



# Bedrijfsverschillen in Energieverbruik bij de Paddenstoelenproductie

Verdiepingsanalyse van de Energiemonitor 2014 en 2016

Jeroen Wildschut en Paul van Leeuwen

Rapport WPR-860

## Referaat

De 8 in de Energiemonitor van 2014 en 2016 op energiegebied best presterende paddenstoelenbedrijven zijn benaderd voor aanvullende informatie: slechts 2 bedrijven maken gebruik van een automatische energiezuinige regeling (vochtdeficit). De anderen sturen de klimaatcomputer zelf op basis van de vraag in de cel en de buitenomstandigheden. Op de RV wordt nauwelijks gestuurd, wel op temperatuur. Bevochtigen met stoom wordt alleen gedaan als de ketel aanstaat, anders wordt er gespreeid, of men laat de RV oplopen door minder te ventileren. Als de temperatuur echt veranderd moet worden wordt er veel geventileerd en gecirculeerd (na het vullen en bij het oogsten, vooral de 1<sup>ste</sup> vlucht). Daarbuiten kan er flink teruggetoerd worden, tot 30 – 50%. Als de compost voor het vullen enkele dagen langer in de tunnel blijft dan hoeft er in de cel na het vullen minder gekoeld te worden. Doodstomen van de compost na de laatste oogst is niet nodig. Een kortere duur per vlucht (teelt van 5 weken met 3 vluchten) geeft een hogere opbrengst per m<sup>2</sup> per jaar dan een langere duur per vlucht (5 weken met 2 vluchten).

## Abstract

Energy use of mushroom farms is monitored on a yearly basis. The eight energetically best performing farms have been interviewed regarding their energy management: Only two farms apply computerized energy-efficient settings (based on humidity deficit). The others set up their climate computer themselves based on the demand in the cell and outdoor weather conditions. Climate control is mainly realized through cell temperature, not relative humidity.

Humidifying by steaming is practised only when the boiler is on, otherwise a spray beam is used, or one reduces ventilation. Cells are fully ventilated and circulated only if the temperature has to be changed rapidly, e.g. when the cell has just been filled with substrate or at the first harvest. Beyond that, fan speed is reduced to 30 – 50%. Substrate needs less cooling if one waits a day or two before bringing it into the cell. Steaming after the last harvest is not necessary.

A higher production per m<sup>2</sup> per year is realised with shorter cycles, e.g. 3 cycles in 5 weeks produces more than 2 cycles in 5 weeks.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-860

Projectnummer: 3742 2561 00

DOI nummer: 10.18174/472852

Thema: Energie en klimaat

Dit project is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Stuurgroep Schone en Zuinige Paddenstoelen/Meerjarenspraak energie Paddenstoelen (LTO Vakgroep Paddenstoelen, het Ministerie van LNV, RVO.nl en telers).

## Disclaimer

© 2019 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research,

Business unit Glastuinbouw - Bollen

Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research).

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw - Bloembollen

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Werkwijze</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>11</b>
	3.1 Eerste verkenning opvallende bedrijfsverschillen in 2014	11
	3.2 Bedrijfsverschillen in 2016	15
<b>4</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>21</b>
	<b>Bijlage 1 Bedrijfsgegevens Energiemonitor 2016</b>	<b>23</b>
	<b>Bijlage 2 Upcycling</b>	<b>29</b>



# Samenvatting

Door de (nu 2-)jaarlijkse Energiemonitor van de Paddenstoelensector wordt het energieverbruik per kg in kaart gebracht, waarbij ook gegevens over energiebesparende maatregelen en groene energie verzameld worden. Hoe het energiemanagement op het bedrijf gevoerd wordt komt hierbij minder duidelijk naar voren. Om hierin meer inzicht te verwerven zijn de 8 in de Energiemonitor van 2014 en 2016 op energiegebied best presterende bedrijven benaderd voor aanvullende informatie. Deze betrof o.a. regelingen van het celklimaat, ventilatie en circulatie, het teeltschema, de manier van bevochtigen en een meer specifieke vraag over energiemanagement op het bedrijf. De interviews zijn voor de pluk- en de snijbedrijven apart in tabellen samengevat. Hieruit kwam het volgende naar voren:

Alle bedrijven gebruiken een klimaatcomputer om het teeltklimaat in de cellen te regelen, maar slechts 2 bedrijven maken gebruik van een automatische energiezuinige regeling (vochtdeficit). De andere kwekers sturen zelf op basis van de vraag in de cel en de buitenomstandigheden. Op de RV wordt nauwelijks gestuurd, wel op temperatuur. Ook om de oogst b.v. niet in het weekend te laten vallen. Als de temperatuur omhoog gaat mag de RV ook stijgen (dan minder ventileren). In de winter iets kouder telen bespaart ook energie. In de winter minder ventileren, want dan is de lucht te droog.

Bevochtigen met stoom wordt alleen gedaan als de ketel aanstaat, anders wordt er gespreid. Sommigen bevochtigen niet, maar laten de RV oplopen door minder te ventileren.

Als de temperatuur echt veranderd moet worden moet er veel geventileerd en gecirculeerd worden (na het vullen en bij het oogsten, vooral de 1<sup>ste</sup> vlucht). Daarbuiten kan er flink teruggetoerd worden, tot 30 – 50%. Dit bespaart heel veel elektra, nl. tot 80% op het elektraverbruik van ventilatoren.

Als de compost voor het vullen enkele dagen langer in de tunnel blijft dan hoeft er in de cel na het vullen minder gekoeld te worden.

Doodstomen van de compost na de laatste oogst is niet nodig, de compost kan worden afgevoerd en alleen de cel hoeft gestoomd te worden. Door de kortere teelten is er minder opbouw van ziektes. Hierdoor is er minder energie voor doodstomen nodig.

Bij kortere teeltschema's (4 weken teelt, 2 vluchten) zou er minder compost per m<sup>2</sup> nodig zijn, zodat er na het vullen minder gekoeld (en geventileerd) hoeft te worden.

Een kortere duur per vlucht (teelt van 5 weken met 3 vluchten) geeft een hogere opbrengst per m<sup>2</sup> per jaar dan een langere duur per vlucht (5 weken met 2 vluchten). Extra aandacht voor het perfectioneren van het microklimaat in de compost verhoogt ook de opbrengst.

Bij meer vluchten per teelt zijn er over het algemeen minder teelten per jaar en hoeft er minder vaak per jaar fors gekoeld te worden (dat is vooral na het vullen, maar ook na de eerste vlucht). Maar er moet dan wel meer verwarmd worden (vooral de 3<sup>de</sup> vlucht) terwijl de opbrengst per m<sup>2</sup> per jaar minder is. De hoeveelheid energie per kg voor warmte is dan hoger maar voor koelen weer lager. Wat is energetisch optimaal?

De conclusie is ook dat de deskundigheid van deze bedrijven zowel op het gebied van energiemanagement als op het gebied van teeltmanagement bijzonder groot is.

Het is aanbevolen een rekenmodel te ontwikkelen voor het energievraag in de paddenstoelencel. Hiermee kan (bijvoorbeeld per uur) worden doorgerekend wat de consequenties zijn van o.a. weersomstandigheden, compostactiviteit en de instellingen van de klimaatcomputer voor de teelt en het energieverbruik. Met deze inzichten kan elk bedrijf het teeltklimaat optimaliseren tegen de laagste energiekosten. Een andere aanbeveling is om de Energiemonitor van het jaar 2018 (uit te voeren in 2019) uit te breiden met meer vragen over CO<sub>2</sub>-uitstoot door compost en met specifiekere vragen over het doodstomen en energie- en productiemanagement.



# 1 Inleiding

Een laag energieverbruik per kg paddenstoelen wordt gerealiseerd door een hoge opbrengst per m<sup>2</sup> per jaar gecombineerd met een laag energieverbruik per m<sup>2</sup> per jaar. De (nu 2-)jaarlijkse Energiemonitor brengt het energieverbruik en de productie van paddenstoelenbedrijven in kaart. Welke energiebesparende maatregelen door die bedrijven getroffen worden en of er groene energie (aangekocht of zelf opgewekt) wordt toegepast, worden ook in kaart gebracht.

Hoe het energiemanagement op het bedrijf gevoerd wordt komt echter minder duidelijk uit de Energiemonitor naar voren. Ook over de gevolgde strategieën voor een zo hoog mogelijke opbrengst per m<sup>2</sup> is de Energiemonitor niet volledig. Om hier meer inzicht in te verwerven is een verdiepingsanalyse uitgevoerd.





