

Energiestroom Lelie

Jeroen Wildschut (PPO Bloembollen)
Maurice Kok (DLV Plant)

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Meerjarenafpraak energie Bloembollen (KAVB, PT, LNV, SenterNovem en telers).



Projectnummer: 32 360 355 07

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bloembollen, boomkwekerij & Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse
Postbus 85, 2161 DW Lisse

Tel. : 0252 – 462 121

Fax : 0252 – 462 100

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING.....	5
2	INLEIDING	7
3	WERKWIJZE.....	7
4	RESULTATEN	8
4.1	Bedrijfsgegevens.....	8
4.2	Teeltkalender en elektraverbruik	9
4.3	Elektraverbruik en productieproces.....	10
4.4	Achtergronden.....	11
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	13
	BIJLAGE 1: NUON meetdata	15
	BIJLAGE 2: Teeltkalender per Lelie-groep.....	17

1 Samenvatting

2 Inleiding

Begin jaren 90 is er door Tebodin ism. DLV een onderzoek uitgevoerd naar het energieverbruik op bloembollenbedrijven. Hieruit kwamen cijfers naar voren van o.m. het gemiddelde energieverbruik per hectare bij de lelieteelt. Deze cijfers worden sindsdien gebruikt als uitgangspunt bij energieberekeningen (bv. de energie-efficiëntie-index), energiebesparingsprojecten, etc..

Volgens recentere gegevens uit de EBP-enquête van MJA-e deelnemers, neemt het totale elektraverbruik per hectare (Tabel 1) de laatste jaren sterk toe, en is flink hoger dan de oorspronkelijke schattingen van Tebodin/DLV. Wat hieraan ten grondslag ligt is feitelijk onbekend.

Tabel 1: Elektraverbruik lelieteelt

Jaar	1993	1995	2001
Bron	Tebodin/DLV	EBP-enquete MJA-e	
kWh/ha	3240	5210	6790
n	10	83	84
std	?	825	930
std%	?	15,8%	13,7%

Doelstellingen van dit onderzoek zijn de achtergronden in kaart te brengen van het (toegenomen) elektraverbruik op lelieteeltbedrijven om zo een duidelijk beeld van de energiestromen te krijgen. Hierdoor komen pieken en knelpunten van het energieverbruik in beeld zodat er gericht gezocht kan worden naar oplossingen om het energieverbruik te verminderen en de energiekosten te verlagen.

3 Werkwijze

Door DLV Plant zijn 10 lelieteeltbedrijven geselecteerd op basis van o.a. representativiteit en bereidheid tot medewerking. Na het opstellen en testen van de vragenlijsten zijn deze bedrijven minstens 2 maal bezocht om bedrijfs- en energiegegevens te verzamelen. De gegevens zijn aangeleverd in een gestandaardiseerde excel-file en vervolgens verwerkt in een rekenmodel. De tijdens de verwerking en berekeningen naar voren komende inconsistenties en/of omissies zijn teruggekoppeld en bij de teler zijn de betreffende data geverifieerd en/of aangevuld.

Voor het berekenen van het energieverbruik bij de verschillende productieprocessen zijn verschillende methodes om data te verzamelen toegepast:

- 1) Op alle bedrijven zijn de in gebruik zijnde elektrische machines en apparaten (bv. plus- of tellijnen) geïnventariseerd, waarna per machine en apparaat de draaiuren zijn geschat en het vermogen is bepaald.
- 2) Voor 5 bedrijven is een contract met NUON Monitoring voor elektraverbruiksregistratie aangegaan. Deze meetdata zijn vanaf 1 januari 2006 tot 1 januari 2008 online beschikbaar, o.a. wekelijks in de vorm van het elektraverbruik in kWh per 5 minuten, maandelijks in kWh/dag en jaarlijks in kWh per maand. (Zie Bijlage 1 voor enkele voorbeelden van de mogelijkheden om hiermee processpecifiek energieverbruik te berekenen.)
- 3) De overige 5 bedrijven hebben gedurende het teeltseizoen meer of minder regelmatig de meterstanden genoteerd.
- 4) Van deze 5 is op 2 bedrijven het elektraverbruik van verwerkingslijnen gemeten met een zg. ampèretang. Dit bleek omslachtig (omdat er vaak meerdere groepen op één verwerkingslijn waren aangesloten en/of op een van deze groepen ook de koeling zat aangesloten), en niet zonder gevaar.

4 Resultaten

4.1 Bedrijfsgegevens

De verzamelde bedrijfsgegevens, Tabel 2, geven aan dat, zoals gebruikelijk, de variatie over de bedrijven (de spreiding) groot is. Het areaal loopt per bedrijf uiteen van 6,2 tot 98,5 ha en ook de samenstelling van het assortiment verschilt flink. Samenhangend met de variatie in het totale areaal zijn er dan ook grote verschillen in bijvoorbeeld het aantal cellen per bedrijf, het aantal verwerkingslijnen, heftrucks etc.

Tabel 2 : Enkele bedrijfsgegevens van de 10 onderzochte leliebedrijven.

