

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS TE NAALDWIJK
EN CONSULENTSCHAP VOOR DE TUINBOUW TE NAALDWIJK

ENERGIEBESPARING IN DE GLASTUINBOUW

Ing. J. Meijndert,
J.B. Verveer en
Th. J.M. v.d. Meer

Januari 1976

No. 33
Informatiereeks

Prijs f 4,50

INHOUD

	pagina
Ten geleide	3
Ventilatieverlies is energieverlies	4
Ventilatieverlies is energieverlies (2)	6
Keteleisen	9
Brandereisen	10
Brandstofbesparing door retarders	13
Retarders groot profijt	19
Rendement ketelinstallaties hoger dan 100%	20
Bij het aanschaffen van een klimaatregelaar	25

TEN GELEIDE

Een van de grote problemen waarvoor de glastuinbouw zich geplaatst ziet is het opvangen van de nog steeds stijgende kosten van energie. En energie is voor de glastuinbouw onmisbaar; het vormt zelfs een aanzienlijk gedeelte van het kostenpakket voor de verwarmde gewassen.

De tuinder zal zich bewust moeten zijn dat hij hoe dan ook de stijgende kosten opvangt wil zijn bedrijf redelijk rendabel blijven. Daartoe zal hij aan het gehele scala van bedrijfsmaatregelen aandacht dienen te besteden, moeten komen tot een grotere produktie per m², een betere benutting van de arbeid, maar ook tot een optimale benutting van de energie die hij gebruikt.

In dit opzicht kan men op een aantal bedrijven nog wel tot besparingen komen. Deze zijn zeker niet altijd spectaculair, maar de situatie is zodanig, dat ook een enkel procentje bezuiniging meetelt. Dit moet men niet alleen in de aangepaste teeltmaatregelen, zoals stoken en luchten, vinden, maar zeker ook in het gebruik van goed afgestelde en op zuinig stoken ingestelde verwarmingsapparatuur.

Voor dit laatste doel is deze brochure geschreven. Het is een samenvatting van recent verschenen artikelen, die handelen over het thema van zuinig stoken zowel in technisch- als in teelttechnisch opzicht.

Degenen die met de problematiek te maken hebben vinden hierin een aantal mogelijkheden genoemd, waarbij we uiteraard niet volledig zijn.

Desondanks menen we dat het in het algemene kader van een zuinige toepassing van energie in de tuinbouw z'n nut kan afwerpen.

De maanden januari tot en met april zijn de meest effectieve maanden om energie te besparen. Immers in deze periode wordt circa 80% van alle benodigde brandstof gebruikt. Maar juist in deze maanden wordt er in toenemende mate gelucht, een noodzakelijk kwaad, wanneer we dit bezien uit oogpunt van energiebesparing. We we-

ten allen dat door luchten het effect van tal van energiebesparende maatregelen verloren gaat. Te denken valt dan aan het effect van een plastic scherm. Niet alleen door doelbewust luchten, maar ook door kaslekages kan kostbare warmte ontsnappen. Deze verliezen, die onopgemerkt optreden, kunnen vele procenten van het

brandstofverbruik uitmaken. In dit artikel zijn verschillende rekenvoorbeelden bijeengebracht, die inzicht kunnen geven in de ventilatieverliezen zowel bij luchten als door lekkages. Met dit inzicht zult u wellicht tot een zuiniger energieverbruik komen.

Ventilatieverlies is energieverlies

Inzicht in het energieverlies bij luchten en lekkages

WARMTE-INHOUD

Om te kunnen bepalen hoeveel energie we verliezen tijdens luchten, zullen we moeten weten hoeveel energie in de lucht aanwezig is. Lucht bezit een bepaalde hoeveelheid warmte. Deze warmte is aanwezig zowel in de droge lucht als in de waterdamp. Dit noemt men de warmte-inhoud van de lucht.

„De warmte-inhoud is de hoeveelheid warmte die nodig is om droge lucht van 0°C op een bepaalde temperatuur te krijgen, plus de warmte nodig om de waterdamp in deze lucht op dezelfde temperatuur te brengen.”

Als we gaan luchten, verliezen we een hoeveelheid kaslucht. Hiervoor in de plaats komt buitenlucht, waarin ook een hoeveelheid warmte aanwezig is.

De warmte-inhoud van de buitenlucht is lager dan de warmte-inhoud van de kaslucht. Door deze wisseling van lucht gaat dus warmte verloren. Deze warmte zal door de verwarmingsinstallatie moeten worden aangevuld.

