

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700, fax 0174-636835

ISSN 1385 - 3015

ROOKGASREINIGING OP PRAKTIJKBEDRIJVEN

Project 1318

M.G.M. Raaphorst
P.C.M. Vermeulen
Naaldwijk, augustus 2000

Rapport 287
Prijs f 20,00

INHOUD

SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	5
1.1 Doelen	5
2. METHODE	6
2.1 Gegevens voor het PBG-rekenmodel Gasverbruik	6
2.1.1 Bedrijfsgegevens	7
2.1.2 Klimaatinstellingen	7
2.1.3 Buitenklimaatgegevens	8
3. RESULTATEN	9
3.1 Bezetting WKK's en rookgasreinigers	9
3.2 Gasverbruik WKK's en ketel	11
3.3 Bedrijfseconomisch resultaat	12
3.3.1 Saldi	12
3.3.2 Kosten rookgasreiniger.....	13
3.3.3 Bedrijfseconomisch resultaat.....	14
3.3.4 Gevoeligheidsanalyse van het elektriciteitsstarief.....	14
3.3.5 Gevoeligheidsanalyse van het aardgastarief.....	15
4. DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	17
4.1 Discussie	17
4.2 Conclusies	18
4.3 Aanbevelingen.....	18
LITERATUUR.....	19
BIJLAGE 1. BEDRIJFSGEGEVENS.....	21
BIJLAGE 2. GEREALISEERD AANTAL UREN ROOKGASREINIGING PER WEEK	27

SAMENVATTING

Bij zes bedrijven, voorzien van een WKK en rookgasreiniger, is onderzocht wat voor kasklimaat er gedurende een jaar is aangehouden. Hierin is met name gekeken naar de buistemperatuur, de kastemperatuur en de hoeveelheid gedoseerde CO₂. Aan de hand van deze gegevens, de bedrijfsgegevens en de buitenklimaatgegevens is met het PBG-rekenmodel Gasverbruik bepaald hoe hoog het gasverbruik en de elektriciteitsproductie zou zijn geweest indien er geen rookgasreiniger zou zijn geweest, maar wel hetzelfde kasklimaat zou zijn aangehouden.

Uit de berekeningen is onder andere gebleken dat de rookgasreiniger vooral de WKK-bezetting verhoogt bij niet-belichtende bedrijven (zie Tabel a).

Tabel a Invloed rookgasreiniger op benutting WKK

		Weken	Uren wkk met rgr	Uren wkk zonder rgr	Verschil	Invloed rgr
Bedrijf A	Tomaat	38	4257	3063	1194	39%
Bedrijf B	Komkommer met scherm	45	5859	4161	1698	41%
Bedrijf C	Paprika met scherm	45	5846	3250	2596	80%
Bedrijf D	Paprika met scherm	41	5566	2880	2686	93%
Bedrijf E	Roos belicht	52	7858	6937	921	13%
Bedrijf F	Roos belicht	52	6004	5291	713	13%
Gemiddeld		46	5898	4264	1635	38%

Tegenover dit verhoogde gebruik van de WKK staat een lager gebruik van de verwarmingsketel. Aangezien een WKK een lager thermisch rendement heeft dan een verwarmingsketel verhoogt het totale gasverbruik. Dit hogere gasverbruik wordt financieel ruimschoots gecompenseerd door een hogere elektriciteitsproductie. Terwijl bij niet belichtende bedrijven het totale gasverbruik verhoogt door een rookgasreiniger, vermindert het totale gasverbruik bij belichtende bedrijven.

Door uit te gaan van een tarief van teruggeleverde elektriciteit van 6,4 ct/kWh, een aardgastarief van 25 ct/Nm³ en als jaarkosten van de rookgasreiniger f 114,- per Nm³/h aardgasdebit, is voor de bedrijven bepaald wat het bedrijfseconomisch resultaat is van het gebruik van de rookgasreiniger (zie Tabel b).

Tabel b Bedrijfseconomisch resultaat

	Resultaat bedrijf	Resultaat per m ²
Bedrijf A	-5086	-0.27
Bedrijf B	3949	0.20
Bedrijf C	10373	0.59
Bedrijf D	17274	1.66
Bedrijf E	26708	1.47
Bedrijf F	96297	3.16
Gemiddeld	24919	1.13

Dit resultaat wordt hoger naarmate het tarief voor teruggeleverde elektriciteit hoger is. Een hoger gastarief maakt een rookgasreiniger interessanter voor belichtende bedrijven en minder rendabel voor niet-belichtende bedrijven.

Geconcludeerd wordt dat een rookgasreiniger vooral rendabel is voor bedrijven met een lage warmtebehoefte. Zo komen de bedrijven met een scherm en met belichting tot een hoger bedrijfseconomisch resultaat door de rookgasreiniger.

1. INLEIDING

Warmte Kracht Koppeling (WKK) is een op vele glastuinbouwbedrijven toegepaste methode om de elektriciteitsproductie met zo min mogelijk energieverlies te laten plaatsvinden. Een nadeel van WKK is dat de rookgassen niet zomaar gebruikt kunnen worden voor het doseren van CO₂ in de kassen. Aangezien het belang van CO₂-dosering steeds meer wordt onderkend, zouden bedrijven met een WKK meer gebruik maken van de ketel om CO₂ te doseren. Door de geleverde warmte van de ketel is toepassing van een WKK minder vaak nodig, zeker doordat op dagen met een hoge CO₂-behoefte (in de zomer) de warmtebehoefte vaak al laag is.

Een rookgasreiniger maakt de rookgassen van de WKK wel geschikt voor CO₂-dosering. Het voordeel van CO₂-dosering met de WKK ten opzichte van de ketel is dat er elektriciteit wordt opgewekt en er minder warmte vrijkomt per kg geproduceerde CO₂. In 1999 draaiden er op tuinbouwbedrijven ongeveer 120 WKK-installaties met een rookgasreiniger [Visser, 2000].

In dit onderzoek wordt nagegaan in welke mate de rookgasreiniger het gebruik van de WKK stimuleert en in hoeverre dit ook bedrijfseconomisch interessant is. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het PBG-rekenmodel Gasverbruik, een rekenmodel dat aan de hand van bedrijfsgegevens, buitenklimaatgegevens en klimaatinstellingen onder andere simuleert hoeveel gas er iedere week wordt gebruikt door ketel en WKK. Het rekenmodel gaat hierbij uit van de gegevens van zes glastuinbouwbedrijven.

1.1 DOELEN

De analyse van WKK met rookgasreiniging dient meerdere doelen:

1. Het beoordelen van het gebruik van rookgasreinigers bij een WKK in de praktijk.
2. Het valideren van het PBG-rekenmodel Gasverbruik na inbouwen van de optie rookgasreiniger voor WKK-rookgassen.
3. Het maken van een bedrijfseconomische vergelijking voor het al of niet gebruiken van een rookgasreiniger.

Het oorspronkelijke doel bevat ook een analyse van de invloed van de rookgasreiniger op het CO₂-niveau en de productie. Wegens het ontbreken van voldoende gegevens is deze analyse binnen dit project niet uitgevoerd.

2. METHODE

Door bedrijven te analyseren op het gebruik van de rookgasreiniger bij het gehandhaafde kasklimaat kan met het PBG-rekenmodel Gasverbruik [Raaphorst, 1999] worden berekend hoeveel de WKK minder wordt gebruikt als er geen rookgasreiniger is. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de hoeveelheid CO₂ die via de rookgasreiniger is gedoseerd ook bedrijfseconomisch rendabel met de ketel zou zijn gedoseerd als er geen rookgasreiniger is.

Voor de analyse zijn bij acht bedrijven op vier wijzen gegevens verworven over het bedrijf en de bedrijfsvoering gedurende een teeltseizoen (eind 1997 - eind 1998):

- 1 Vragenlijst vooraf
 - a bedrijfsgegevens
 - b WKK-gegevens
- 2 Datalogger
 - a buistemperatuur per uur
 - b kastemperatuur per uur
- 3 Klimaatcomputergegevens
 - a buistemperatuur per uur
 - b kastemperatuur per uur
 - c buitenklimaatgegevens per uur
 - d CO₂-niveau per uur
- 4 Vragenlijst achteraf
 - a gasverbruik ketel
 - b gasverbruik WKK
 - c uren WKK per week
 - d uren rookgasreiniger per week
 - e ingekochte elektriciteit per week
 - f kosten gebruik rookgasreiniger

Tijdens de gegevensverzameling zijn de volgende problemen opgetreden:

Bij bedrijf C is het niet mogelijk gebleken de klimaatcomputergegevens op te vragen. De datalogger en de vragenlijst leveren echter voldoende gegevens om een berekening te kunnen maken.