## 2 Werkwijze

Uit de gegevens van de Energiemonitor van de Nederlandse Paddenstoelensector 2014 en van 2016 zijn de op energiegebied best presterende paddenstoelenbedrijven in beeld gekomen. Een aantal hiervan zijn telefonisch met een vragenlijst benaderd om meer over het energiemangement op het bedrijf te weten te komen. De vragenlijst betrof enkele algemene vragen over o.a. automatische regelingen van het celklimaat, over ventilatie en circulatie, het teeltschema en de manier van bevochtigen en een meer specifieke vraag over energiemangement op het bedrijf.

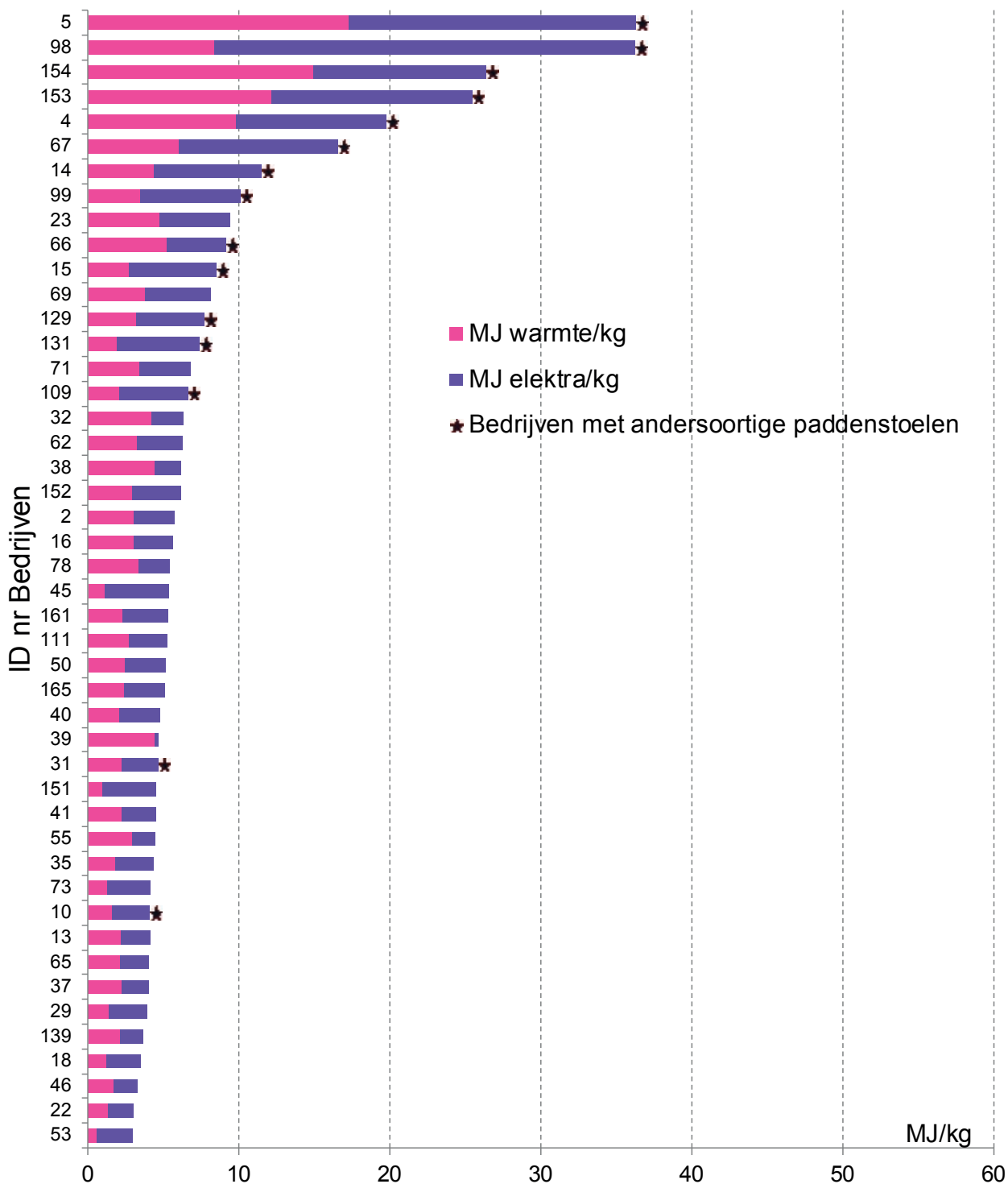
De interviews zijn voor de pluk- en de snijbedrijven apart in tabellen samengevat. Hieruit zijn enkele conclusies getrokken met betrekking tot het energiemangement.



# 3 Resultaten

## 3.1 Eerste verkenning opvallende bedrijfsverschillen in 2014

Het energieverbruik per kilogram paddenstoelen is voor de verschillende bedrijven weergegeven in Figuur 1. Deze figuur geeft aanleiding tot de analyse van enkele opvallende contrasten: de figuur laat direct zien dat de 6 bedrijven met het hoogste energieverbruik per kg paddenstoelen ruim 3 tot 7 keer zoveel energie verbruiken als het gemiddelde paddenstoelenbedrijf.



**Figuur 1** Bedrijfsverschillen in totaal energieverbruik per kg paddenstoelen.

Uit de jaarlijkse Energiemonitor van de paddenstoelensector was al bekend dat bedrijven met andere soorten paddenstoelen meestal een veel hoger energieverbruik per kg hebben dan bedrijven met uitsluitend witte champignons. En ook dat (kleinere) handmatig oogstende (pluk)bedrijven een hoger energieverbruik hebben dan de mechanisch oogstende (snij)bedrijven. De 6 bedrijven die in 2014 het hoogste energieverbruik per kg paddenstoelen hadden (ID-nrs. 5, 98, 154, 153, 4 en 67 telen allen (op bedrijf 4 na) uitsluitend andersoortige paddenstoelen, respectievelijk: akkerpaddenstoel, oesterzwam, shiitake en kastanjechampignons. Tabel 1 laat de opvallendste verschillen zien tussen deze 6 bedrijven met het hoogste energieverbruik per kg en de 6 bedrijven met het laagste energieverbruik per kg (ID-nrs. 29, 139, 18, 46, 22 en 53, zie Figuur 1).

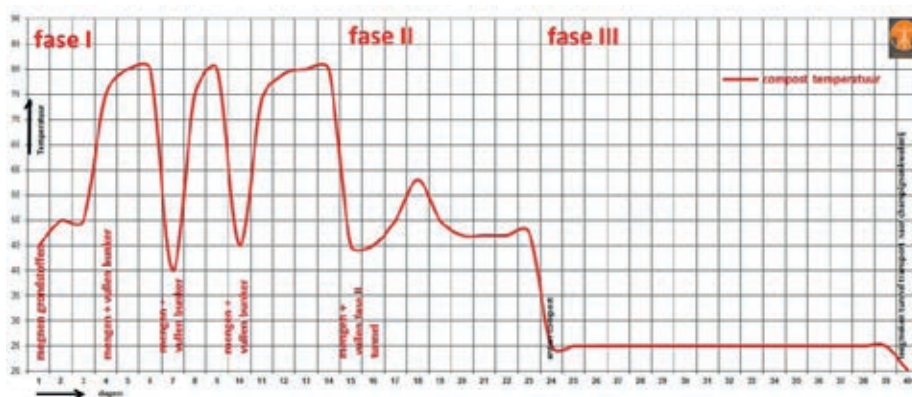
Tabel 1

Opvallendste verschillen tussen de 6 bedrijven met het hoogste energieverbruik per kg paddenstoelen en de 6 met het laagste energieverbruik.