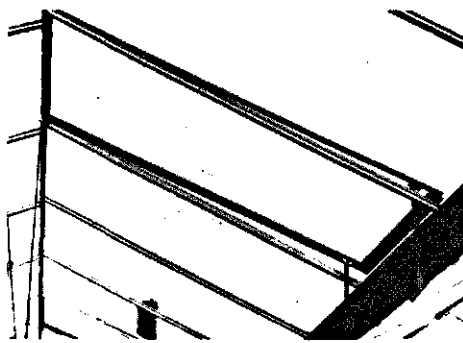
HOEVEEL WARMTE IS IN DE LUCHT AANWEZIG?

We nemen kaslucht met een temperatuur van 20°C en een relatieve luchtvochtigheid van 70%.

De warmte-inhoud van deze kaslucht bedraagt 13,17 Kcal/m³ (dit kunt u vinden in de bijgeplaatste tabel). Anders gezegd: 1 m³ lucht in de kas bezit 13,17 Kcal.

De buitentemperatuur is 5°C en de relatieve luchtvochtigheid is 80%. De warmte-inhoud van de buitenlucht is dan 4,79 Kcal/m³.

Gaan we lucht wisselen, dus kaslucht naar buiten en buitenlucht naar binnen, dan verliezen we aan warmte 13,17-4,79 = 8,38 Kcal/m³. Indien deze wisseling 1 maal per uur plaatsvindt zeggen we: het ventilatievoud van de kas is 1. Het woord ventilatievoud wordt afgekort als v.v. Wordt het v.v. 2, dan verliezen we in de beschreven situatie 2 × 8,3 = 16,76 Kcal/m³.



Luchten is noodzakelijk; te veel luchten is onvoordelig voor de brandstofrekening

In winterse omstandigheden, bij gesloten luchtramen, varieert het ventilatievoud tussen de 0,3 en de 1,5. In februari en maart, wanneer we meer gaan luchten, kan dit ventilatievoud oplopen tot 4 of 5.

Het ventilatievoud is, zowel bij gesloten als geopende luchtramen, sterk afhankelijk van de weersomstandigheden (vooral wind).

Nu weet iedereen dat luchten noodzakelijk is. Maar de vraag is of we soms niet te veel luchten (lees: verliezen). Het is best mogelijk, dat onder bepaalde omstandigheden een v.v. van 0,5 voldoende is (gesloten luchtramen) maar dat in werkelijkheid het v.v. 0,8 bedraagt. De oorzaak kan zijn: te veel verliezen door kieren, slecht sluitende luchtramen etc.

WAT KOST HET AAN BRANDSTOF?

We zullen in een voorbeeld eens bekijken wat dit aan brandstof kost voor een kas van 3.000 m² grondoppervlak.

Als de kas een gemiddelde hoogte heeft van 2,7 m dan is de inhoud 3.000 × 2,7 = 8.100 m³.

Voor de maand januari mogen we een gemiddelde temperatuur-binnen kiezen van 18°C met een relatieve luchtvochtigheid van 80%.

De warmte-inhoud van deze lucht is 12,65 Kcal/m³ (zie tabel).

De gemiddelde buitenluchttemperatuur is 3°C met een luchtvochtigheid van 70%. De warmte-inhoud van deze lucht is (volgens de tabel) 3,41 Kcal/m³.

Het verschil is 12,65-3,41 = 9,24 Kcal.m².

Als het v.v. 0,8 bedraagt dan verliezen we aan warmte:

$8.100 \text{ m}^3 \times 9,24 \text{ Kcal/m}^3 \times 0,8 = 59.875 \text{ Kcal/uur}$.

Bij een v.v. van 0,5:

$8.100 \text{ m}^3 \times 9,24 \text{ Kcal/m}^3 \times 0,5 = 37.422 \text{ Kcal/uur}$.

Er gaat te veel verloren: 22.453 Kcal/uur.

Immers een v.v. van 0,5 was voldoende.

Dit betekent een verlies van 3,302 m³ aardgas per uur.

Per maand is het verlies:

$31 \text{ dagen} \times 24 \text{ uur} \times 3,302 = 2456,62 \text{ m}^3 \text{ aardgas}$. 1 m³ aardgas kost 11 ct. (incl. vastrecht). Dan kost 2456,62 m³ aardgas f 270,23 per 3.000 m².