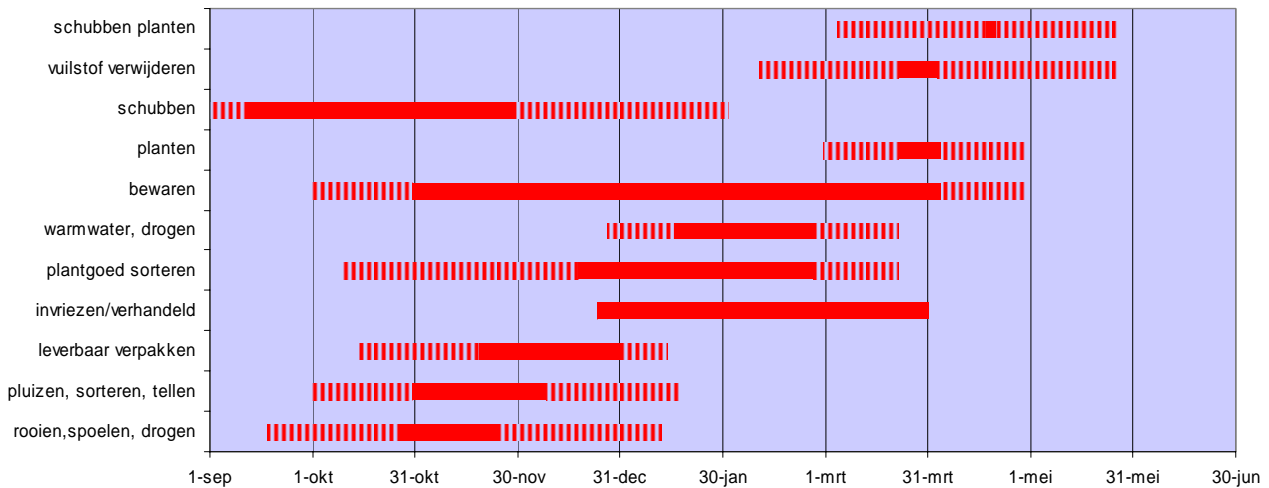
	eenheid	min	gemiddeld	max	spreiding
Totale lelie-areaal per bedrijf	ha	6,2	39,6	98,5	78%
Aziaten	ha	0,0	6,6	22,2	100%
Longiflorums	ha	0,0	2,9	10,7	132%
Orientals	ha	3,1	21,5	45,6	74%
LA	ha	0,0	7,7	23,2	107%
Overige LA	ha	0,0	0,8	3,7	158%
areaal schubbollen	%	6%	14%	19%	32%
aantal cellen per bedrijf	n	2	7	12	60%
totale celvolume	m ³	448	3020	6138	63%
gemiddeld volume/cel	m ³	224	474	1189	68%
totaal zelf verwerkt en bewaard	m ³	132	1120	2536	67%
bewaard door derden	m ³	55	276	524	80%
totaal geproduceerd	m ³	132	1258	2536	64%
productie per hectare	m ³ /ha	21	35	51	28%
bewaard per cel	m ³	66	171	408	61%
celvulling	%	29%	37%	47%	15%
gemiddelde gewogen bewaartemperatuur	°C	0,7	1,0	1,3	22%
Gewogen gemiddelde bewaarduur	dagen	117	184	311	31%
ventilatorvermogen systeemwand per m ³ bollen	W	24,2	36,0	59,8	34%
gemiddelde terugregeling circulatie door aan/uit	%	11%	23%	40%	51%
aantal verwerkingslijnen	n	2,0	3,6	5,0	30%
aantal elektrische heftrucks in gebruik	n	1,0	3,4	6,0	50%

De gemiddelde productie ligt op 35 m³/ha en de spreiding is 28%. Dit is bij dit soort onderzoek een normale waarde.

De spreiding van de parameters die op het energieverbruik per m³ bollen van invloed zouden kunnen zijn, zoals het volume/cel, de bewaartemperatuur, het ingestelde ventilatorvermogen en de gemiddelde terugregeling van de circulatie en de bewaarduur varieert van 22 tot 68%.