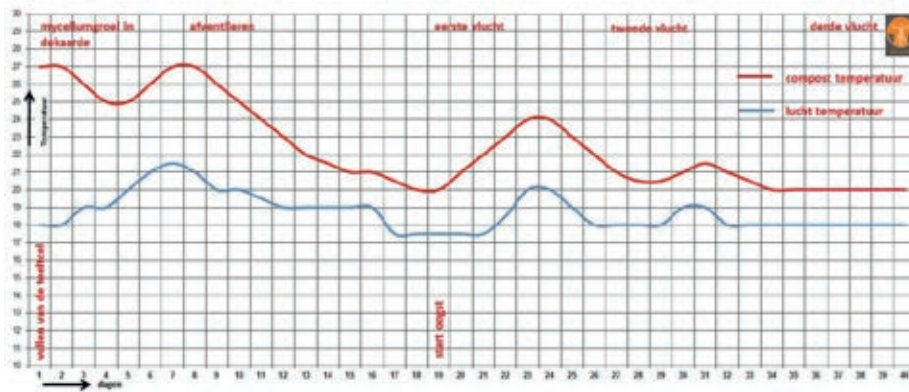
	Hoogste energieverbruik			Laagste energieverbruik		
	MJ/kg	gas m <sup>3</sup> /kg	kWh/kg	MJ/kg	gas m <sup>3</sup> /kg	kWh/kg
Gemiddeld	26,82	0,33	1,71	3,42	0,04	0,21
Soort paddenstoel*	Skkerpaddenstoel (1), Oesters (2), Shiitake (2) en Kastagne (1)			witte champignons (6)		
Opbrengst kg/m <sup>2</sup>	97			351		
Teeltduur (weken)	10,7			5,7		
Compost*	Vers (3) , geënt (1) en doorgroeid (2)			doorgroeid (6)		
Oogstmethode*	Handmatig (6)			mechanisch (6)		
Cel oppv m <sup>2</sup>	199			864		
Totale teeltoppv m <sup>2</sup>	1.743			12.976		

\* tussen haakjes het aantal bedrijven dat dat betreft

Behalve de eerdergenoemde factoren "andersoortige paddenstoel" (langere teeltduur en daardoor lagere opbrengst per m<sup>2</sup> per jaar) en "mechanisch oogstend i.p.v. handmatig oogstend bedrijf" (o.a. met meer en veel grotere cellen, dus minder warmte- of koudeverlies), speelt ook de compostsoort een belangrijke rol: verse en geënte compost vragen veel warmte op het bedrijf, zie schema 1 (Bron: <http://geurts-champignons.nl/wp-content/uploads/2014>). De meeste bedrijven starten met doorgroeide compost (fase III) en verbruiken dus veel minder energie.



De warmtevraag tijdens de teelt is samengevat in schema 2 ( Bron: <http://geurts-champignons.nl/wp-content/uploads/2014>).



Een ander contrast is dat tussen bedrijf 23 (het minst energiezuinige bedrijf met witte champignons) en bedrijf 66 of 15 (bedrijven met andersoortige paddenstoelen, maar met ongeveer hetzelfde energieverbruik als bedrijf 23). Het zijn alle drie plukbedrijven, met vergelijkbare productieomstandigheden (bv. celgrootte, aantal teeltlagen, etc.) en een vergelijkbare productie per m<sup>2</sup>. Opvallend verschil is wel dat bedrijf 15 meer energie voor elektra (koeling) verbruikt (65% van het totale energieverbruik, tegen 55 - 57 % bij de 2 andere bedrijven). De achtergrond hiervan is niet duidelijk.

Ook de witte champignon-bedrijven 38 en 152 verbruiken vrijwel evenveel energie/kg, maar het percentage energie voor elektra verschilt fors: 28% bij bedrijf 38 tegen 52% bij bedrijf 152. De verschillen zijn samengevat in Tabel 2. Het hogere elektraverbruik bij bedrijf 152 is vermoedelijk toe te schrijven aan mechanisatie en ruim 2 maal zoveel teeltlagen in de cel. De productie/m<sup>2</sup> is hoger door meer teelten per cel en minder vluchten per teelt.

Tabel 2

*Opvallendste overeenkomsten en verschillen tussen de bedrijven 38 en 152.*

	Bedrijf 38			Bedrijf 152		
	MJ/kg	gas m <sup>3</sup> /kg	kWh/kg	MJ/kg	gas m <sup>3</sup> /kg	kWh/kg
Energieverbruik/kg	6,19	0,13	0,20	6,17	0,08	0,36
Opbrengst kg/m <sup>2</sup>	282			420		
Gas/m <sup>2</sup>	36			36		
kWh/m <sup>2</sup>	55			149		
Teeltduur (weken)	10,7			5,7		
Oogstmethode	handmatig			handmatig en mechanisch		
Teelten/cel	9,3			13,0		
Vluchten/teelt	3			2		
Teeltlagen	6			14		
Cel oppervlakte m <sup>2</sup>	380			785		
Totale teeltoppervl. m <sup>2</sup>	2660			11.780		

Bedrijf 39 verbruikt (per kg en per m<sup>2</sup>) relatief veel warmte en juist heel weinig elektra. Een vergelijking met de bedrijven 45 en 151, die juist relatief erg veel elektra verbruiken en weinig warmte, is samengevat in Tabel 3. De opbrengst per m<sup>2</sup> is bij (pluk)bedrijf 39 fors lager dan bij de snijbedrijven 45 en 151. Daarnaast is het gasverbruik hoger vml. door de kleinere cellen/minder teeltlagen per cel. Bedrijven 45 en 151 verbruiken juist minder gas door het terugwinnen van condensorwarmte en het toepassen van warmtewisselaars. Bedrijf 39 koopt minder stroom in doordat het zelf stroom opwekt met zonnepanelen.

Tabel 3

Opvallendste verschillen tussen bedrijven 39 en de bedrijven 45 en 151.

	Bedrijf 39			Bedrijf 45 en 151		
	MJ/kg	gas m <sup>3</sup> /kg	kWh/kg	MJ/kg	gas m <sup>3</sup> /kg	kWh/kg
Energie/kg	4,72	0,13	0,03	5,40 - 4,55	0,03	0,48 - 0,39
Opbrengst kg/m <sup>2</sup>		313			416 - 455	
Gas/m <sup>2</sup>		40			13	
kWh/m <sup>2</sup>		9			198 - 175	
Oogstmethode		handmatig			mechanisch	
Teeltduur (weken)		5,2			4,0	
Teelten/cel		10			13,0	
Vluchten/teelt		2			2	
Teeltlagen		5			14	
Cel oppv m <sup>2</sup>		300			785 en 1330	
Totale teeltoppv m <sup>2</sup>		2660			17.864	
Energiebesparings Maatregelen		zonnepanelen			-	
		-		terugwinnen condensorwarmte warmtewisselaars		

Enkele kenmerken van de 3 zuinigste (snij) bedrijven zijn samengevat in Tabel 4. Zowel gas- als elektraverbruik zijn gemiddeld laag en de productie/m<sup>2</sup> is hoog. Ook het aantal teeltlagen per cel is hoog (gemiddeld 7) en vooral het teeltoppervlak per cel is groot. Daarnaast worden forse energiebesparende maatregelen toegepast.

Tabel 4

Kenmerken energiezuinigste (snij)bedrijven 53, 22 en 46 met uitsluitend witte champignons.

	Eenheid	Bedrijf 53	Bedrijf 22	Bedrijf 46
Productie	kg/m <sup>2</sup>	362	332	335
Energie totaal	MJ/m <sup>2</sup>	1081	1005	1087
Gas	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	6,2	12,7	16,4
Elektra	kWh/m <sup>2</sup>	96	62	57
Energie-efficiëntie	MJ/kg	2,98	3,03	3,24
Gas	m <sup>3</sup> /kg	0,02	0,04	0,049
Elektra	kWh/kg	0,26	0,19	0,170
Teeltduur	weken	5,1	6,5	5,7
Teeltlagen		7,0	8,0	5,0
Vluchten	n	3	3	2,5
Teeltoppervlakte/cel	m <sup>2</sup>	1535	1600	355
E-besparende maatregelen		WKO condensorwarmte warmtepomp frequentieregelaars	frequentieregelaars	WKO zonnepanelen frequentieregelaars
bevochtiging		stoom	stoom	geen

Enkele kenmerken van de 3 energiezuinigste (pluk)bedrijven zijn samengevat in tabel 5. Deze bedrijven verbruiken minder gas en elektra dan de andere plukbedrijven met witte champignons, maar hun opbrengst is ongeveer hetzelfde. De achtergrond van het lagere energieverbruik per m<sup>2</sup> is voor bedrijf 29 niet duidelijk, bedrijf 35 heeft een dubbel geïsoleerde stoomketel, bedrijf 39 heeft zonnepanelen.

Tabel 5

*Kenmerken energiezuinigste (pluk)bedrijven 29, 35 en 39 met uitsluitend witte champignons.*

	Eenheid	Bedrijf 29	Bedrijf 35	Bedrijf 39
Productie	kg/m <sup>2</sup>	307	345	313
Energie totaal	MJ/m <sup>2</sup>	1274	1510	1478
Gas	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	12	18	40
Elektra	kWh/m <sup>2</sup>	94	97	9
Energie-efficiëntie	MJ/kg	4,15	4,38	4,72
Gas	m <sup>3</sup> /kg	0,04	0,05	0,13
Elektra	kWh/kg	0,31	0,28	0,03
teelten/cel	n	5,2	13,0	10,0
teeltlagen	n	5	6,0	5,0
teeltduur	weken	10,0	4,0	5,2
vluchten	n	2	2	2
teeltoppv. cel	m <sup>2</sup>	180	288	300

Uit de tabellen en Figuur 1 komen uit de Energiemonitor 2014 per bedrijfstype de volgende energiezuinigste bedrijven naar voren: Snijbedrijven (witte champignons): 53, 22 en 46 en plukbedrijven (witte champignons): 29 en 39.