Van bedrijf F is geen vragenlijst achteraf ontvangen. Voor de berekening met het PBG-rekenmodel gasverbruik zijn de ontbrekende gegevens uit de vragenlijst bij dit bedrijf zoveel mogelijk uit de klimaatcomputergegevens onttrokken.

Uiteindelijk had de analyse betrekking op zes van de acht bedrijven, aangezien één bedrijf geen klimaatcomputergegevens kon leveren en een ander bedrijf om technische redenen nauwelijks gebruik bleek te maken van de rookgasreiniger.

2.1 GEGEVENS VOOR HET PBG-REKENMODEL GASVERBRUIK

Om het energieverbruik te kunnen schatten met het PBG-rekenmodel Gasverbruik moeten de bedrijfsgegevens, de klimaatinstellingen en het buitenklimaat van de bedrijven bekend zijn.

2.1.1 Bedrijfsgegevens

De voor het PBG-rekenmodel opgestelde vragenlijst is ingevuld door de telers (zie ook Bijlage 1). In Tabellen 1 en 2 zijn de voornaamste bedrijfsgegevens vermeld.

Tabel 1- Kenmerken deelnemende bedrijven

	Oppervlakte	Teelt	Belicht	Scherm	Regio
Bedrijf A	18500	Tomaat	nee	nee	Noord-Holland
Bedrijf B	20000	Komkommer	nee	ja	Noord-Holland
Bedrijf C	17500	Paprika	nee	ja	Noord-Holland
Bedrijf D	10400	Paprika	nee	ja	Overijssel
Bedrijf E	18200	Roos	ja	nee	Zuid-Holland
Bedrijf F	30500	Roos	ja	nee	Zuid-Holland

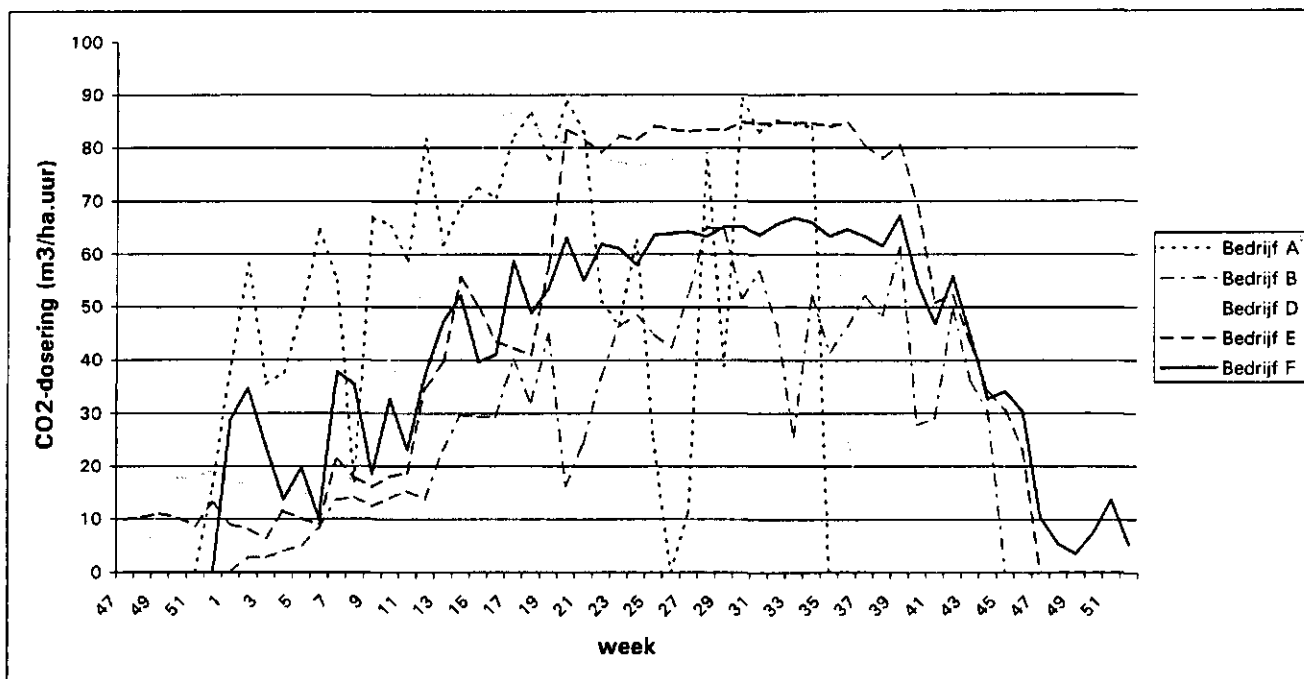
Uit de WKK-gegevens blijkt dat de elektrische rendementen elkaar niet veel ontlopen (30-32%). De thermische rendementen verschillen meer (45-52%). Bij bedrijf F zijn meerdere WKK's aanwezig, waarbij alleen 210 van de 559 Nm³/h aardgasdebit door de rookgasreinigers kan worden verwerkt.

Tabel 2- Kenmerken van de WKK's per bedrijf

	WKK vermogen en verbruik			Rendement op bovenwaarde		
	Vermogen el. kW _e	Vermogen th. kW _{th}	Debiet aardgas Nm ³ /h	Elektrisch %	Thermisch %	Totaal %
Bedrijf A	576	950	195	0.30	0.50	0.80
Bedrijf B	475	697	155	0.31	0.46	0.77
Bedrijf C	523	850	180	0.30	0.48	0.78
Bedrijf D	312	510	100	0.32	0.52	0.84
Bedrijf E	475	697	155	0.31	0.46	0.77
Bedrijf F	1700	2431	559	0.31	0.45	0.76
Gemiddeld	677	1023	224	0.31	0.48	0.79

2.1.2 Klimaatinstellingen

Met behulp van gegevens uit de datalogger is bepaald wat de gehanteerde stooktemperaturen en minimum buistemperaturen bij de bedrijven zijn geweest. Voor de bedrijven met scherm (bedrijven B, C en D) is aan de hand van adviesnormen een schatting gemaakt voor de buitentemperatuur wanneer het scherm dicht ligt. De bedrijven met assimilatiebelichting hebben het aantal uren belichting opgegeven. De gedoseerde hoeveelheid CO₂ is berekend aan de hand van het aantal uren dat de rookgasreiniger heeft gedraaid (zie Bijlage 2). Bij bedrijf C is wegens het ontbreken van deze gegevens dezelfde CO₂-dosering gehanteerd als bij bedrijf D, waar ook paprika's worden geteeld. De resultaten van deze berekeningen staan in Figuur 1-.



Figuur 1- CO₂-dosering

2.1.3 Buitenklimategegevens

Het berekende gasverbruik van de bedrijven uit Noord-Holland is bepaald aan de hand van het buitenklimaat van Aalsmeer in 1998. Voor de bedrijven uit Zuid-Holland is het buitenklimaat van Naaldwijk aangehouden en voor het bedrijf uit Overijssel is het buitenklimaat genomen dat geregistreerd is door de eigen computer.

3. RESULTATEN

Met het PBG-rekenmodel Gasverbruik is bepaald wat de bezetting en het gasverbruik is van de WKK's en de ketel als er al of niet een rookgasreiniger aanwezig is. Deze gegevens worden vergeleken met de gerealiseerde bezetting en het gasverbruik van de ketels en de WKK's om het rekenmodel te valideren.

Aan de hand van de aldus berekende gegevens wordt geschat wat het bedrijfs-economisch resultaat is van het gebruik van de rookgasreiniger. Verder wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor het tarief van de teruggeleverde elektriciteit en voor het aardgastarief.