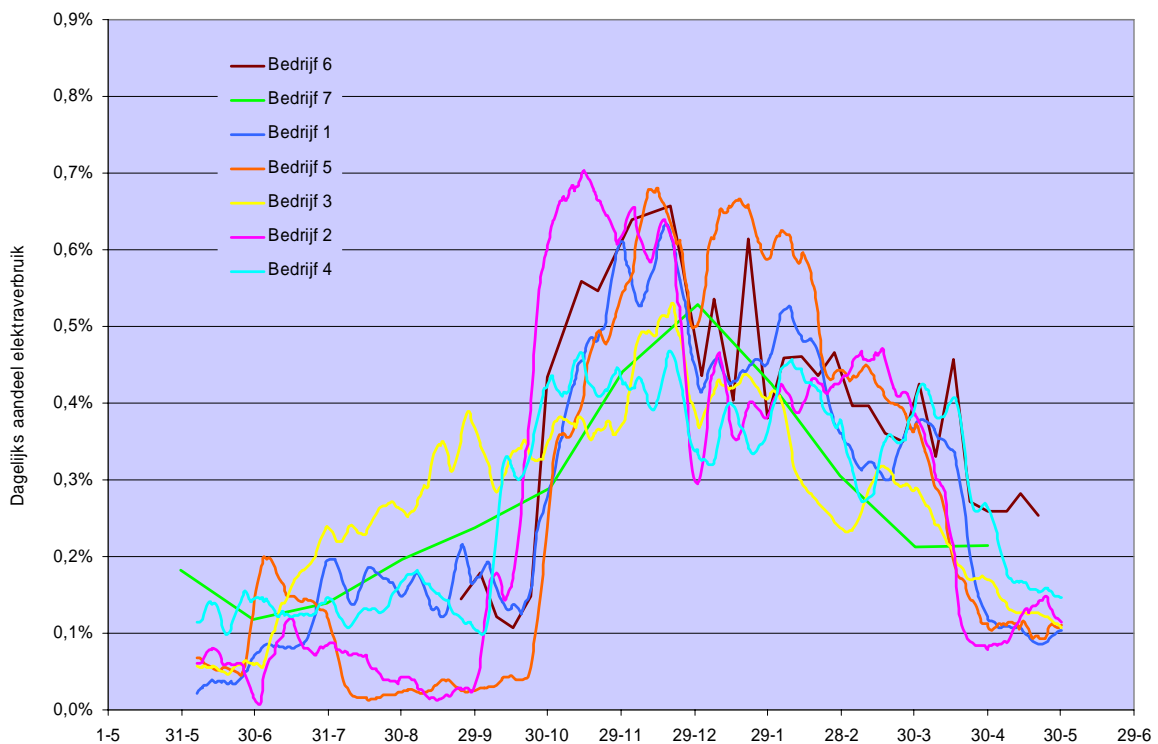
4.2 Teeltkalender en elektraverbruik

De gemiddelde teeltkalender met uiterste datums is samengevat in Figuur 1. Eind oktober wordt gemiddeld met het rooien, spoelen en drogen begonnen en enkele dagen later is begonnen met de verwerking. De met gestreepte balkjes aangegeven uiterste datums verschillen flink van de gemiddelden. Deze variatie wordt voor een deel verklaard door de verschillende leliegroepen: Bedrijven met Longiflorum beginnen gemiddeld in de 1^{ste} week van oktober met rooien, Aziaten worden gemiddeld vanaf half oktober gerooid en Oriëntals tot in de 3^{de} week van december, zie Bijlage 2. Daarnaast spelen ook de verschillen in bedrijfsvoering hierbij een rol: Sommige bedrijven met Longiflorums beginnen half september al met oogsten.



Figuur 1: Gemiddelde teeltkalender met uiterste datums.

In Figuur 2 zijn voor 7 bedrijven het dagelijkse energieverbruik uitgezet, in procenten van het totale jaarverbruik. Voor de bedrijven 1 t/m 5 konden de NUON meetdata gebruikt worden, voor de bedrijven 5 en



Figuur 2: Dagelijks elektraverbruik (voor bedrijven 1 t/m 5 het 7 daags voortschrijdend gemiddelde)

6 zijn respectievelijk week- en maandcijfers gebruikt. Omwille van de vergelijkbaarheid zijn de NUON dagcijfers omgezet in het 7 daags voortschrijdend gemiddelde.

In oktober is voor de meeste bedrijven een snelle toename in het energieverbruik te zien, met daarna pieken in november/december: Het verwerken en bewaren is dan in volle gang. Na een dipje rond de kerst is er een 2^{de} vaak lagere piek in januari t/m februari. waarna er in april een snelle afname is. Het “energieseizoen” loopt dus van half oktober tot eind april.

Bedrijf 3 heeft duidelijk een nevenactiviteit: vanaf begin juli worden er voor derden tulpen bewaard.

In Bijlage 2 laat Figuur 1 voor bedrijf 2 gedurende het energieseizoen het verschil zien tussen het energieverbruik op woensdagen (volledig in bedrijf) en op zondagen (geen verwerking e.d., maar uitsluitend koelen en ventilatoren).

4.3 Elektraverbruik en productieproces

Op basis van $V \times D$ (V = Vermogen, bekend en/of geschat uit NUON-meetdata en/of bepaald met de ampèretang; D = aantal draaiuren zoals opgegeven door de teler) is het energieverbruik berekend voor het opladen van de heftrucks, de verwerkingslijnen, verlichting, het drogen, de circulatieventilatoren (gecorrigeerd met de terugregeling dmv. een aan/uit regeling) en de verdamperventilatoren. Vervolgens is het energieverbruik voor het koelen berekend door van het totale energieverbruik in het energieseizoen de som van de met $V \times D$ berekende componenten af te trekken. De resultaten zijn samengevat in Tabel 3.