Een aantal van deze bedrijven (22, 29 en 46) kon telefonisch worden benaderd voor nadere informatie.

Hierbij gaf snijbedrijf 22 als achtergronden voor lager energieverbruik o.a.:

1. Niet teveel regelen op RV.
2. Een strak teeltschema van 3 vluchten in 6 weken.
3. De compost 19 i.p.v. 17 dagen in de tunnel laten, waardoor deze meer afkoelt zodat er op het teeltbedrijf in de cel minder koeling nodig is.

Plukbedrijf 29 gaf aan:

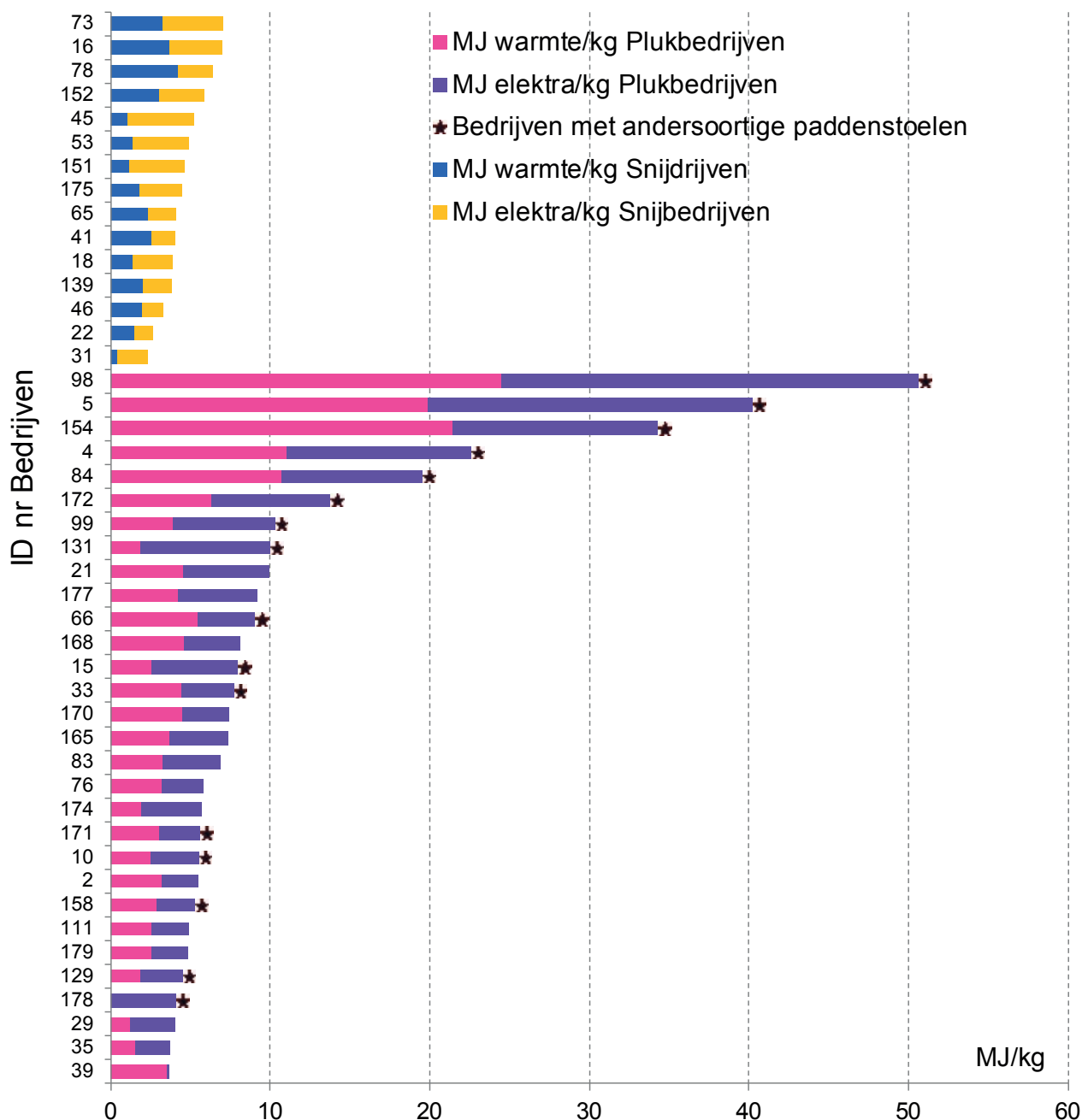
1. Grondwater voor koeling te gebruiken.
2. Met de HR-ketel het water niet meer dan tot 40°C op te warmen en daarom extra grote heaterblokken te gebruiken.

Ook snijbedrijf 46 gaf aan:

1. Een strak teeltschema aan te houden van 3 vluchten in 5 weken.
2. De automatische klimaatregelingen niet te gebruiken maar zelf te regelen.

## 3.2 Bedrijfsverschillen in 2016

De resultaten van de Energiemonitor van het jaar 2016 zijn samengevat in Figuur 2 die apart voor pluk- en voor snijbedrijven het totale energieverbruik per kilogram paddenstoelen laat zien. Dit is het fossiele energieverbruik (gas + grijze stroom) *plus* het duurzame energieverbruik (ingekochte groene stroom + zelf met zonnepanelen opgewekte stroom + met een warmtepomp uit WKO gehaalde energie). Sommige bedrijven gebruiken echter ook biobrandstof voor verwarming, maar om hoeveel energie (MJoules) het hierbij gaat is onbekend.



**Figuur 2** Bedrijfsverschillen in totaal energieverbruik per kg paddenstoelen in 2016.

De hoeveelheid *fossiele* energie per kg paddenstoelen (grijze stroom + gas, dus *zonder* groene stroom) is per bedrijf weergegeven in Bijlage 1, Figuur 1. De 4 zuinigste plukbedrijven hierin zijn bedrijven met voornamelijk kastanjechampignons die groene stroom inkopen. Ook het fossiele energiezuinigste snijbedrijf koopt groene stroom in.

De bedrijven met de minste CO<sub>2</sub>-uitstoot per kg paddenstoelen staan gerangschikt in Figuur 2 van Bijlage 1. Hierin is alleen de directe CO<sub>2</sub>-uitstoot van de verbranding van (fossiel) gas meegerekend. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van grijze stroom wordt niet meegerekend omdat dat niet op het bedrijf zelf plaatsvindt, maar bij de energiecentrale. Ook de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het verbruik van biobrandstoffen is niet meegerekend omdat dit als CO<sub>2</sub>-neutraal gezien wordt.



De plukbedrijven en de snijbedrijven die uit de Figuur 2 en de figuren in Bijlage 1 naar voren komen als best presterende op het gebied van energieverbruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot zijn met enkele kenmerken, verzameld via de EnergieMonitor 2016, samengevat in Bijlage 1 in respectievelijk Tabel 1 en Tabel 2. Uitgezonderd hierbij de bedrijven 39, 45 en 139 die aangaven niet door WUR voor nader onderzoek benaderd te willen worden.

### **Plukbedrijven**

Van de plukbedrijven uit Figuur 2 gebruiken bedrijf 29 en 35 de minste energie per kg. Deze bedrijven scoren bijzonder laag met het energieverbruik voor warmte o.a. door een lagere keteltemperatuur gecombineerd met een groter heaterblok. Ook bedrijf 178 scoort laag, omdat het energieverbruik door houtpellets als brandstof niet meegerekend is. De hoeveelheid houtpellets komt overeen met een gasverbruik van 60.000 tot 80.000 m<sup>3</sup>, equivalent aan 1,35 – 1,80 MJ/kg.

Bedrijf 131 scoort hoog in totaal energie/kg, maar dit heeft als achtergrond dat hierin veel (groene) energie is meegerekend die geleverd wordt aan 3<sup>den</sup> (ORC Biocentrale). Omgerekend naar fossiele brandstof (aardgasverbruik) is de score juist het laagst: 1,34 MJ/kg. Het bedrijf heeft daarnaast veel in energiebesparende maatregelen geïnvesteerd, zoals zonnepanelen, warmtepomp, grondbuizen en WKO. Voor het telefonische interview was het bedrijf door drukte niet beschikbaar. De overige 5 plukbedrijven zijn telefonisch benaderd voor nadere toelichting op hun energiemanagement.

De bedrijven zijn geïnterviewd op basis van vragen over klimaatregeling, ventilatie en circulatie, temperatuur, bevochtigen, teeltschema en algemeen energiemanagement. De resultaten daarvan zijn in tabel 6 kort samengevat.