3.1 BEZETTING WKK'S EN ROOKGASREINIGERS

In Tabel 3 is aangegeven wat het bezettingspercentage is van de WKK's en de rookgasreinigers over het aantal weken waarvan gegevens bekend zijn. De gerealiseerde uren van de rookgasreiniger staan hier genoteerd zoals opgegeven door de telers. De gerealiseerde uren van de WKK zijn afgeleid uit het gerealiseerde gasverbruik van de WKK's gedeeld door het aardgasdebiet per uur van de WKK's. Deze afgeleide WKK-uren zijn soms lager (tot 15%) dan de opgegeven uren, maar worden voor dit onderzoek betrouwbaarder gevonden.

Van bedrijf C is het aantal uren dat de rookgasreiniger heeft gedraaid niet bekend. Van bedrijf F is het aantal WKK-uren niet bekend. Wel kan aan de hand van het aantal CO₂-uren het aantal rookgasuren worden bepaald.

Tabel 3- De gerealiseerde bezetting van de WKK's en de rookgasreinigers

	Weken	Uren wkk	Bezetting (%)	Uren rgr	Bezetting (%)
Bedrijf A	52	4374	50%	2291	26%
Bedrijf B	45	6025	80%	1825	24%
Bedrijf C	45	4780	63%	onbekend	
Bedrijf D	41	5273	77%	2386	35%
Bedrijf E	52	8547	98%	4117	47%
Bedrijf F	52	onbekend		2106	24%
Gemiddeld	47	5800	73%	2545	26%

In Tabel 4 staan de berekeningen van de bezettingspercentages van de WKK's en de rookgasreinigers. Van bedrijf A zijn na week 34 geen klimaatgegevens bekend. Daardoor is van veertien weken van de teelt (inclusief teeltwisseling) geen berekening gemaakt met het PBG-rekenmodel gasverbruik. De CO₂-behoefte van bedrijf C is bij de berekeningen identiek verondersteld aan dat van bedrijf D.

Tabel 4- De berekende bezetting van de WKK's en de rookgasreinigers

	Weken	Uren wkk met rgr	Bezetting (%)	Uren rgr	Bezetting (%)	Uren wkk zonder rgr	Bezetting (%)
Bedrijf A	38	4257	67%	768	12%	3063	48%
Bedrijf B	45	5859	78%	1642	22%	4161	55%
Bedrijf C	45	5846	77%	2210	29%	3250	43%
Bedrijf D	41	5566	81%	2121	31%	2880	42%
Bedrijf E	52	7858	90%	1585	18%	6937	79%
Bedrijf F	52	6004	69%	2819	32%	5291	61%
Gemiddeld	46	5898	77%	1858	24%	4264	55%

Opm: Bij Bedrijf F zijn er vijf wkk's waarvan twee aangesloten op de rookgasreiniger. Als aantal uren is de gemiddelde bezetting van de vijf WKK's en de twee rookgasreinigers genomen.

In Tabel 5 worden de berekende uren van de WKK met en zonder rookgasreiniger met elkaar vergeleken. Daaruit volgt de invloed van de rookgasreiniger op het gebruik van de WKK.

Tabel 5- Invloed rookgasreiniger op gebruik WKK

	Weken	Uren wkk met rgr	Uren wkk zonder rgr	Verschil	Invloed rgr
Bedrijf A	38	4257	3063	1194	39%
Bedrijf B	45	5859	4161	1698	41%
Bedrijf C	45	5846	3250	2596	80%
Bedrijf D	41	5566	2880	2686	93%
Bedrijf E	52	7858	6937	921	13%
Bedrijf F	52	6004	5291	713	13%
Gemiddeld	46	5898	4264	1635	38%

Kijkend naar de verschillen tussen de gerealiseerde en de berekende bezettingen valt het volgende op:

1. De WKK's zijn gemiddeld even zwaar benut als wat berekend is met het PBG-rekenmodel Gasverbruik, maar per bedrijf verschilt de berekening met de gerealiseerde gegevens. Zo heeft volgens Tabel 3 bedrijf E een extreem hoge bezetting (98%) gerealiseerd en bedrijf A een lage bezetting (50%).
2. Voor 1998 is het gemiddeld aantal draaiuren van WKK's op glastuinbouwbedrijven in Nederland 3758 uur [Van der Schans, 1999]. Het aantal draaiuren van de WKK is 5800 bij de voor dit project onderzochte bedrijven. Ook zonder rookgasreiniger is het aantal draaiuren nog berekend op 4264.
3. De gerealiseerde bezettingen van de rookgasreiniger zijn voor bedrijven A en E veel hoger dan wat door het PBG-rekenmodel is berekend. Dit komt doordat bij deze bedrijven het totale aantal CO₂-doseeruren in plaats van de rookgasreinigeruren is opgegeven. Het verschil in gerealiseerd en berekend aantal rookgasreinigeruren is bij deze bedrijven te verklaren door het aantal CO₂-doseeruren via de ketel.
4. Uit Tabel 5 blijkt, dat de bedrijven gemiddeld $\frac{5898 - 4264}{4264} = 38\%$ meer gebruik maken van hun WKK door de rookgasreiniger. Dit percentage verschilt per bedrijf. Zo maken de niet-belichtende bedrijven 39% tot 93% en de belichtende bedrijven slechts 13% meer gebruik van de WKK door de rookgasreiniger. Dit komt neer op

gemiddeld 2044 extra uren voor niet-belichtende bedrijven en 817 extra uren voor belichtende bedrijven.

3.2 GASVERBRUIK WKK'S EN KETEL

Tabel 6 geeft het jaarlijkse gasverbruik aan van de ketels en de WKK's van de bedrijven. Daarbij is aangegeven wat het rekenmodel heeft berekend als extra gasverbruik benodigd om de gemeten buistemperatuur te realiseren. Op de momenten dat de buistemperatuur hoger is dan nodig om de gerealiseerde kastemperatuur te bereiken, wordt verondersteld dat de overtollige warmte is afgelucht. Deze hoeveelheid afgeluchte warmte wordt in Tabel 6 uitgedrukt in Nm³ aardgas/m².jaar als deze verstoekt zou zijn door de ketel.

Tabel 6- Het gasverbruik (Nm³ aardgas/m².jaar)

	Gemeten		Berekend met rgr		Berekend zonder rgr		Afgeluchte warmte
	Gas ketel	Gas WKK	Gas ketel	Gas WKK	Gas ketel	Gas WKK	
Bedrijf A	24.5	46.1	14.5	44.8	21.3	32.2	2.8
Bedrijf B	19.7	46.7	28.0	47.1	36.5	32.8	0.7
Bedrijf C	17.0	49.2	13.8	60.0	33.4	33.3	3.0
Bedrijf D	13.6	50.7	12.2	53.6	28.3	27.9	3.4
Bedrijf E	11.5	72.8	19.3	66.9	30.7	59.0	25.9
Bedrijf F			2.9	109.4	21.3	96.8	14.8
Gemiddeld	17.3	53.1	15.1	63.6	28.6	47.0	8.4

Opm: Het gemiddelde berekende gasverbruik van de ketel en de WKK van bedrijf A t/m E met rookgasreiniger is respectievelijk 17.6 en 54.5.