Tabel 3: energieverbruikscijfers van de 10 deelnemende bedrijven.

	eenheid	min	gemiddeld	max	spreiding
Elektraverbruik per bedrijf per teeltseizoen	kWh	42.609	303.610	824.315	69%
Elektraverbruik per bedrijf buiten het seizoen	kWh	?	84.129	200.781	84%
totaal per bedrijf	kWh	42.609	387.739	1.025.096	78%
Elektraverbruik per hectare	kWh/ha	4.695	7.230	12.547	35%
Totale elektraverbruik verwerkte en bewaarde bollen					
Koeling	kWh/m ³	146	226	329	29%
Verdamperventilatoren	kWh/m ³	48	82	168	43%
Circulatieventilatoren	kWh/m ³	23	45	73	37%
Drogen	kWh/m ³	11	47	109	79%
Drogen	kWh/m ³	1	3	6	60%
Verlichting	kWh/m ³	1	7	11	52%
Verwerkingslijnen	kWh/m ³	15	27	50	50%
Heftrucks	kWh/m ³	4	15	29	50%

Uit het energiestromenonderzoek Tulp & hyacint bleek de $V \times D$ -methode (methode A) een onderschatting van het energieverbruik te geven. Dit zou betekenen dat dan het energieverbruik voor bewaren (= koeling + ventilatoren) overschat wordt (E -bewaren = E -seizoen – $V \times D$ rest). Een schatting van het energieverbruik

Tabel 4: Vergelijking schattingsmethoden voor het energieverbruik bij de bewaring (kWh/m³)

bedrijf	Methode A	Methode B	Afwijking
1	163	167	-2,4%
2	165	190	-13,3%
3	225	215	4,7%
4	280	259	8,0%
5	129	138	-6,6%
gemiddeld	192	194	-0,8%

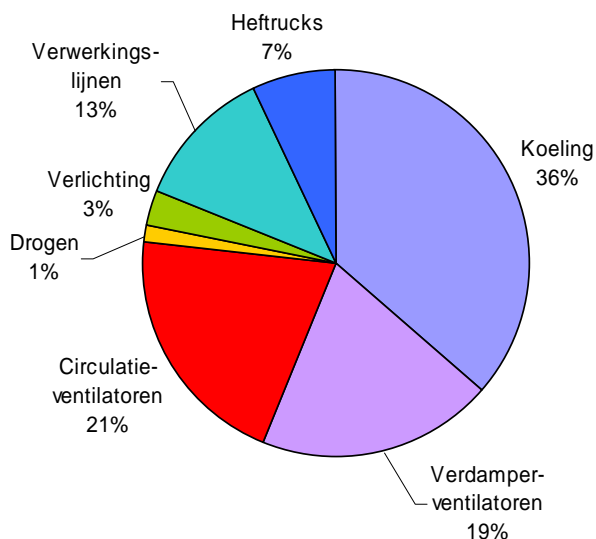
voor koelen+ventilatoren bij de 5 bedrijven met NUON-registratie volgens het principe van figuur 1 in Bijlage 1 (methode B) geeft echter (vooral gemiddeld) weinig verschil, Tabel 4. Voor het gemiddelde kWh-verbruik zijn deze cijfers dus een goede schatting.

In een eerdere modelmatige benadering (PPO 2000, niet gepubliceerd) werd het koelen + verdamperventilatie geschat op 82, de circulatie op 38 en machines e.d. in de schuur op 19 kWh/m³. Koelen + verdamperventilatie ligt in dit onderzoek flink hoger (127 kWh/m³), circulatie

iets hoger (47 kWh/m³) en machines e.d. in de schuur lijkt meer dan verdubbeld (49 kWh/m³).

Het gemiddelde energieverbruik per hectare ligt in dit onderzoek met 7230 kWh op ruim het dubbele van de schattingen uit 1993.

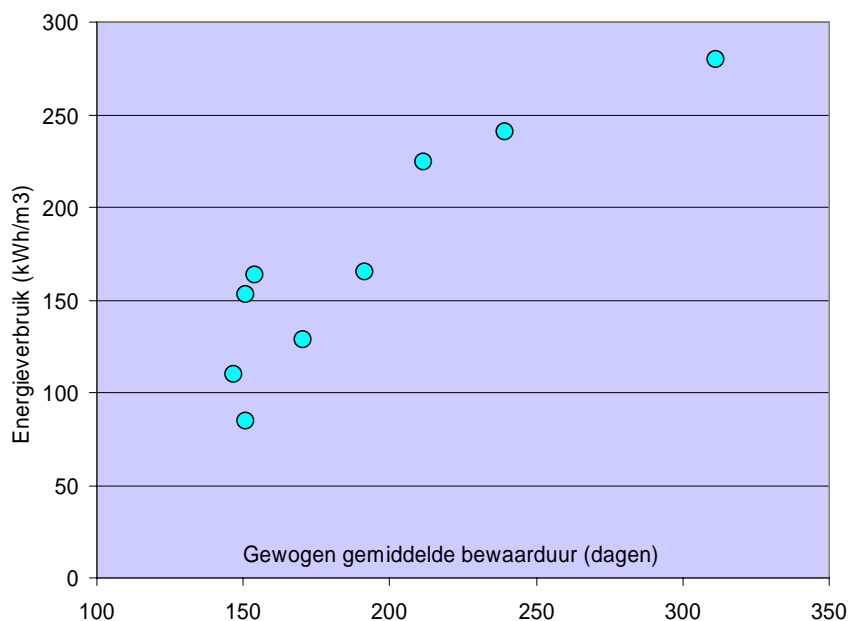
Op basis van de cijfers uit tabel 3 is de verdeling van het energieverbruik over de verschillende productieprocessen samengevat in figuur 3. Bewaring is verreweg de grootste energiepost.



Figuur 3: Verdeling van het elektraverbruik over de verschillende productieprocessen.