Alle bedrijven gebruiken een klimaatcomputer (Fancom), maar geen van de bedrijven past een automatische energiezuinige klimaatregeling toe (Zuurstof gecorrigeerde max. CO<sub>2</sub> grens, Inblaasvochtregeling, Warmte-Vocht-CO<sub>2</sub> meetsysteem). Wel passen 2 bedrijven een Vochtdeficitregeling toe. Er wordt meestal zelf gestuurd op basis van de vraag in de cel en de omstandigheden buiten.

Wanneer de temperatuur van de buitenlucht hiervoor gunstig is wordt fors geventileerd (ventilator op 100%), met name na het vullen en tijdens het oogsten. Kastanjechampignons worden ± 1,5°C koeler geteeld dan witte champignons, waardoor er per m<sup>2</sup> en per kg meer elektra wordt verbruikt voor het koelen. De ventilator voor circulatie wordt na het vullen vaak tot 30 – 50% teruggetoerd.

Bij het bevochtigen wordt rekening gehouden met de energiekosten: met stoom wordt alleen bevochtigd als de ketel aanstaat, anders wordt er wordt gesproeid. In de zomer werkt de waternevel verkoelend. Vaak wordt alleen in de winter bevochtigd, omdat het de rest van het jaar vochtig genoeg is. Of er wordt helemaal niet direct bevochtigd, maar wordt er gewoon minder geventileerd om zo geen vocht af te voeren.

Behalve een lagere keteltemperatuur (naar 40°C) in combinatie met een groter heaterblok heeft bedrijf 29 goede ervaringen met het vervangen van één grote ketel door 2 kleinere in cascade. Alleen als het erg koud is draaien ze allebei tegelijk. Ook het gebruik van grondwater voor koelen in de zomer of voor voorverwarmen in de winter bespaart energie.

Een andere strategie om zo min mogelijk energie per kg product te verbruiken is om te focussen op een zo hoog mogelijke productie per m<sup>2</sup> door het perfectioneren van het microklimaat. Bedrijf 129 legt in de winter daarom plastic onderin de tabletten om verdamping tegen te gaan en warmte binnen te houden. In de zomer wordt dat weer weggehaald waardoor er door verdamping minder gekoeld hoeft te worden. Ook wordt er in de winter iets kouder geteeld.

Het gevolgde teeltschema speelt hierbij ook een belangrijke rol: de meest energiezuinige plukbedrijven hanteren een schema van 4 of 5 weken met 2 vluchten. Dit betekent vaker vullen van de cel, dus vaker koelen dus meer elektra per m<sup>2</sup> per jaar. Maar het betekent ook minder warmte per m<sup>2</sup> omdat de compost bij een 3<sup>de</sup> vlucht minder actief is en dan meer warmte vraagt. De opbrengst per m<sup>2</sup> per jaar is dan echter hoger waardoor er per kg minder warmte wordt verbruikt. Door dan de hoeveelheid compost op 2 vluchten aan te passen (minder compost per m<sup>2</sup>) is er minder warmteontwikkeling na het vullen en hoeft er minder gekoeld te worden.

Na afloop niet doodstomen, wat sommige bedrijven doen, scheelt ook veel energie (naar schatting van paddenstoelenkwekers zelf, gemiddeld 20% van het totale primaire energieverbruik).

## **Snijbedrijven**

De d.m.v. de EnergieMonitor verzamelde kenmerken van de 4 best presterende snijbedrijven op het gebied van energieverbruik en CO<sub>2</sub>-zijn samengevat in Tabel 8. Twee bedrijven hebben zonnepanelen geïnstalleerd (Bedrijf 22 en 46), twee hebben een warmtepomp en WKO (Bedrijf 46 en 53), en één bedrijf past "upcycling" toe (Bedrijf 31, zie Bijlage 2 voor een schematische toelichting). Deze snijbedrijven zijn veel groter dan de plukbedrijven (gemiddeld een factor 10 hogere productie), produceren uitsluitend witte champignons, en hebben gemiddeld een 20% hogere productie per m<sup>2</sup> per jaar. Zij gebruiken 20% minder gas per m<sup>2</sup>, en bijna 40% minder elektra per m<sup>2</sup>. Dit resulteert in een ruim 40% lager primair energieverbruik per kg, bijna 15% minder energieverbruik voor warmte en ruim 50% minder voor elektra per kg.

Voor het telefonisch interview zijn 3 snijbedrijven benaderd: bedrijven 22, 46 en 53. Bedrijf 31 is door omstandigheden niet benaderd. De interviews zijn samengevat in Tabel 7.

Hoewel deze snijbedrijven allen het celklimaat met een klimaatcomputer regelen, past ook geen van hen een geautomatiseerde energiezuinige klimaatregeling toe (Vochtdeficitregeling, Zuurstof gecorrigeerde max. CO<sub>2</sub> grens, Inblaasvochtregeling, Warmte-Vocht-CO<sub>2</sub> meetsysteem). De kwekers regelen zelf op temperatuur afhankelijk van de ontwikkeling van de champignon. Ook om het oogstmoment buiten het weekeinde te laten vallen.

Bij het vullen en bij de (1<sup>ste</sup>) oogst wordt het meeste geventileerd, tenzij het buiten te warm is. Bedrijf 46 gaf aan in de winter weinig te ventileren omdat de lucht dan te droog is. Voor het circuleren staat de ventilator normaal op 65%, tenzij er verwarmd of gekoeld moet worden, dan wordt er opgetoerd.

Bevochtigen met stoom gebeurt alleen in de winter als de ketel aanstaat, of er wordt helemaal niet bevochtigd. Geen van deze bedrijven regelt speciaal op RV. Een lage RV wordt niet als een probleem gezien. Groeiende champignons moeten goed verdampen. Belangrijk is de vochtinhoud (vochtdeficit). Die is bij elke temperatuur anders dus die moet constant nagegaan worden. Bij teveel verdampen verdroogt de champignon en bij een RV van 100% gaan andere schimmels groeien. Bedrijf 53 gaf ook aan compost niet dood te stomen omdat dat teveel energie kost en dat dat voor de afzet van champost ook niet nodig is.

De drie bedrijven houden een teeltschema aan van 3 vluchten in 5 (bedrijf 46 en 53) tot 6 (bedrijf 22) weken. De opbrengst per m<sup>2</sup> zijn dan hoger, en bij de 3<sup>de</sup> vlucht hoeft minder gekoeld te worden.

Tabel 6

Samenvatting achtergronden energieverbruik Plukbedrijven.

Bedrijf	Klimaatregeling	Ventilatie	Circulatie	Temperatuur	Bevochtigen	Opmerkingen over energie
15	Heel eenvoudige computer, instellen temperatuur en RV	5 dgn - 100% 3 dgn 20% 6-8 dgn 70% Rest 100%	idem	16 – 19oC	Waternevel in de zomer werkt koelend In de winter kost dit juist energie	Bijna alle elektra is voor koelen via centraal kanaal
29	Fancom	Tijdens de vluchten op 100%	Na vullen op 90% Daarna op 30%		Hogedruk waternevel alleen in de winter, de rest van het jaar is het vochtig genoeg	Bronwater direct gebruikt voor koelen (zomers) of voorverwarmen (winter). Lage keteltemperatuur (40oC) + groot heaterblok schelen veel in energie. Grote ketel vervangen door 2 kleine in cascade. Ze draaien zelden samen, alleen als het erg koud is. Vanaf deze investering verminderd gasverbruik goed zichtbaar.
35	Fancom, Gebruikt ook alle regelingen (CO <sub>2</sub> , RV, temp) maar stuurt zelf continu bij. Ingrijpen afh van vraag in cel en omstandigheden buiten.	Na het vullen veel ventileren om te koelen met buitenlucht	Vullen 100%, later 50% Week later 20,5 – 17°C. Oogsten bij 17 – 19oC	Na vullen 17°C, na 3 dgn 20°C. Week later 20,5 – 17°C. Oogsten bij 17 – 19oC	Sproeien. Alleen als de ketel aanstaat met stoom, ivm warmtevraag.	Lage keteltemp. Energiezuinige compressor. Goed geïsoleerde cellen. Hij heeft korte teeltduur en daarom hoge kg/m <sup>2</sup> . Altijd kijken naar warmtebehoefte en dan pas schroeven aan de keteltemp.
129	Fancom, regelt standaard op CO <sub>2</sub> , RV en Temp, in die volgorde (prioriteit).	Vooral in oogstfase veel ventileren, koelen met buitenlucht.	Altijd veel circuleren voor gelijkmatig celklimaat.	Begin 20oC Oogsten bij 16,5 – 17°C.	Waternevel na het vullen en na 1 <sup>e</sup> en 2 <sup>de</sup> vlucht, water = 12°C dus werkt koelend.	Focust op hoge opbrengst door perfect microklimaat. In de winter plastic onder in tabletten leggen om verdamping tegen te gaan en warmte erin te houden = minder stoken. In de zomer plastic weglaten om meer verdamping van onder te krijgen waardoor je minder hoeft te koelen. Kastanjechampignon moet je ca 1,5°C koeler telen dan witte champignons, daarom meer (koel-)energie.
178	Fancom, maar stuurt op energie, dus op buitenklimaat: binnenklimaat varieert afhankelijk van buitensituatie qua temp en vocht.	Ventileert veel. Als buitenlucht het toestaat hiermee iets langer doorgaan en zo uit stellen, scheelt weer energie.			Geen bevochtiging, geen stoomketel. Als het vochtiger moet worden minder ventileren om vocht vast te houden (tenzij het buiten te vochtig is)	Kachel met houtpellets, gelijk aan 60 tot 80.000 m <sup>3</sup> gas, is formeel CO <sub>2</sub> -neutraal. Ventilatoren terugtoeren: 80% ventilatie = 50% energiebesparing. Heel belangrijk: hoeveel kg compost per m <sup>2</sup> tablet. Na het vullen van de cel en de groei van het mycelium loopt de temperatuur op en moet je veel koelen. Met minder compost minder warmteontwikkeling en minder koelen! Dit kan met een schema van 4 weken en 2 vluchten. Met een centraal kanaal en een warme en koude bron wordt ook veel energie bespaard. Na afloop geen doodstomen, dat scheelt ook weer heel veel. In de winter wordt iets kouder geteeld.