Bij Tabel 6 valt het volgende op:

- 1 Het berekende warmteverlies door gebruik van minimum buis is veel hoger bij belichtende telers (bedrijven E en F) dan bij niet-belichtende telers. Dit kan erop wijzen dat belichtende telers een hogere buistemperatuur aanhouden dan nodig is. Het hierbij ontstane warmteoverschot zou dan zijn afgelucht. Dit warmteoverschot bij belichtende bedrijven ontstaat doordat de WKK wordt aangestuurd door de elektriciteitsbehoefte. Hierdoor kan de WKK draaien als er geen of weinig warmtebehoefte is en de warmtebuffer al vol is. De warmte afkomstig van de lampen vergroot dit warmteoverschot nog verder.
- 2 Het totale gasverbruik wordt bij niet-belichtende telers hoger door gebruik van de rookgasreiniger. Bij belichtende telers wordt het totale gasverbruik lager. Dit verschil wordt veroorzaakt door de verschillende aansturingen van de WKK's. Bij belichtende bedrijven wordt de WKK gebruikt als er elektriciteitsvraag is en bij niet-belichtende bedrijven wordt de WKK gebruikt als er warmtevraag is.
 - a Het kan bij belichtende bedrijven dus voorkomen dat de WKK draait zonder dat er warmtevraag is. Als er dan ook nog CO₂-vraag is, zou zonder rookgasreiniger ook nog met de ketel aardgas moeten worden verbrand. Een rookgasreiniger kan in deze gevallen al het aardgas dat voor de CO₂-dosering moet worden verbrand besparen.
 - b Bij niet-belichtende bedrijven zonder rookgasreiniger die CO₂ doseren via de ketel wordt de warmtevraag voor de WKK verlaagd door de warmte die de ketel produceert. Bij een niet-belichtend bedrijf met rookgasreiniger wordt de CO₂ via

de WKK gedoseerd. Hierbij komt ca. 50% minder warmte vrij door het lage thermische rendement van de ketel. Hierdoor wordt de warmtevraag minder verlaagd en moet de WKK langer draaien. Tegenover het hogere gasverbruik staat een hogere elektriciteitsproductie.

- 3 Over de vijf bedrijven die gerealiseerde waarden hebben opgegeven (bedrijf A t/m E) wijken de berekeningen van het rekenmodel gemiddeld slechts 3% af van de gerealiseerde gasverbruiken van de WKK's en de ketels. Per individueel bedrijf zijn er echter aanmerkelijke verschillen. Zo is het werkelijke gasverbruik van de ketel bij bedrijven A en C hoger dan berekend, terwijl het werkelijke gasverbruik van de ketel bij bedrijven B en E lager is dan berekend. Het werkelijke gasverbruik van de WKK's is bij C lager en bij E hoger dan berekend. Enkele mogelijke verklaringen voor afwijkingen zijn:
- a Bij bedrijf B duurde de teelt in de andere kassen minder lang en er is minder hard gestookt dan bij de teelt in de referentiekas. Bij de berekening van bedrijf B is het klimaat in de referentiekas aangehouden als klimaat voor de alle kassen.
 - b De WKK bij bedrijf C heeft in week 49 t/m 52 niet volledig gedraaid. Dit heeft geleid tot een 5.5 m³ lager gerealiseerd gasverbruik voor WKK en een 3 m³ hoger gerealiseerd gasverbruik voor de ketel.
 - c Gezien het bezettingspercentage van bedrijf E (98%) heeft de WKK bijna continu gedraaid. Dit is veel meer dan verwacht zou worden uit de warmte- of elektriciteitsbehoefte. Er is blijkbaar elektriciteit geleverd aan het net op momenten dat er geen warmtevraag was.
 - d Bij bedrijf A is de hogere warmtebehoefte (27% ten opzichte van berekend) continu over het gehele jaar en kan niet verklaard worden uit de huidige gegevens.

3.3 BEDRIJFSECONOMISCH RESULTAAT

Een rookgasreiniger bevordert het gebruik van een WKK. Een WKK zal dus meer gas gaan verbruiken en meer elektriciteit gaan leveren indien een bedrijf een rookgasreiniger gebruikt. Door de geleverde warmte en CO₂ van de WKK zal de ketel minder hoeven te worden gebruikt. Het bedrijfseconomisch resultaat wordt bepaald door het saldo aan benodigd gas van ketel en WKK en geleverde elektriciteit van de WKK enerzijds en aan de kosten gemaakt voor de rookgasreiniger anderzijds.

3.3.1 Saldi

Bij Bedrijf E was het gemiddelde teruglevertarief 6,4 ct/kWh. Het tijdstip van teruglevering kan het tarief beïnvloeden. Rookgasreiniging stimuleert vrijwel alleen het WKK-gebruik overdag, wanneer het tarief meestal hoger is dan 's nachts. Uitgaande van een gasprijs van 25 ct/m³ en een elektriciteitsprijs van 6,4 ct/kWh, heeft de rookgasreiniger de saldi volgens Tabel 7 opgeleverd.

Tabel 7- Kosten en opbrengsten per m² door extra WKK-gebruik met rookgasreiniger

	Extra gas				Extra elektra		Saldo
	Ketel	WKK	Totaal m ³	kosten	kWh	opbrengsten	
Bedrijf A	-6.8	12.6	5.8	1.45	37	2.38	0.93
Bedrijf B	-8.5	14.3	5.9	1.50	40	2.58	1.08
Bedrijf C	-19.6	26.7	13.0	3.20	78	4.97	1.77
Bedrijf D	-16.1	25.8	9.6	2.40	81	5.16	2.76
Bedrijf E	-11.4	7.9	-3.4	-0.90	24	1.54	2.44
Bedrijf F	-18.4	12.7	-5.8	-1.40	40	2.54	3.94
Gemiddeld	-13.5	16.7	4.2	1.04	50	3.19	2.15

Uit de tabel blijkt het volgende:

1. Het saldo van beide belichtende telers (bedrijven E en F) is hoog. Zij besparen ook gas met een rookgasreiniger. Dit komt doordat bij belichtende bedrijven zonder rookgasreiniger eerder sprake is van een warmteoverschot. De WKK draait voor de elektriciteitsbehoefte van de assimilatiebelichting en produceert daarbij vaak genoeg thermische energie om het bedrijf in de warmtebehoefte te voorzien. Als de ketel dan ook nog moet draaien om aan de CO₂-behoefte te voldoen, dan ontstaat er een warmteoverschot dat met een rookgasreiniger voorkomen had kunnen worden.
2. Bedrijven C en D bereiken zonder assimilatiebelichting ook een hoog saldo. Zij gebruiken wel wat meer gas met de rookgasreiniger, maar kunnen veel elektriciteit opwekken. Bij nadere analyse van de weekgegevens van bedrijf C en D is gebleken dat in de zomerperiode de WKK nauwelijks zou worden gebruikt bij afwezigheid van de rookgasreiniger. Met een rookgasreiniger wordt de WKK wel gebruikt, wat het warmteoverschot verlaagt, doordat een WKK een lager thermisch rendement heeft dan een ketel.
3. Bedrijven A en B hebben het laagste saldo. Zij doseren het minste CO₂ in de zomerperiode (zie Figuur 1) en profiteren daardoor minder van de rookgasreiniger. Bovendien heeft bedrijf A een relatief hoge warmtebehoefte doordat dit bedrijf geen scherm heeft en daardoor 's.nachts vaker de (gebufferde) warmte kan gebruiken.

3.3.2 Kosten rookgasreiniger

De kosten voor de rookgasreiniger zijn sterk afhankelijk van het contract met de verhuurder. In Tabel 8 komt naar voren dat bedrijf D een uitzonderlijk lucratief contract heeft voor wat betreft de rookgasreiniger. Verder valt op dat het ureumverbruik per bedrijf sterk uiteenloopt. Eventuele kosten voor een gewassenverzekering tegen ethyleen- of NO_x-schade e.d. zijn in deze tabel niet meegenomen.

Tabel 8- Kosten rookgasreiniger

	WKK		Ureum			Rookgasreiniger	Totale kosten	
	Uren	rgr debiet	Verbruik	Prijs	Kosten	Huurkosten	Bedrijf	per debiet
Bedrijf A	2291	195	6000	0.50	3000	20000	23000	117
Bedrijf B	1825	155	2240	0.55	1230	15000	16230	105
Bedrijf C	onbekend	180	2200	0.51	1122	20000	21122	43
Bedrijf D	2386	100	850	0.53	450	2386	2836	118
Gemiddeld	2167	158	2823	0.52	1451	14718	16169	103

De kosten van de rookgasreiniger worden voor het grootste deel bepaald door de huurkosten, welke met name afhangt van het maximaal mogelijke aardgasdebiet. Gemiddeld komen de kosten neer op f 103,- per m³/h aardgasdebiet. Indien bedrijf D niet wordt meegeteld, dan wordt dit bedrag f 114,- per m³/h aardgasdebiet. Dit bedrag zal volgens het principe van de schaalvoordelen lager zijn voor grote gasdebieten en hoger voor kleine gasdebieten, maar bij het rekenvoorbeeld in de volgende paragraaf zal voor alle bedrijven f 114,- per m³/h aardgasdebiet aan berekende kosten worden aangehouden.