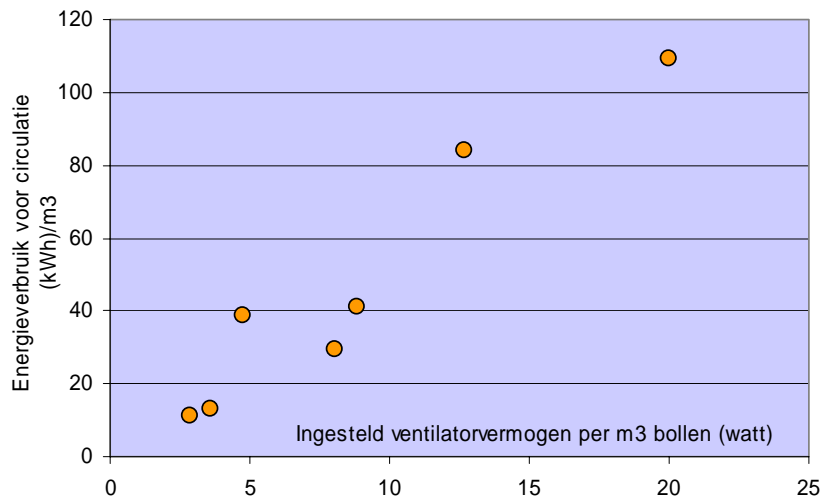
4.4 Achtergronden

In tabel 3 staat per energiepost ook de spreiding vermeld. De spreiding in het totale energieverbruik per m³ bollen is 29%. De achtergrond in deze spreiding ligt in de spreiding in het energieverbruik van de belangrijkste componenten: bewaring (=koeling + verdamperventilatoren + circulatieventilatoren) en verwerkingslijnen. De (gewogen) gemiddelde bewaarduur blijkt een groot effect op het energieverbruik voor bewaren te hebben, figuur 4. Van verschillen in volume per cel (hoe groter de cel hoe gunstiger de



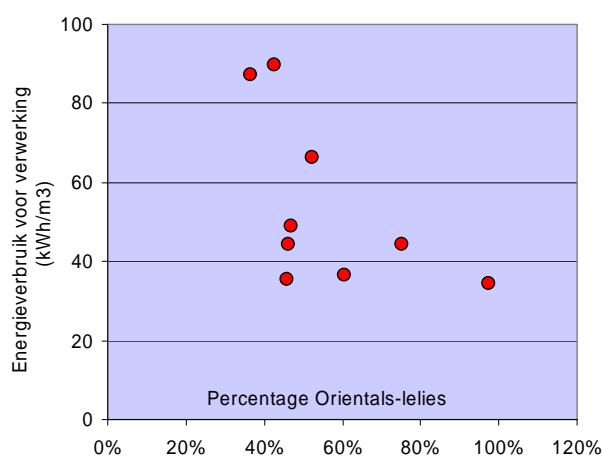
Figuur 4: Verband bewaarduur en energieverbruik voor de bewaring.

verhouding inhoud oppervlak) en bewaartemperatuur kan met deze data geen effect worden aangetoond. Voor het energieverbruik voor de circulatieventilatoren, bepaald door het ingestelde vermogen (= terugregeling x opgenomen vermogen), zie Figuur 5.

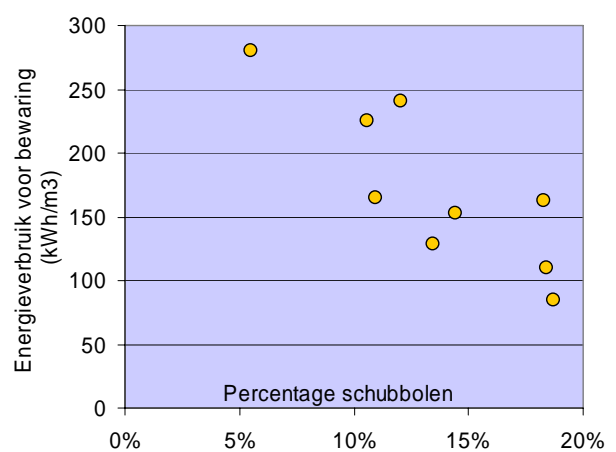


Figuur 5: Verband ingesteld ventilatorvermogen en energieverbruik voor circulatie.

Achtergronden bij verschillen in het energieverbruik voor de verwerking zijn niet eenduidig. Er is een lichte trend dat naarmate het aandeel Oriental-lilies groter is, het energieverbruik voor verwerking kleiner is, figuur 6. Stengeljong en wortelmassa is bij Orientals veel minder dan bij de overige lelie-groepen. Ook is er een trend dat naarmate het aandeel schubbollen in het areaal groter is het energieverbruik voor bewaren lager is, figuur 7. Schubbollen worden warm bewaard (10 weken 23 °C, dan 4 weken 17°C en vervolgens 8 tot 10 weken op 5°C). Dit kost in vergelijking met permanent gekoeld bewaren op temperaturen rond de 0 °C veel minder elektrische energie.