Per m² is dat 9 cent.

Voor een stookbedrijf, dat per maand januari f 1,15/m² verstoekt is dit 7,8%.

Door dit tamelijk kleine verschil in ventilatievoud gaat 7,8% brandstof verloren.

In praktische termen betekent dit, dat door kieren zorgvuldig af te stoppen al gauw een winst te bereiken is in de orde van grootte van 5 tot 15 ct/m² in de maand januari.

De hier genoemde getallen sluiten zeker aan bij wat er in de praktijk gebeurt.

MEER LUCHTEN: MEER OPLETTEN

In de maanden februari en maart gaan we meer luchten. We luchten hoofdzakelijk om vocht af te voeren.

Als we een relatieve luchtvochtigheid hebben van 80%, dan zal door het openen van de luchtramen de relatieve luchtvochtigheid zakken naar een lagere waarde b.v. 70%. De plan-

ten gaan in drogere lucht meer verdampen, zodat de relatieve luchtvochtigheid op 70% blijft hangen. Gaan we nog meer luchten, dan zal de relatieve luchtvochtigheid weer verder dalen.

Als een relatieve luchtvochtigheid van 70% gewenst is, moeten we zo luchten, dat deze waarde net niet oploopt en net niet daalt. Een lagere relatieve luchtvochtigheid is wel bereikbaar, maar dan ventileren we te veel. En dat kost geld.

Tussen het net niet oplopen van de relatieve luchtvochtigheid en het net niet dalen, kan een ventilatievoud verschil zitten van 0,5. We zullen eens een voorbeeld nemen, waarin we het teveel aan ventilatieverlies trachten te berekenen. Stel in maart is onder bepaalde omstandigheden een v.v. van 1,5 voldoende.

Door de bijzonder slechte regelkarakteristiek van het luchtraam wordt het v.v. 2,5.

Voor maart is een gemiddelde kasluchttemperatuur van 20°C overdag normaal. De relatieve luchtvochtigheid is b.v. 80%.

De gemiddelde temperatuur buiten overdag is 8°C, met een relatieve luchtvochtigheid van 80%.

De warmte-inhoud van de kaslucht is 14,23 Kcal/m³.

De warmte-inhoud van de buitenlucht is 6,39 Kcal/m³.

Verskil is 7,84 Kcal/m³.

We nemen weer de kas van 3.000 m².

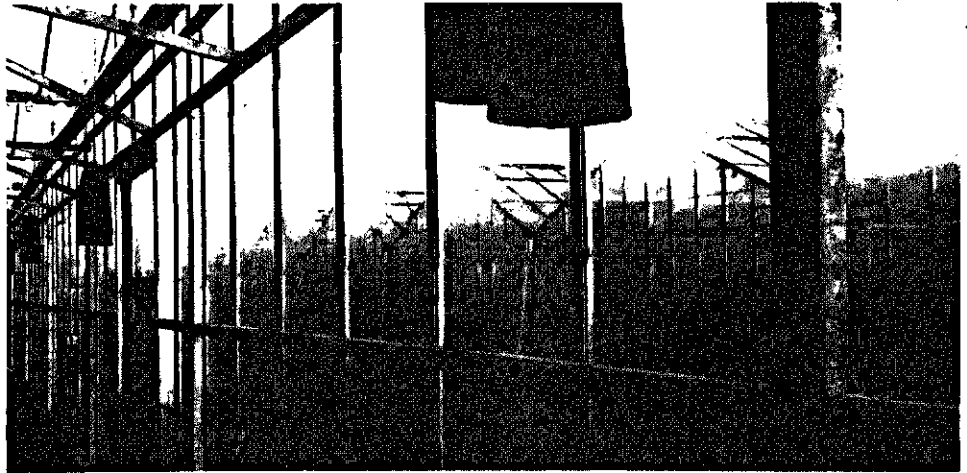
Als we er vanuit gaan dat er 8 uur per dag wordt gelucht dan verliezen we te veel:

31 dagen × 8 uur × 7,84 Kcal/m³ × 1 v.v. × 8.100 m³.

Dit is uitgedrukt in brandstof: 2.316 m³ aardgas.

Dit kost 2.316 × 11 ct. = f 254,76.

Per m² is dit 8,49 ct.