3.3.3 Bedrijfseconomisch resultaat

Voor het bedrijfseconomisch resultaat is het oppervlak uit Tabel 1, het saldo uit Tabel 7, het aardgasdebiet uit Tabel 2 en de kostprijs per m³/h aardgasdebiet uit paragraaf 3.3.2 genomen. Uit de tabel blijkt dat bedrijf A een negatief resultaat behaalt en dat bedrijf B een relatief laag resultaat behaalt. Bij de overige bedrijven is het resultaat ruim positief.

Tabel 9- Bedrijfseconomisch resultaat

	Oppervl.	Saldo/m ²	Opbrengsten	Gasdebiet	Berekende kosten	Resultaat bedrijf	Resultaat per m ²
Bedrijf A	18500	0.93	17144	195	22230	-5086	-0.27
Bedrijf B	20000	1.08	21619	155	17670	3949	0.20
Bedrijf C	17500	1.77	30893	180	20520	10373	0.59
Bedrijf D	10400	2.76	28674	100	11400	17274	1.66
Bedrijf E	18200	2.44	44378	155	17670	26708	1.47
Bedrijf F	30500	3.94	120237	210	23940	96297	3.16
Gemiddeld	19183	2.15	43824	166	18905	24919	1.13

Opm: Bij Bedrijf F zijn er slechts twee van de vijf WKK's aangesloten op de rookgasreiniger. Daarom is hier slechts een aardgasdebiet van 210 in plaats van 559 m³/h aangehouden.

Uit deze resultaten blijkt dat het bedrijfseconomisch resultaat in hoge mate afhankelijk is van het saldo.

3.3.4 Gevoeligheidsanalyse van het elektriciteitsstarief

Het bedrijfseconomisch resultaat is afhankelijk van de prijs van teruggeleverde elektriciteit. In voorgaande paragrafen is uitgegaan van een elektriciteitsstarief van 6,4 cent per kWh. In Tabel 10 wordt aangegeven wat het saldo en het bedrijfseconomisch resultaat is van het gebruik van rookgasreinigers bij de zes bedrijven bij verschillende elektriciteitsstarieven.

Tabel 10- Resultaat bij verschillende elektriciteitsstarieven voor teruglevering

Elektr. tarief	Saldo			Bedrijfsresultaat			Resultaat per m ²		
	5 ct	6,4 ct	8 ct	5 ct	6,4 ct	8 ct	5 ct	6,4 ct	8 ct
Bedrijf A	0.41	0.93	1.52	-14714	-5086	5918	-0.80	-0.27	0.32
Bedrijf B	0.52	1.08	1.73	-7343	3949	16854	-0.37	0.20	0.84
Bedrijf C	0.68	1.77	3.01	-8635	10373	32097	-0.49	0.59	1.83
Bedrijf D	1.63	2.76	4.05	5542	17274	30683	0.53	1.66	2.95
Bedrijf E	2.10	2.44	2.82	20584	26708	33708	1.13	1.47	1.85
Bedrijf F	3.39	3.94	4.58	79336	96297	115682	2.60	3.16	3.79
Gemiddeld	1.45	2.15	2.95	12462	24919	39157	0.43	1.13	1.93

Niet-belichtende bedrijven zijn afhankelijker van het elektriciteitstarief voor teruglevering dan belichtende bedrijven. Dit komt ten eerste doordat niet-belichtende telers het voordeel van de rookgasreiniger voornamelijk halen uit een hogere bezetting van de WKK, terwijl belichtende telers ook het voordeel hebben van een lager gasverbruik. Ten tweede wordt op belichtende bedrijven de extra elektriciteit uit de WKK vaak voor eigen gebruik aangewend. Hierbij is een belichtend bedrijf niet afhankelijk van het tarief voor teruglevering, maar van de extra opbrengst door de extra belichting.

3.3.5 Gevoeligheidsanalyse van het aardgasstarief

Bij bovenstaande berekeningen is een gasprijs van 25 ct aangehouden. In het afgelopen jaar is de gasprijs echter sterk gewijzigd (zie Tabel 11). Ook is er een apart tarief aangehouden voor gas dat met de WKK is verbruikt. In 2004 zal het CDS-tariefsysteem zijn intrede doen in de glastuinbouw. In deze paragraaf zal er een analyse worden gedaan van de gasprijs en de invloed op het rendement van de rookgasreinigers.

Tabel 11- Gasprijzen in de glastuinbouw (excl. heffingen en BTW)

Kwartaal	Normale prijs	WKK-prijs
1998-1	24.174	22.150
1998-2	23.598	20.960
1998-3	23.379	19.100
1998-4	22.322	18.186
1999-1	20.791	16.972
1999-2	22.291	16.416
1999-3	21.616	17.758
1999-4	23.255	21.594
2000-1	25.935	25.610
2000-2	29.539	28.985
2000-3	32.623	31.135

Opm: De prijs van 1999-1 gold alleen voor januari. In februari en maart was de prijs 22.291 ct/m³.

Bron: www.tuinbouw.nl (Productschap Tuinbouw)

In het CDS-tariefsysteem verdwijnt het verschil tussen de normale tuinbouwgasprijs en de WKK-tuinbouwgasprijs. Afhankelijk van de prijsstelling van de gasdistributeur kan de prijs van de commodity 5 tot 8 cent onder de huidige tuinbouwgasprijs komen te liggen.

Daartegenover staat een prijs die voor de diensten (met name de aansluitcapaciteit) moet worden bepaald. Aangezien rookgasreinigers nauwelijks van invloed zijn op de aansluitcapaciteit moet voor een bedrijfseconomische analyse na 2004 worden uitgegaan van de commodityprijs.

Tabel 12- Resultaat bij verschillende aardgastarieven

Aardgastarief	Saldo			Bedrijfsresultaat			Resultaat per m ²		
	20 ct	25 ct	30 ct	20 ct	25 ct	30 ct	20 ct	25 ct	30 ct
Bedrijf A	1.22	0.93	0.64	289	-5086	-10460	0.02	-0.27	-0.57
Bedrijf B	1.40	1.08	0.81	10349	3949	-1451	0.52	0.20	-0.07
Bedrijf C	2.37	1.77	1.07	20873	10373	-1877	1.19	0.59	-0.11
Bedrijf D	3.24	2.76	2.28	22266	17274	12282	2.14	1.66	1.18
Bedrijf E	2.22	2.44	2.56	22704	26708	28892	1.25	1.47	1.59
Bedrijf F	3.70	3.94	4.28	88977	96297	106667	2.92	3.16	3.50
Gemiddeld	2.36	2.15	1.94	27576	24919	22342	1.34	1.13	0.92

Uit Tabel 12 blijkt dat het gebruik van een rookgasreiniger voor niet-belichtende telers veel interessanter wordt naarmate het gastarief laag is. Bij belichtende telers wordt een rookgasreiniger iets minder interessant bij een laag gastarief.

4. DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Aan de hand van de methode en de resultaten zijn de volgende discussiepunten en conclusies te noemen. Verder worden er nog enkele aanbevelingen gedaan.

4.1 DISCUSSIE

Dit onderzoek heeft geen rekening gehouden met het risico dat rookgasreinigers met zich mee kunnen brengen. In het verleden blijken er namelijk regelmatig problemen met rookgasreinigers te zijn voorgekomen. De meeste problemen zijn inmiddels verholpen [Bouwman, 2000]. Bovendien kan met een extra gewasverzekering, al of niet met een etheenmonitor (aanschafprijs \pm f 20.000,- [Visser, 2000]) het risico worden afgedekt. Hierdoor is een rookgasreiniger iets minder snel interessant dan uit de resultaten van dit verslag blijkt. De kosten van een gewasverzekering zijn afhankelijk van de aanwezigheid van een (wekelijkse) etheenmeting of een (continue) etheenbewaking en van de termijn waarover wordt uitgekeerd. Deze kosten zijn vermeld in Tabel 13 [Hagelunie, mededeling]. Uitgaande van de hoogste premie (f 3,30) en een verzekerd bedrag van f 900.000,- (= jaaropbrengst 1 hectare tomaat of paprika) zouden de verzekeringskosten uitkomen op f 2.970,- per jaar. In de praktijk kunnen echter het verzekerd bedrag en de verzekeringskosten per hectare per jaar lager zijn.

