekeerde koelkast"). Door deze warmte weer aan het veel kleinere watervolume van het gesloten verwarmingssysteem van de kas af te geven kunnen hoge temperaturen worden gerealiseerd.

Warmte-koudeopslag

Een andere techniek om slim om te gaan met warmte is warmte-koude opslag. Overbodige warmte in de zomer kan worden weggekoeld uit de kas en in de vorm van warm water worden opgeslagen in een ondergronds reservoir. Dit waterreservoir, dat ligt op een diepte van ongeveer 45 meter noemt men een aquifer. In de winter wordt de warmte teruggewonnen en gebruikt om de kas te verwarmen. Een vereiste hierbij is dat de jaarcyclus energie-neutraal is (het overschot in de zomer is ongeveer gelijk aan de vraag in de winter.) Warmte en koude opslag zijn ideaal te combineren met warmtepompen. Door de opslag van warmte wordt de vraag naar extra warmte geminimaliseerd. Het kleine beetje warmte dat nog nodig is kan door middel van warmtepompen aan de grond worden onttrokken.

Sinds 2008 maakt Marcel Boos op zijn bedrijf Aquaflovers gebruik van zowel warmtepompen als warmte-koude opslag bij de teelt van Irissen. Marcel heeft hiermee 36% bespaard op het energiegebruik voor de verwarming van zijn kas. In 2009 is ook het bedrijf Wagemaker Flowers van start gegaan met verwarming van hun kas met warmtepompen.



Duurzame energie in de bloembollensector

DWA Installatie- en energieadvies

Postbus 274
2410 AG Bodegraven

Voor de bloembollen- en bolbloemensector zijn er voor de komende jaren doelstellingen vastgesteld in de Meerjarenafspraak energie (MJA-e). Hierin staat onder andere dat er een efficiëntieverbetering van 11% ten opzichte van 2006 gerealiseerd moet worden over de periode 2007 tot 2011. Daarnaast wordt gestreefd naar grootschalige invulling van de thermische en elektrische energievraag door duurzame energie. De streefwaarde voor het aandeel duurzame energie in de bloembollensector in 2011 is op basis van de resultaten van deze studie vastgesteld op 6,4%.

Het doel van deze studie was de technische en economische mogelijkheden voor de toepassing van duurzame technologieën in de sector helder te krijgen. Hierbij is achtereenvolgens ingegaan op de energievraag van de sector en de opdeling daarvan over de verschillende bedrijfsprocessen. Vervolgens is ingegaan op de penetratiegraad waarin duurzame technieken zijn toegepast. Daarna zijn de mogelijkheden voor nieuwe duurzame technieken uitgewerkt.

Naar aanleiding van diverse afspraken in onder andere de bloembollen- en bolbloemensector is de energie-efficiency de laatste jaren sterk gestegen. Duurzame technieken, zoals het gebruik van vrije koeling en het gebruik van voorverwarmde kaslucht, worden al ruimschoots in deze sector toegepast. Andere duurzame technieken worden in veel mindere mate toegepast. Met de huidige bestaande duurzame technieken zijn de volgende concepten samengesteld, die zowel energetisch als economisch het meest aantrekkelijk zijn:

- Houtketel (basislast), gasketel (pieklast) en het gebruik van oppervlaktewater
- Bio-WKK
- PV-panelen en/of duurzame elektriciteit

Deze concepten zijn zowel voor de referentiebedrijven als voor de gehele sector doorberekend.

Het volledige rapport is te downloaden op:

<http://www.nlenergieenklimaat.nl/agroconvenant/bloembollen-bolbloemen> .