Tabel 7

## Samenvatting achtergronden energieverbruik Snijbedrijven.

Bedrijf	Klimaatregeling	Ventilatie	Circulatie	Temperatuur	Bevochtigen	Opmerkingen
22	Fancom. Regelt primair op temperatuur en secundair op CO <sub>2</sub> . Nauwelijks op RV, die wordt vrijgelaten.	Veel ventileren na vullen en ook bij oogst. Hoeveelheid als compost afhankelijk van situatie / buitenlucht, maar maximaal 70%.	Vooraf na vullen en als compost actief is.	tijdens teelt 18°C, maar varieert van 15 – 21°C afhankelijk van de ontwikkeling van de champignon	Alleen met stoom in de winter als de ketel aan staat. RV verder niet regelen. Genoeg buitenlucht gebruiken voor goed klimaat.	Weinig energie door 3 vluchten/teelt daardoor minder vaak cel vullen en warmte afvoeren. Ventilator op lage stand. Zuinig met energie door RV hoog houden en lucht niet koelen.
46	Trucoz software, maar stelt zelf steeds bij. Vochtinhoud (vochtdeficit) is het belangrijkste. En die is bij elke temp anders, dus constant nagaan.	Veel ventileren bij de 1 <sup>ste</sup> vlucht, afhankelijk van buitenlucht: in winter buitenlucht te droog: niet ventileren, 's zomers soms te nat.	Koelen na vullen: Na knopvorming 17,5-18°C Daarna 13 - 23°C. Met temperatuur het moment van oogsten bepalen.	Er wordt niet bevochtigd.	Goed verdampen van champignon is belangrijk voor goede productie. Maar bij teveel verdampen verdroogt hij. In cel met 100% RV gaan andere schimmels groeien! Juiste vochtdeficit is bepalend. Niet ventileren = besparen. Warmtekoude opslag én centrale kanaal bespaart energie. Bij 2 vluchten minder kg per teelt en vaker vullen. Bij 3 vluchten in 5 weken hogere productie, minder koelen.	
53	Fancom, regelt op temperatuur, RV en CO <sub>2</sub> . Maar wijkt afhankelijk van situatie daar wel vanaf.	Vooraf bij 1 <sup>ste</sup> oogst Bij vullen alleen veel ventileren als buiten-temperatuur beneden 13-14°C is. Klep soms dicht. Buiten warm is dan wordt meer oogst 30-40% buitenlucht.	Als teelt stabiel is rustig circuleren op 65%. Als je echt moet verwarmen of koelen wordt meer circuleren.	Streven naar 18°C, daar omheen wat variatie. Na vullen cel-temperatuur veel lager om temperatuur van compost in bedwang te houden.	Stomen als er stoom is. Nu geen echt strak ritme. Als de RV wegzakt is dat geen probleem.	Koelen gaat op dit bedrijf via warmtepomp en warmte/koude opslag in de grond. Op het nieuwe optimaal geïsoleerde bedrijf met een energiezuinige warmtepomp Doodstomen compost wordt niet gedaan, kost veel energie en is voor afzet van champost niet nodig.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

Een aantal op energiegebied best presterende plukbedrijven (5) en snijbedrijven (3) is benaderd om het energiemangement op het bedrijf toe te lichten. Hieruit kwam een aantal aspecten naar voren:

- Alle bedrijven gebruiken een klimaatcomputer om het teeltklimaat in de cellen te regelen, maar slechts 2 bedrijven maken gebruik van een automatische energiezuinige regeling (vochtdeficit). De andere kwekers sturen zelf op basis van de vraag in de cel en de buitenomstandigheden.
- Op de RV wordt nauwelijks gestuurd. De RV mag zakken. Belangrijker is het vochtdeficit.
- Er wordt wel op temperatuur gestuurd. Ook om de oogst niet in het weekend te laten vallen. Belangrijk is dan het vochtdeficit in de gaten te houden. Als de temperatuur omhoog gaat mag de RV ook stijgen (dan minder ventileren). In de winter iets kouder telen bespaart ook energie. In de winter minder ventileren, want dan is de lucht te droog.
- Bevochtigen met stoom wordt alleen gedaan als de ketel aanstaat, anders wordt er gesproeid. Sommigen bevochtigen niet, maar laten de RV oplopen door minder te ventileren.
- Als de temperatuur echt veranderd moet worden moet er veel geventileerd en gecirculeerd worden (na het vullen en bij het oogsten, vooral de 1<sup>ste</sup> vlucht). Daarbuiten kan er flink terugtoerd worden, tot 30 – 50%. Dit bespaart heel veel elektra, nl. tot 80% op het elektraverbruik van ventilatoren.
- Als de compost vóór het vullen van de cel enkele dagen langer in de tunnel blijft dan hoeft er in de cel minder gekoeld te worden.
- Doodstomen van de compost na de laatste oogst is niet nodig, de compost kan worden afgevoerd en alleen de cel hoeft gestoomd te worden. Door de kortere teelten is er minder opbouw van ziektes. Hierdoor is er minder energie voor doodstomen nodig.
- Bij kortere teeltschema's (4 weken teelt, 2 vluchten) zou er minder compost per m<sup>2</sup> nodig zijn, zodat er na het vullen minder gekoeld (en geventileerd) hoeft te worden.
- Een kortere duur per vlucht (teelt van 5 weken met 3 vluchten) geeft een hogere opbrengst per m<sup>2</sup> per jaar dan een langere duur per vlucht (5 weken met 2 vluchten). Extra aandacht voor het perfectioneren van het microklimaat in de compost verhoogt ook de opbrengst.
- Bij meer vluchten per teelt zijn er over het algemeen minder teelten per jaar en hoeft er minder vaak per jaar fors gekoeld te worden (dat is vooral na het vullen, maar ook na de eerste vlucht). Maar er moet dan wel meer verwarmd te worden (vooral de 3<sup>de</sup> vlucht) terwijl de opbrengst per m<sup>2</sup> per jaar minder is. De hoeveelheid energie per kg voor warmte is dan hoger maar voor koelen weer lager. Wat is energetisch optimaal?