Tabel 13- Premie gewasverzekering per f 1000,- verzekerd bedrag

	52 weken	26 weken	13 weken
Zonder etheenmeting	f 3,30	f 2,48	f 1,65
Met etheenmeting	f 2,48	f 1,86	f 1,24
Met etheenbewaking	f 1,98	f 1,49	f 0,99

Bij bedrijven A, B, C en D zijn niet over alle weken gegevens bekend. Deze weken zijn niet volledig toe te schrijven aan leegstand door teeltwisseling. De berekende bedrijfs-economische resultaten van deze bedrijven door gebruik van de rookgasreiniger zouden iets gunstiger zijn als met een volledig teeltjaar zou zijn gerekend.

Het PBG-rekenmodel gasverbruik geeft over het algemeen een redelijke schatting van de warmtebehoefte. Bedrijf A kwam echter in werkelijkheid 25% hoger uit dan berekend, wat niet verklaard kon worden.

Bij de vergelijking van de resultaten bij het al of niet aanwezig zijn van een rookgasreiniger wordt ervan uitgegaan, dat de CO₂-dosering niet zal afnemen indien er geen rookgasreiniger aanwezig is. Het is de vraag en het is in dit project niet onderzocht of de kosten van een verhoogde CO₂-dosering altijd worden vergoed door een verhoogde productie.

Het installeren van een rookgasreiniger op een bestaande WKK is kostbaar. Rookgasreinigers worden vrijwel alleen geleverd bij nieuwe WKK's. Door de

aankomende liberalisering van de aardgasmarkt zal de WKK nauwelijks meer worden geïnstalleerd bij niet-belichtende bedrijven en zullen de resultaten van dit onderzoek hoofdzakelijk voor de belichtende bedrijven kunnen worden toegepast.

4.2 CONCLUSIES

Hoewel niet van ieder bedrijf alle gevraagde gegevens zijn verkregen, zijn er wel conclusies te trekken uit de resultaten:

1. Door de rookgasreiniger wordt de WKK bij de belichtende bedrijven 13% meer gebruikt. Bij de niet-belichtende bedrijven werd de WKK 39% tot 93% meer gebruikt door de rookgasreiniger. Dit komt neer op gemiddeld 817 uren voor belichtende bedrijven en 2044 uren voor niet-belichtende bedrijven.
2. Belichtende bedrijven besparen in totaliteit gas en leveren meer elektriciteit aan het net door gebruik van een rookgasreiniger. Niet-belichtende bedrijven gebruiken in totaliteit meer gas en leveren veel meer elektriciteit aan het net door de rookgasreiniger.
3. Een rookgasreiniger heeft geen invloed op de maximaal benodigde hoeveelheid aardgas per uur (contractcapaciteit).
4. Voor vijf van de zes onderzochte bedrijven heeft de rookgasreiniger een positief bedrijfseconomisch resultaat gehad, gesteld dat het tarief van de teruggeleverde elektriciteit en het aardgastarief respectievelijk 6,4 cent en 25 cent is. Bij een hoger elektriciteitstarief (8 ct/kWh) en een lager aardgastarief (20 ct/m³) is de rookgasreiniger voor alle onderzochte bedrijven rendabel. Bij een hoger aardgastarief (> 30 ct/m³) en een gelijk elektriciteitstarief is een rookgasreiniger alleen voor belichtende bedrijven interessant.
5. Een rookgasreiniger maakt de WKK interessanter voor bedrijven met een lage warmtebehoefte ten opzichte van de CO₂-behoefte of de elektriciteitsbehoefte. Dit is met name het geval bij belichtende bedrijven en bij bedrijven met een scherminstallatie of een laag temperatuurregime.
6. De huur- en gebruikskosten van een rookgasreiniger worden geschat op f 114,- per m³/h aardgasdebit per jaar. Dit is echter in hoge mate afhankelijk van het contract met de verhuurder.
7. Het ureumverbruik verschilt sterk per bedrijf en is niet alleen afhankelijk van de bezetting van de rookgasreiniger.

4.3 AANBEVELINGEN

Bij dit onderzoek is uitgegaan van de gerealiseerde CO₂-dosering op de bedrijven. Met meer kennis over de meest optimale CO₂-dosering, zowel met als zonder een rookgasreiniger, kan de rentabiliteit van een rookgasreiniger nauwkeuriger worden berekend.

Door de stijgende aardgasprices wordt rookgasreiniging bedrijfseconomisch interessanter voor belichtende bedrijven. Gezien het potentiële aan energiebesparing moet met een goede voorlichting rookgasreiniging worden gestimuleerd.

LITERATUUR

1. **Bouwman, W. Evaluatie van rookgasreinigingsinstallaties voor CO2 bemesting.** Lezing Gastec bij bijeenkomst "Warmte/Kracht in de glastuinbouw" Cogen projects 29 maart 2000.
2. Hagelunie. Mededeling.
3. **Raaphorst, M.G.M. Documentatie van het PBG-rekenmodel gasverbruik.** Intern verslag 200 PBG Naaldwijk 1999
4. **Schans, R.J. van der: Voortgangsrapportage Plan van Aanpak W/K in de glastuinbouw over het eerste kwartaal van 1999.** Cogen Projects Driebergen, 1999.
5. **Visser, P. Beperkte ervaring rookgasreinigers leidt regelmatig tot storingen.** Groenten en Fruit Vakdeel Glasgroenten, p 14-15, 16 juni 2000.

Bijlage 1. Bedrijfsgegevens

Bedrijf A

Hoogte gewas begin reken periode	10. cm
Groei gewas per week	10. cm
Hoogte gewas einde reken periode	160. cm
Aantal afdelingen:	1.
Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 2: 0.0 1 en 3: 0.0 2 en 3: 0.0	
Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 4: 0.0 2 en 4: 0.0 3 en 4: 0.0	

	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	eigen bedrijf	standaard bedrijf
Aantal kappen bedraagt:	38.	0.	0.	0.	38.	30.
Breedte van de kap is:	320.	0.	0.	0.	320.	400. cm
Lengte van de kap is:	161.	0.	0.	0.	161.	125. m
Oppervlakte van de uitsparingen	1037.	0.	0.	0.	1037.	0. m2
Kasoppervlakte is:	18541.	0.	0.	0.	18541.	15000. m2
Goothoogte is:	310.	0.	0.	0.	310.	400. cm
Gevels grenzend aan schuur/kas	72.	0.	0.	0.	72.	40. m
Isolatiepercentage gevels:	30.	0.	0.	0.	30.	50. %
Schermtypen: geen=0, bew=1 vast=2	0.	0.	0.	0.		1.
Energiebesparing% scherm dicht	0.	0.	0.	0.	0.	35. %
Gevelverwarming is aangepast tot	75.	0.	0.	0.	75.	75. %
Leeftijd van de kassen is:	19.	0.	0.	0.	19.	5. jaar
Aantal stookgroepen is:	4.	0.	0.	0.	4.	4.
Aantal binnenwanden is:					0.	0.
De lengte van buitengevels is:	493.	0.	0.	0.	493.	450. m
De buitengeveloppervlakte is:	1700.	0.	0.	0.	1700.	2011. m2
Hoofdnet aantal buizen per kap	4.	0.	0.	0.	4.	5.0
Hoofdnet doorsnee buizen	51.	0.	0.	0.	51.	51. mm
2 ^{de} net aantal buizen per kap	1.	0.	0.	0.	1.	1.3
2 ^{de} doorsnee buizen	30.	0.	0.	0.	30.	30. mm
3 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0
3 ^{de} doorsnee buizen	51.	0.	0.	0.	51.	51. mm
Percentage beschutting bedrijf					70.	75. %
Capaciteit ketel per m2:					200.	200. Kcal/u
Ketelrendement onderwaarde:					95.	90. %
Besparing van de condensor:					10.	14. %
Inhoud warmtebuffer:					170.	150. m3
Warmtekracht	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5	
Electrisch vermogen	576.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Thermisch vermogen	950.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Brandstof verbruik	195.0	0.0	0.0	0.0	0.0	m3/uur
Rookgasreiniging ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Teruglevering net ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Geïnstalleerd vermogen assimilatie Watt/m2						0. 0.