Figuur 6: Verband aandeel Oriental-lilies en energieverbruik voor verwerking



Figuur 7: Verband aandeel schubbollen en energieverbruik voor bewaring

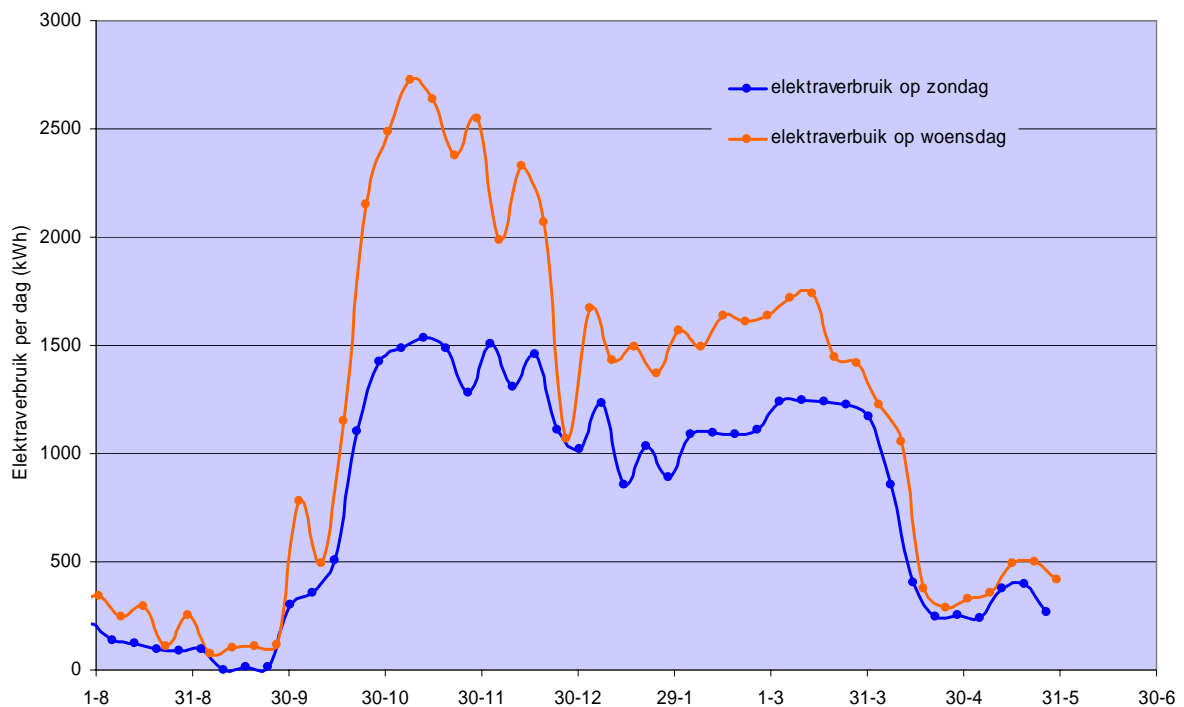
5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de resultaten van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies en aanbevelingen worden afgeleid:

- Koeling + verdamperventilatie is verreweg de grootste energiepost.
- Hoe langer de bewaarduur hoe groter deze kostenpost wordt
- Bij jaarrondbewaring is het koelen mbv. grondwatertemperatuur mogelijk een rendabele vorm van energiebesparing.
- Daar de mogelijkheden om op koeling te besparen beperkt zijn (de cellen zijn vml. al wel goed geïsoleerd, de bewaartemperatuur kan niet verder omhoog, etc.) moet gedacht worden aan een radicaal ander bewaarsysteem voor leliebollen: ontwikkelingen in die richting met MAP verpakking maken een dergelijke systeeminnovatie in de toekomst misschien mogelijk.
- De circulatie is goed voor 20% van het energieverbruik.
- Daar de spreiding in het energieverbruik voor circulatie erg groot is (79%), het geïnstalleerd vermogen van de circulatieventilatoren varieert van 24,2 tot 59,8 Watt/m³, en terugregeling van de circulatie uitsluitend door een aan/uitregeling gerealiseerd wordt, kan het energieverbruik voor circulatie flink worden teruggedrongen.
- Dit kan gerealiseerd worden door eerst de minimale circulatie te bepalen en vervolgens door deze te bereiken dmv. van frequentieregeling.
- Het terugdringen van het energieverbruik zal ook het energieverbruik voor de koeling terugdringen. Immers, de warmte die vrijkomt bij circulatie moet afgevoerd worden via het koelsysteem en met een COP = 3 zal met een vermindering van de circulatie-energie van bijvoorbeeld 60% nog eens 20% van die hoeveelheid energie op mindering van de koeling komen.
- Of op de verwerking nog energiebesparing mogelijk is valt op basis van dit onderzoek niet te bepalen.
- De online NUON-meetdataregistratie biedt de teler veel inzicht in zijn energieverbruik en kan een instrument zijn om energieverspilling te voorkomen.