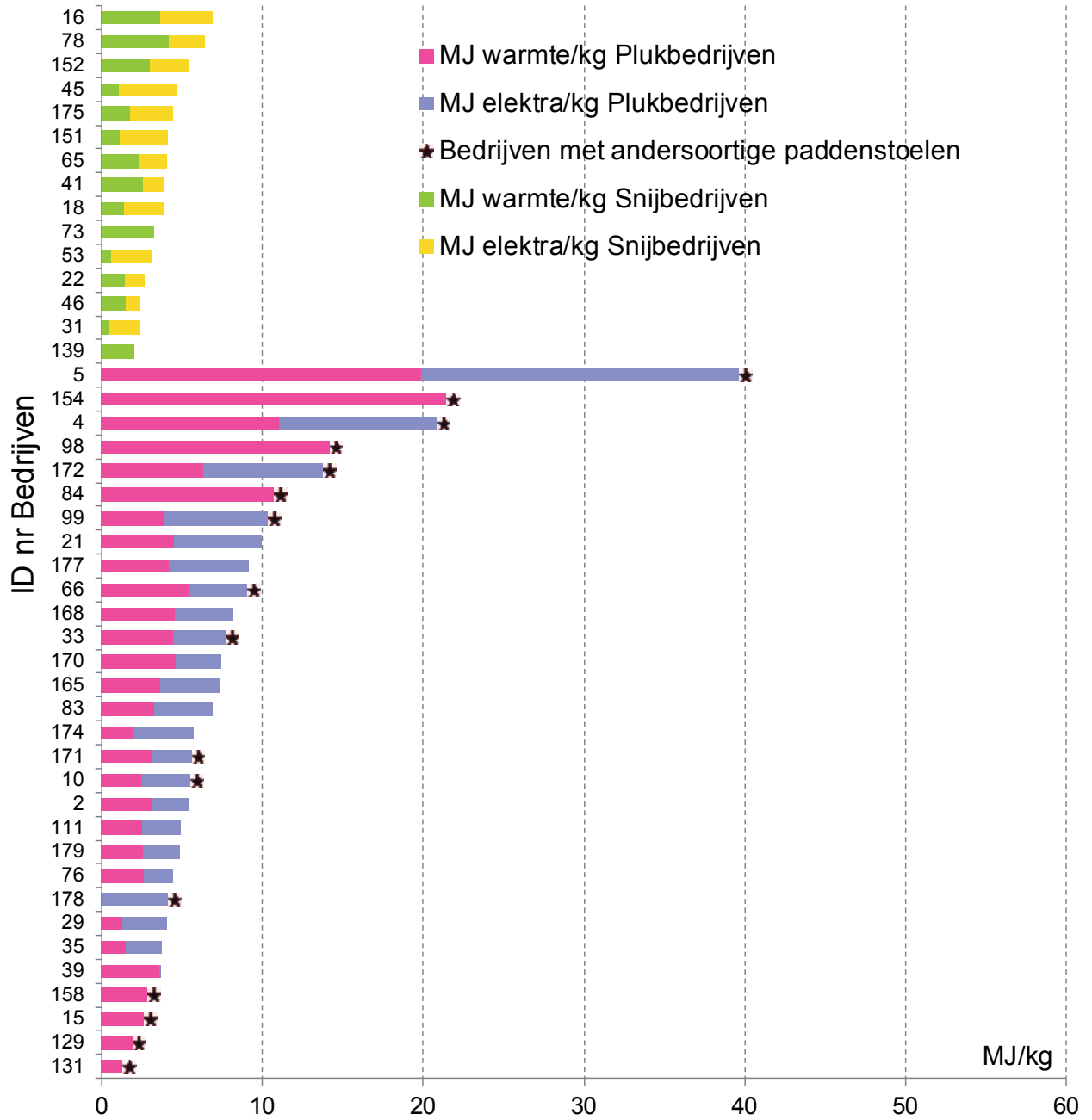
De conclusie is ook dat de deskundigheid van deze 8 bedrijven zowel op het gebied van energiemangement als op het gebied van teeltmanagement bijzonder groot is. Ook kwam naar voren dat de instellingen van de klimaatcomputer flexibel toegepast worden, en tussen bedrijven verschillend. Juist de energiezuinigste bedrijven stellen zelf dagelijks de klimaatcomputer in i.p.v. te vertrouwen op zg. energiezuinige klimaatregelingen. Er is niet één energiezuinigste instelling, maar er zijn meerdere benaderingen onder uiteenlopende omstandigheden die tot energiezuinige productie leiden.

Het is aanbevolen een rekenmodel te ontwikkelen voor de energievraag in de paddenstoelenteelt. Op basis van 1) weersomstandigheden, 2) de omstandigheden in de teeltcel (zoals compostactiviteit, ademhaling van de paddenstoelen, verdamping) en 3) de instellingen van de klimaatcomputer t.a.v. ventilatie (met buitenlucht), circulatie (circuleren cellucht) en verwarming/koeling, kan hiermee (bijvoorbeeld per uur) worden doorgerekend wat de consequenties zijn voor het klimaat in de teeltcel en voor het energieverbruik. Met deze inzichten kan elk bedrijf het teeltklimaat optimaliseren tegen de laagste energiekosten.

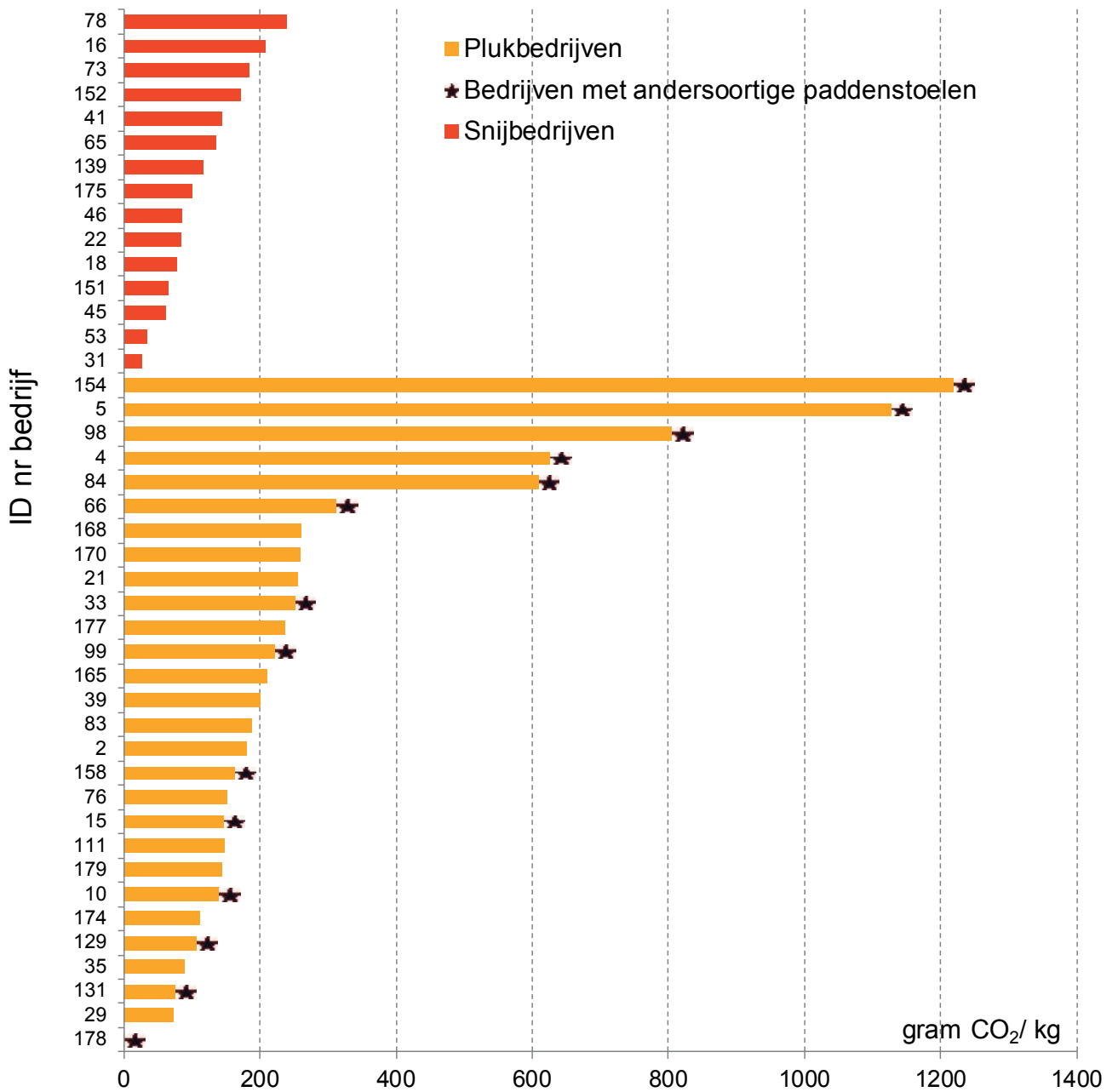
Een andere aanbeveling is om de Energiemonitor van het jaar 2018 (uit te voeren in 2019) uit te breiden met meer vragen over CO<sub>2</sub>-uitstoot b.v. over de hoeveelheden compost (jaarlijkse aan- en afvoer), en met specifiekere vragen over b.v. het doodstomen, en het energie- en productiemangement.