Warmteverliezen kas in m3 gas:	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	eigen bedrijf	standaard bedrijf
per oC temp. verschil kas buiten m3/(ha.u.oC)	8.895	0.000	0.000	0.000	8.895	8.114
per m windsnelheid m3/(ha.u.m/s)	3.643	0.000	0.000	0.000	3.643	3.671

Bedrijf B

Hoogte gewas begin reken periode	10. cm
Groei gewas per week	10. cm
Hoogte gewas einde reken periode	160. cm
Aantal afdelingen:	4.

Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 2: 86.0 1 en 3: 0.0 2 en 3: 38.0

Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 4: 0.0 2 en 4: 64.0 3 en 4: 60.0

	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	eigen bedrijf	standaard bedrijf
Aantal kappen bedraagt:	33.	25.	18.	20.	96.	30.
Breedte van de kap is:	320.	320.	320.	320.	320.	400. cm
Lengte van de kap is:	43.	76.	100.	62.	73.	125. m
Oppervlakte van de uitsparingen	0.	0.	0.	672.	672.	0. m2
Kasoppervlakte is:	4541.	6080.	5760.	3296.	19677.	15000. m2
Goothoogte is:	250.	250.	380.	250.	288.	400. cm
Gevels grenzend aan schuur/kas	86.	200.	110.	190.	90.	40. m
Isolatiepercentage gevels:	20.	20.	20.	20.	20.	50. %
Schermtypen: geen=0, bew=1 vast=2	2.	2.	1.	2.		1.
Energiebesparing% scherm dicht	30.	30.	30.	30.	30.	35. %
Gevelverwarming is aangepast tot	75.	75.	75.	75.	75.	75. %
Leeftijd van de kassen is:	20.	26.	7.	26.	19.	5. jaar
Aantal stookgroepen is:	1.	1.	1.	1.	4.	4.
Aantal binnenwanden is:					3.	0.
De lengte van buitengevels is:	211.	112.	205.	62.	590.	450. m
De buitengeveloppervlakte is:	677.	393.	861.	245.	2175.	2011. m2
Hoofdnet aantal buizen per kap	4.	4.	4.	4.	4.	5.0
Hoofdnet doorsnee buizen	22.	22.	22.	22.	22.	22. mm
2 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0
2 ^{de} doorsnee buizen	51.	51.	51.	51.	51.	51. mm
3 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0
3 ^{de} doorsnee buizen	51.	51.	51.	51.	51.	51. mm
Percentage beschutting bedrijf					45.	75. %
Capaciteit ketel per m2:					200.	200. Kcal/u
Ketelrendement onderwaarde:					90.	90. %
Besparing van de condensor:					7.	14. %
Inhoud warmtebuffer:					125.	150. m3
Warmtekracht	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5	
Electrisch vermogen	475.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Thermisch vermogen	700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Brandstof verbruik	155.0	0.0	0.0	0.0	0.0	m3/uur
Rookgasreiniging ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Teruglevering net ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Geïnstalleerd vermogen assimilatie Watt/m2						0. 0.

Warmteverliezen kas in m3 gas:

	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	eigen bedrijf	standaard bedrijf
per oC temp. verschil kas buiten m3/(ha.u.oC)	9.162	8.801	8.418	8.842	8.779	8.114
per m windsnelheid m3/(ha.u.m/s)	5.288	4.153	4.909	4.285	4.658	3.671

Bedrijf C

Hoogte gewas begin reken periode	10. cm
Groei gewas per week	10. cm
Hoogte gewas einde reken periode	160. cm
Aantal afdelingen:	2.
Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 2:132.0 1 en 3: 0.0 2 en 3: 0.0	
Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 4: 0.0 2 en 4: 0.0 3 en 4: 0.0	

	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	eigen bedrijf	standaard bedrijf
Aantal kappen bedraagt:	24.	14.	0.	0.	38.	30.
Breedte van de kap is:	320.	400.	0.	0.	354.	400. cm
Lengte van de kap is:	132.	132.	0.	0.	132.	125. m
Oppervlakte van de uitsparingen	0.	0.	0.	0.	0.	0. m2
Kasoppervlakte is:	10138.	7392.	0.	0.	17530.	15000. m2
Goothoogte is:	350.	400.	0.	0.	371.	400. cm
Gevels grenzend aan schuur/kas	180.	132.	0.	0.	48.	40. m
Isolatiepercentage gevels:	20.	20.	0.	0.	20.	50. %
Schermtypen: geen=0, bew=1 vast=2	1.	1.	0.	0.		1.
Energiebesparing% scherm dicht	30.	30.	0.	0.	30.	35. %
Gevelverwarming is aangepast tot	75.	75.	0.	0.	75.	75. %
Leeftijd van de kassen is:	30.	2.	0.	0.	18.	5. jaar
Aantal stookgroepen is:	2.	2.	0.	0.	4.	4.
Aantal binnenwanden is:					1.	0.
De lengte van buitengevels is:	238.	244.	0.	0.	482.	450. m
De buitengeveloppervlakte is:	940.	1075.	0.	0.	2014.	2011. m2
Hoofdnet aantal buizen per kap	4.	6.	0.	0.	5.	5.4
Hoofdnet doorsnee buizen	51.	45.	0.	0.	48.	48. mm
2 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0
2 ^{de} doorsnee buizen	51.	51.	0.	0.	51.	51. mm
3 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0
3 ^{de} doorsnee buizen	51.	51.	0.	0.	51.	51. mm
Percentage beschutting bedrijf					40.	75. %
Capaciteit ketel per m2;					115.	200. Kcal/u
Ketelrendement onderwaarde:					94.	90. %
Besparing van de condensor:					7.	14. %
Inhoud warmtebuffer:					140.	150. m3
Warmtekracht	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5	
Electrisch vermogen	523.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Thermisch vermogen	850.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Brandstof verbruik	180.0	0.0	0.0	0.0	0.0	m3/uur
Rookgasreiniging ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Teruglevering net ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Geïnstalleerd vermogen assimilatie Watt/m2						0. 0.

Warmteverliezen kas in m3 gas:	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	eigen bedrijf	standaard bedrijf
per oC temp. verschil kas buiten m3/(ha.u.oC)	8.687	7.810	0.000	0.000	8.317	8.114
per m windsnelheid m3/(ha.u.m/s)	4.706	4.774	0.000	0.000	4.735	3.671

Bedrijf D

Hoogte gewas begin reken periode 40. cm
 Groei gewas per week 10. cm
 Hoogte gewas einde reken periode 4000. cm
 Aantal afdelingen: 1.

Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 2: 0.0 1 en 3: 0.0 2 en 3: 0.0
 Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 4: 0.0 2 en 4: 0.0 3 en 4: 0.0

					eigen	standaard
	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	bedrijf	bedrijf
Aantal kappen bedraagt:	26.	0.	0.	0.	26.	30.
Breedte van de kap is:	400.	0.	0.	0.	400.	400. cm
Lengte van de kap is:	100.	0.	0.	0.	100.	125. m
Oppervlakte van de uitsparingen	0.	0.	0.	0.	0.	0. m2
Kasoppervlakte is:	10400.	0.	0.	0.	10400.	15000. m2
Goothoogte is:	400.	0.	0.	0.	400.	400. cm
Gevels grenzend aan schuur/kas	50.	0.	0.	0.	50.	40. m
Isolatiepercentage gevels:	25.	0.	0.	0.	25.	50. %
Schermtypen: geen=0, bew=1 vast=2	1.	0.	0.	0.		1.
Energiebesparing% scherm dicht	30.	0.	0.	0.	30.	35. %
Gevelverwarming is aangepast tot	125.	0.	0.	0.	125.	75. %
Leeftijd van de kassen is:	3.	0.	0.	0.	3.	5. jaar
Aantal stookgroepen is:	2.	0.	0.	0.	2.	4.
Aantal binnenwanden is:					0.	0.
De lengte van buitengevels is:	358.	0.	0.	0.	358.	450. m
De buitengeveloppervlakte is:	1615.	0.	0.	0.	1615.	2011. m2
Hoofdnet aantal buizen per kap	6.	0.	0.	0.	6.	6.0
Hoofdnet doorsnee buizen	51.	0.	0.	0.	51.	51. mm
2 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0
2 ^{de} doorsnee buizen	51.	0.	0.	0.	51.	51. mm
3 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0
3 ^{de} doorsnee buizen	51.	0.	0.	0.	51.	51. mm
Percentage beschutting bedrijf					40.	75. %
Capaciteit ketel per m2:					200.	200. Kcal/u
Ketelrendement onderwaarde:					91.	90. %
Besparing van de condensor:					7.	14. %
Inhoud warmtebuffer:					200.	150. m3
Warmtekracht	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5	
Electrisch vermogen	312.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Thermisch vermogen	510.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Brandstof verbruik	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	m3/uur
Rookgasreiniging ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Teruglevering net ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Geïnstalleerd vermogen assimilatie Watt/m2						0. 0.