Bijlage 1: NUON Meetdata

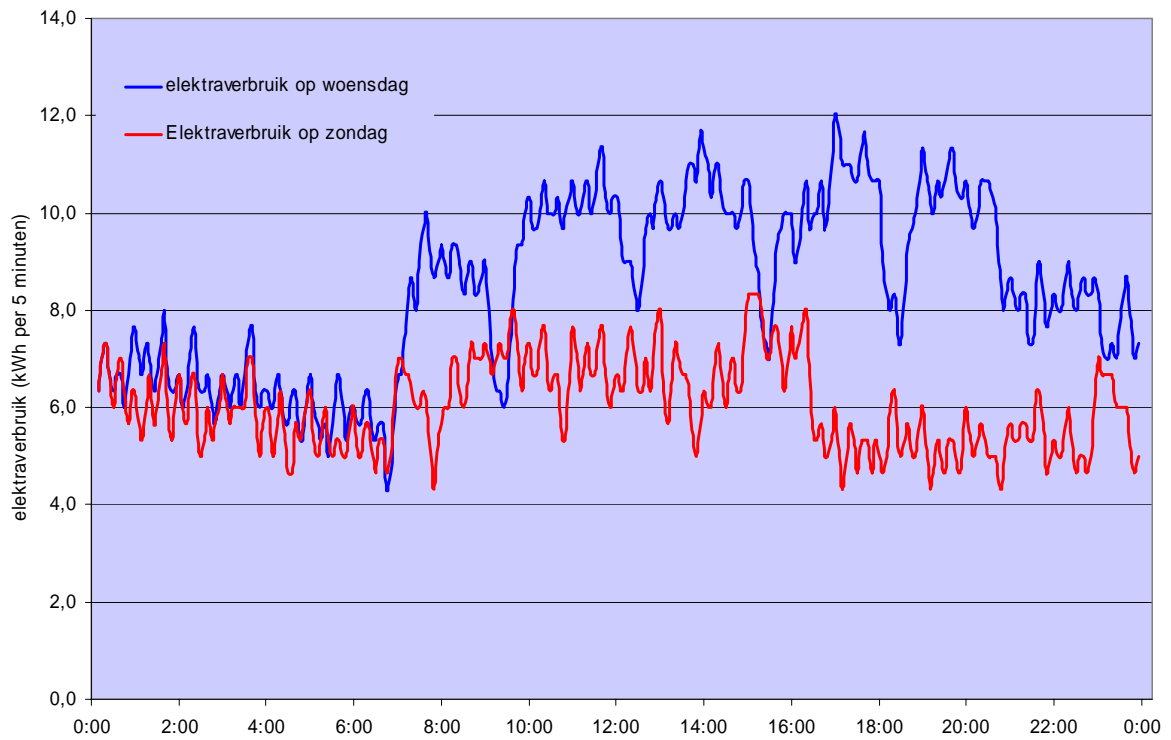
Op de website <http://www.meetdata.nl/home.php> van NUON kunnen voor 5 van de deelnemende leliebedrijven de elektraverbruikscijfers uitgelezen worden, o.a. wekelijks of dagelijks in de vorm van het elektraverbruik in kWh per 5 minuten, maandelijks in kWh/dag en jaarlijks in kWh per maand. De verbruikscijfers per dag lenen zich er o.a. voor om voor het “energieseizoen” van begin oktober tot eind april te bepalen wat het verbruik is wanneer alles volledig in bedrijf is (op woensdag) en wanneer alleen de bewaarcellen (koeling, verdamperventilatie en circulatie) in bedrijf zijn (op zondag), Figuur 1.



Figuur 1: Dagelijks elektraverbruik door de week en op zondag op bedrijf 2 van augustus tot mei.