# Bijlage 1 Bedrijfsgegevens Energiemonitor 2016



**Figuur 1** Bedrijfsverschillen in het fossiele energieverbruik per kg paddenstoelen.



**Figuur 2** Bedrijfsverschillen in (directe) CO<sub>2</sub>-uitstoot per kg paddenstoelen.



Tabel 1

Plukbedrijven met de gunstigste energieprestaties in 2016.

Bedrijf	15	29	35	129	131	178
Witte champignons (kg)	-	542.880	401.688	-	-	-
Kastanje	385.000	-	-	488.929	810.000	1.560.000
Oester	1.500	-	-	-	-	-
Shii Take	5.000	-	-	-	-	-
Totale Productie	391.500	542.880	401.688	488.929	810.000	1.560.000
Teeltschema	5w 2v	5w 2v	4w 2v	6w 3v		4w 2v
Oppervlakte m <sup>2</sup>	1440	1800	1148	1200	3250	5100
m <sup>2</sup> /cel	288	180	287	200	250	319
Aantal teeltlagen	6	5	6	5	5	6
kWh ingekocht	235.360	166.085	96.646	141.253	504.720	707.484
% Groen ingekocht	100%	-	-	100%	100%	-
kWh zonnepanelen	-	-	-	-	138.000	-
Retour aan t net	-	-	-	-	-	-
Gebruikt	-	-	-	-	138.000	-
m <sup>3</sup> gas	28.957	19.597	17.957	26.343	30.813	1.187
G-Buizen	-	-	-	-	ja	-
Warmte pomp	-	-	-	-	ja	-
Koude kWh	-	-	-	-	528.799	-
Warmte kWh	-	-	-	-	121.477	-
Overige DE	-	lage keteltemp, groter heaterblok	lage keteltemp	-	Biomassa centrale	houtkachel
Klimaatregelingen:						
Vocht Def	-	-	-	-	ja	ja
O <sub>2</sub> max CO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-
inblaasvocht	-	-	-	-	-	-
WVC sys	-	-	-	-	-	-
Koeling	mech	mech+ grondwater?	mech	mech	grondwater	mech
Verwarming ketel	HR	HR	HR	HR	HR	houtkachel
Bevochtiging	waternevel	sproeien	stoom	waternevel	waternevel	sproeien
Aandeel DE	68%	0%	0%	58%	onbekend	onbekend
Warmte wisselaar	-	ja	-	-	-	-
FRQ ventilator kanaal	ja	ja	-	ja	ja	-
FRQ ventilator cellen	ja	ja	ja	-	ja	ja
FRQ pompen	ja	ja	ja	-	ja	ja
Aantal Energiemaatregelen	4	4	3	2	7	3

Bedrijf	15	29	35	129	131	178
kg/m <sup>2</sup>	272	302	350	407	249	306
Gas/m <sup>2</sup>	20	11	16	22	9	0
kwh/m <sup>2</sup>	163	92	84	118	225	139
Totaal MJ/kg	8,01	4,02	3,74	4,50	9,96	4,11
MJ elektra/kg	5,41	2,75	2,17	2,60	8,13	4,08
MJ warmte/kg	2,60	1,27	1,57	1,89	1,88	0,03
MJ Fossiel/kg	2,60	4,02	3,74	1,89	1,34	4,11
CO <sub>2</sub> -uitstoot (g/kg)	148	72	89	108	76	2

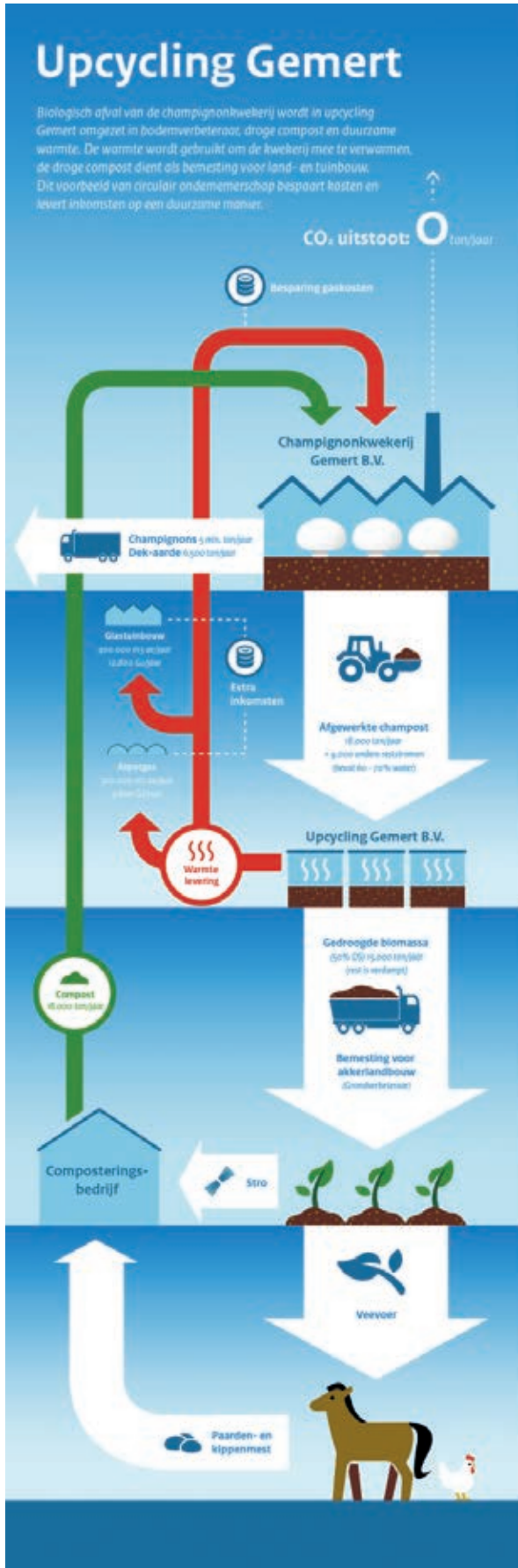
Tabel 2

*Snijbedrijven met de gunstigste energieprestaties in 2016.*

Bedrijf	22	31	46	53
Witte champignons (kg)	6.364.794	6.492.200	1.303.532	11.818.272
Kastanje	-	-	-	-
Oester	-	-	-	-
Shii Take	-	-	-	-
Totale Productie	6.364.794	6.492.200	1.303.532	11.818.272
Teeltschema	6w 3v		5w 3v	5w 3v
Oppervlakte m <sup>2</sup>	19300	15400	3550	30700
m <sup>2</sup> /cel	1608	1925	355	1535
Aantal teeltlagen	8,3	7	5	7
kWh ingekocht	814.408	1.333.000	122.748	3.336.098
% Groen ingekocht	-	-	-	-
kWh zonnepanelen	481.440	-	220.135	-
Retour aan t net	120.600	-	133.376	-
Gebruikt	360.840	-	86.759	-
m <sup>3</sup> gas	266.473	85.916	56.385	201.297
G-Buizen	-	-	-	-
Warmte pomp	-	-	ja	ja
Koude kWh	-	-	149.167	3.045.000
Warmte kWh	-	-	144.167	2.725.000
Overige DE	-	upcycling	-	-
Klimaatregelingen:				
Vocht Def	-	-	-	-
O <sub>2</sub> max CO <sub>2</sub>	-	-	-	-
Inblaasvocht	-	-	-	-
WVC sys	-	-	-	-
Koeling	mech	mech	mech	mech
Verwarming ketel	HR	HR	HR	HR
Bevochtiging	stoom	sproeien	sproeien	stoom
Aaneel DE	2%	onbekend	27%	36%
Warmte wisselaar	-	-	-	-
FRQ ventilator kanaal	-	-	ja	-
FRQ ventilator cellen	ja	ja	ja	ja
FRQ pompen	ja	ja	ja	ja
Aantal Energiemaatregelen	3	3	5	3
kg/m <sup>2</sup>	330	422	367	385
gas/m <sup>2</sup>	14	6	16	7
kwh/m <sup>2</sup>	44	87	54	148

Bedrijf	22	31	46	53
Totaal MJ/kg	2,68	2,31	3,25	4,90
MJ elektra/kg	1,21	1,85	1,33	3,47
MJ warmte/kg	1,47	0,47	1,92	1,43
MJ Fossiel/kg	2,62	2,31	2,37	3,14
CO <sub>2</sub> -uitstoot (g/kg)	84	26	86	34

# Bijlage 2 Upcycling



Upcycling door Bedrijf 53 schematisch samengevat (bron: <https://www.rvo.nl/file/infographic-upcycling-gemertpng>).





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen University & Research,  
BU Glastuinbouw - Bloembollen  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wur.nl/glastuinbouw](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Rapport WPR-860

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.