					eigen	standaard
	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	bedrijf	bedrijf
Warmteverliezen kas in m3 gas:						
per oC temp. verschil kas buiten m3/(ha.u.oC)	8.223	0.000	0.000	0.000	8.223	8.114
per m windsnelheid m3/(ha.u.m/s)	4.942	0.000	0.000	0.000	4.942	3.671

Bedrijf E

Hoogte gewas begin reken periode	160. cm
Groei gewas per week	0. cm
Hoogte gewas einde reken periode	160. cm
Aantal afdelingen:	1.
Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 2: 0.0 1 en 3: 0.0 2 en 3: 0.0	
Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 4: 0.0 2 en 4: 0.0 3 en 4: 0.0	

					eigen	standaard
	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	bedrijf	bedrijf
Aantal kappen bedraagt:	44.	0.	0.	0.	44.	30.
Breedte van de kap is:	400.	0.	0.	0.	400.	400. cm
Lengte van de kap is:	104.	0.	0.	0.	104.	125. m
Oppervlakte van de uitsparingen	0.	0.	0.	0.	0.	0. m2
Kasoppervlakte is:	18216.	0.	0.	0.	18216.	15000. m2
Goothoogte is:	435.	0.	0.	0.	435.	400. cm
Gevels grenzend aan schuur/kas	50.	0.	0.	0.	50.	40. m
Isolatiepercentage gevels:	0.	0.	0.	0.	0.	50. %
Schermtypen: geen=0, bew=1 vast=2	0.	0.	0.	0.	0.	1.
Energiebesparing% scherm dicht	0.	0.	0.	0.	0.	35. %
Gevelverwarming is aangepast tot	75.	0.	0.	0.	75.	75. %
Leeftijd van de kassen is:	6.	0.	0.	0.	6.	5. jaar
Aantal stookgroepen is:	6.	0.	0.	0.	6.	4.
Aantal binnenwanden is:					0.	0.
De lengte van buitengevels is:	509.	0.	0.	0.	509.	450. m
De buitengeveloppervlakte is:	2524.	0.	0.	0.	2524.	2011. m2
Hoofdnet aantal buizen per kap	8.	0.	0.	0.	8.	8.0
Hoofdnet doorsnee buizen	51.	0.	0.	0.	51.	51. mm
2 ^{de} net aantal buizen per kap	4.	0.	0.	0.	4.	4.0
2 ^{de} doorsnee buizen	27.	0.	0.	0.	27.	27. mm
3 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0
3 ^{de} doorsnee buizen	51.	0.	0.	0.	51.	51. mm
Percentage beschutting bedrijf					70.	75. %
Capaciteit ketel per m2:*					220.	200. Kcal/u
Ketelrendement onderwaarde:					90.	90. %
Besparing van de condensor:					10.	14. %
Inhoud warmtebuffer:					150.	150. m3
Warmtekracht	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5	
Electrisch vermogen	475.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Thermisch vermogen	697.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kWatt
Brandstof verbruik	155.0	0.0	0.0	0.0	0.0	m3/uur
Rookgasreiniging ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Teruglevering net ja=1, nee=0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Geïnstalleerd vermogen assimilatie						42. 42.
Watt/m2						

					eigen	standaard
	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	bedrijf	bedrijf
Warmteverliezen kas in m3 gas:						
per oC temp. verschil kas buiten	8.335	0.000	0.000	0.000	8.335	8.114
m3/(ha.u.oC)						
per m windsnelheid	3.904	0.000	0.000	0.000	3.904	3.671
m3/(ha.u.m/s)						

Bedrijf F

Hoogte gewas begin reken periode	150. cm
Groei gewas per week	0. cm
Hoogte gewas einde reken periode	150. cm
Aantal afdelingen:	2.
Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 2:180.0 1 en 3: 0.0 2 en 3: 0.0	
Lengte aan elkaar gebouwd: 1 en 4: 0.0 2 en 4: 0.0 3 en 4: 0.0	

	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	eigen bedrijf	standaard bedrijf	
Aantal kappen bedraagt:	56.	51.	0.	0.	107.	30.	
Breedte van de kap is:	320.	400.	0.	0.	362.	400.	cm
Lengte van de kap is:	81.	78.	0.	0.	80.	125.	m
Oppervlakte van de uitsparingen	0.	0.	0.	0.	0.	0.	m2
Kasoppervlakte is:	14515.	15994.	0.	0.	30509.	15000.	m2
Goothoogte is:	350.	400.	0.	0.	376.	400.	cm
Gevels grenzend aan schuur/kas	225.	225.	0.	0.	90.	40.	m
Isolatiepercentage gevels:	20.	20.	0.	0.	20.	50.	%
Schermtypen:geen=0, bew=1 vast=2	0.	0.	0.	0.		1.	
Energiebesparing% scherm dicht	0.	0.	0.	0.	0.	35.	%
Gevelverwarming is aangepast tot	100.	100.	0.	0.	100.	75.	%
Leeftijd van de kassen is:	20.	10.	0.	0.	15.	5.	jaar
Aantal stookgroepen is:	2.	3.	0.	0.	5.	4.	
Aantal binnenwanden is:					5.	0.	
De lengte van buitengevels is:	295.	340.	0.	0.	635.	450.	m
De buitengeveloppervlakte is:	1286.	1718.	0.	0.	3004.	2011.	m2
Hoofdnet aantal buizen per kap	5.	6.	0.	0.	6.	6.1	
Hoofdnet doorsnee buizen	51.	51.	0.	0.	51.	51.	mm
2 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0	
2 ^{de} doorsnee buizen	51.	51.	0.	0.	51.	51.	mm
3 ^{de} net aantal buizen per kap	0.	0.	0.	0.	0.	0.0	
3 ^{de} doorsnee buizen	51.	51.	0.	0.	51.	51.	mm
Percentage beschutting bedrijf					65.	75.	%
Capaciteit ketel per m2:					200.	200.	Kcal/u
Ketelrendement onderwaarde:					88.	90.	%
Besparing van de condensor:					10.	14.	%
Inhoud warmtebuffer:					160.	150.	m3
Warmtekracht	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5		
Electrisch vermogen	320.0	320.0	305.0	305.0	450.0		kWatt
Thermisch vermogen	476.0	476.0	452.0	452.0	575.0		kWatt
Brandstof verbruik	104.6	104.6	100.0	100.0	150.0		m3/uur
Rookgasreiniging ja=1, nee=0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0		
Teruglevering net ja=1,nee=0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0		
Geïnstalleerd vermogen assimilatie Watt/m2						45.	45.

Warmteverliezen kas in m3 gas:	Afd 1	afd 2	afd 3	afd 4	eigen bedrijf	standaard bedrijf
per oC temp. verschil kas buiten m3/(ha.u.oC)	8.875	8.520	0.000	0.000	8.689	8.114
per m windsnelheid m3/(ha.u.m/s)	3.777	3.847	0.000	0.000	3.813	3.671

Bijlage 2. Gerealiseerd aantal uren rookgasreiniging per week