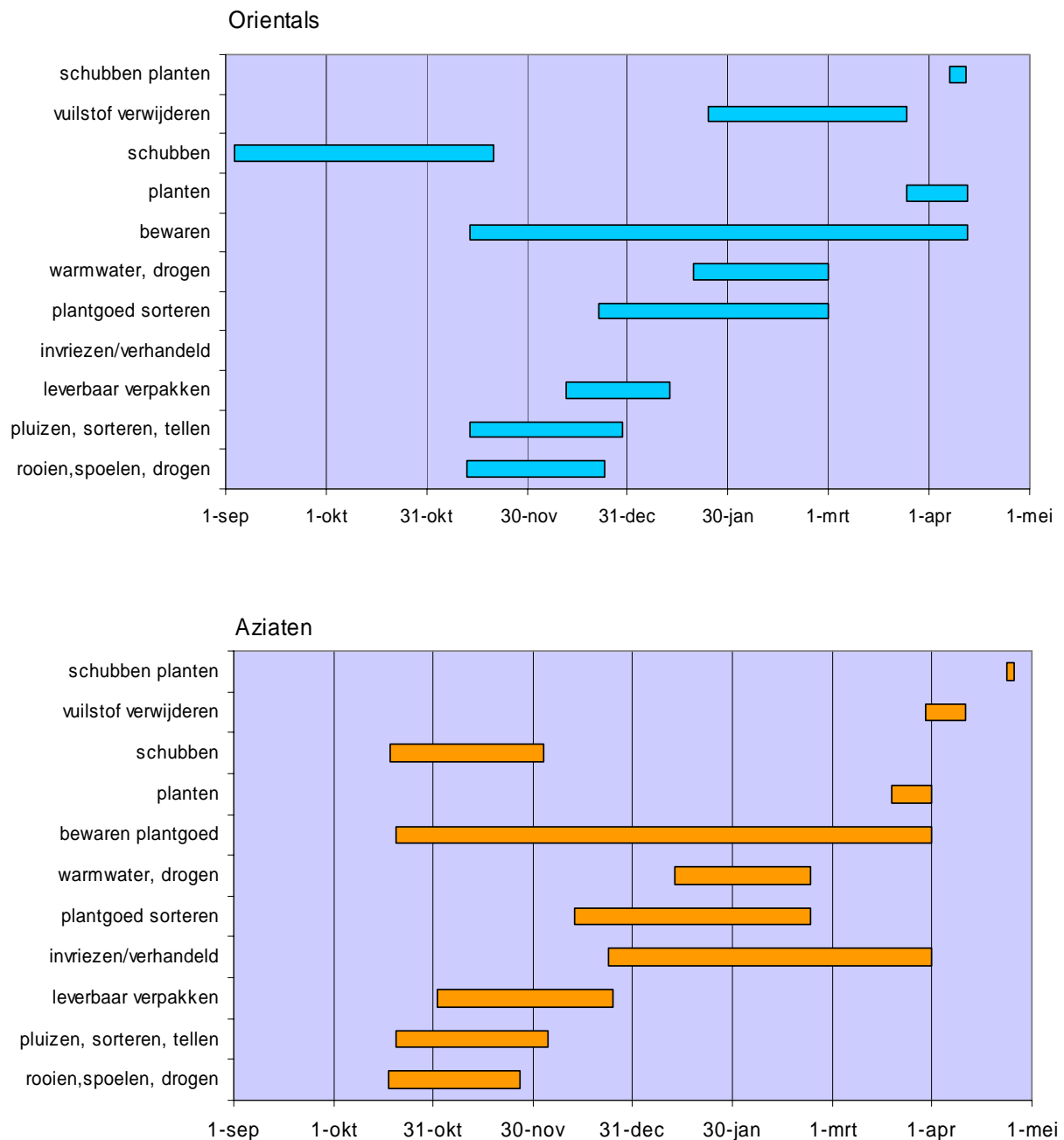
Een andere mogelijkheid wordt gedemonstreerd door Figuur 2. In deze figuur is het energieverbruik per 5 minuten (voortschrijdend gemiddelde per kwartier) uitgezet voor de woensdag in week 46 en voor de zondag. Tot 07.00 uur is het stroomverbruik (voor koelen, verdamperventilatie en circulatie) ongeveer gelijk, op woensdag worden dan op dat tijdstip de verwerkingslijnen opgestart. Duidelijk is te zien dat er omstreeks 09.00 uur, 12.30 uur en 15.00 uur gepauzeerd wordt. Om ongeveer 18.00 uur worden de machines uitgezet en wordt er opgeruimd. Vanaf ± 19.00 worden de heftrucks opgeladen tot de accu's tussen 0.00 en 02.00 uur vol zijn.

Door precies te noteren welke werkzaamheden op welk tijdstip worden uitgevoerd krijgt de teler een goed inzicht in het stroomverbruik van de verschillende activiteiten.

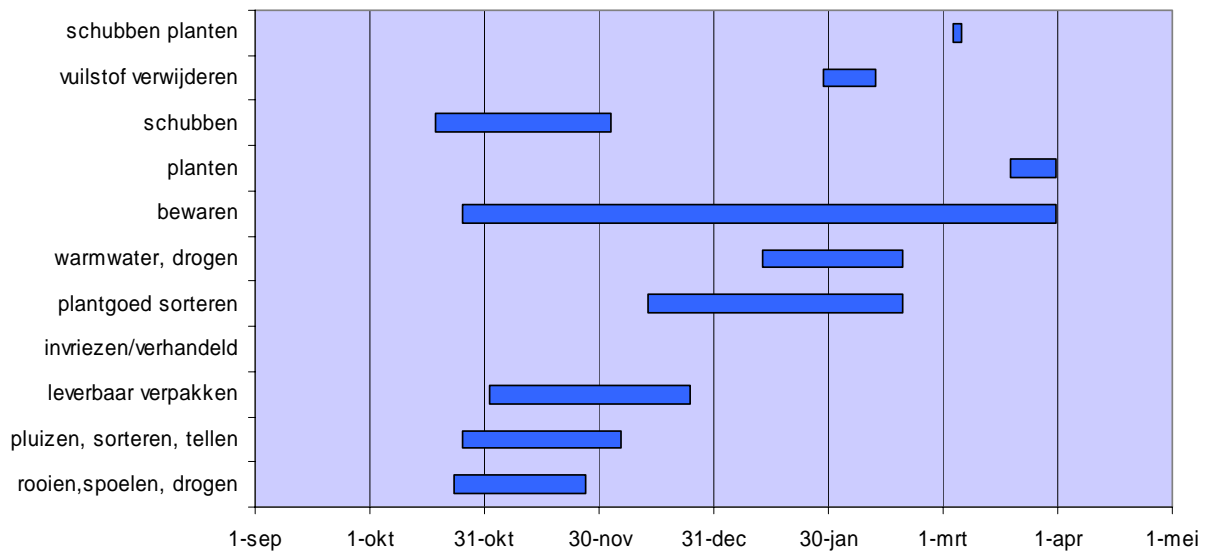


Figuur 2: Elektraverbruik per 5 minuten op een woensdag en een zondag (week 46), bedrijf 1.

Bijlage 2: Gemiddelde teeltkalender per Lelie-groep



LA



Longiflorums