Een goed gesloten gevel en goed sluitende deuren voorkomen het ongemerkt wegvloeiën van warmte

Indien per maand maart f1,15/m² wordt verstoekt is het ventilatieverlies 7,38%.

Dit rekenmodel geldt tijdens het luchten overdag.

Zou door veel kieren in de kas het ventilatievoud ook bij gesloten luchtramen te hoog zijn, dan wordt het verlies van 7,38%, belangrijk hoger.

Het verlies ligt dan op een cent of 15 per m² in de maand maart.

Als we precies zouden weten, hoeveel we moeten luchten, dan moet er aan de kwaliteit van de luchtramen veel hogere eisen worden gesteld.

Er zou b.v. een constructie gevonden moeten worden, waardoor de ventilatie steeds aan de behoefte zou moeten worden aangepast. Tevens moet er een methode gebruikt worden, die het ventilatievoud, op reële gronden aanpast aan de behoefte.

Waarschijnlijk ten overvloede, willen we er op

wijzen, dat het niet de bedoeling van dit artikel is, dat u minder moet gaan luchten, waardoor het gevaar kan ontstaan van schimmelziekten. Nogmaals, de bedoeling is u een inzicht te geven in de energieverliezen met gesloten en geopende luchtramen.

Loop uw kas nog eens na op kieren. In het eerste kwartaal van het jaar kunt u via lekkages al gauw 30 ct tot 60 ct per m² duurder uit komen. Tochtgaten kosten veel geld.

Lucht met verstand, dat wil zeggen niet te veel. Een goede thermohygrograaf leert u wat er in de kas gebeurt.

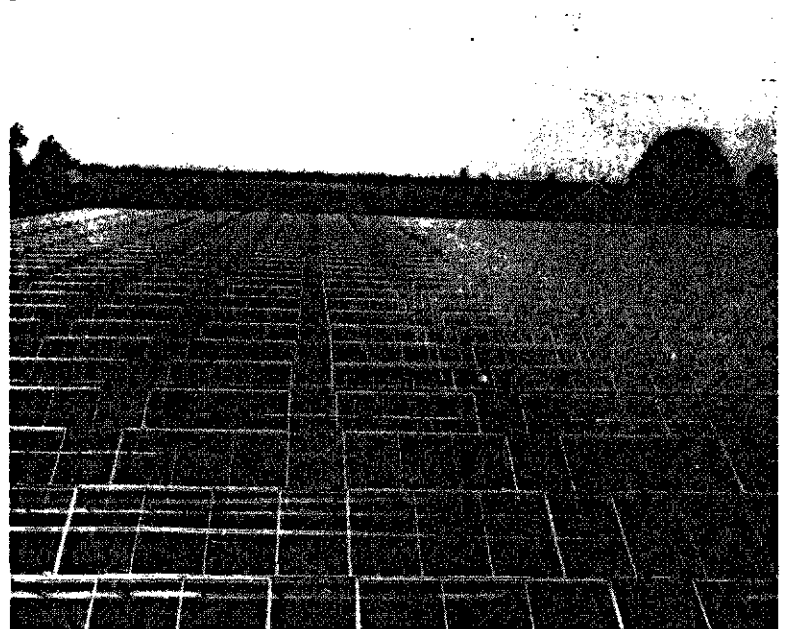
Alle bezuinigingen, die tot opbrengstdaling leiden zijn schijnbezuinigingen. En schijn bedriegt hier ook!

J. B. VERVEER
PROEFSTATION NAALDWIJK

WARMTE-INHOUD VAN LUCHT IN KCAL/M ³								
°C	Relatieve luchtvochtigheid							
	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	0%*
23	19,23	17,95	16,67	15,39	14,22	12,93	11,64	6,59
22	18,25	16,96	15,79	14,61	13,44	12,27	11,10	6,32
21	17,24	16,18	15,01	13,94	12,77	11,67	10,54	6,05
20	16,36	15,31	14,23	13,17	12,10	11,03	9,96	5,78
19	15,47	14,40	13,45	12,50	11,45	10,45	9,47	5,51
18	14,57	13,61	12,65	11,75	10,82	9,88	8,95	5,24
17	13,77	12,82	11,98	11,09	10,21	9,33	8,46	4,97
16	12,98	12,02	11,29	10,45	9,62	8,80	7,98	4,69
15	12,18	11,39	10,61	9,83	9,06	8,27	7,50	4,41
14	11,43	10,69	9,96	9,24	8,49	7,76	7,03	4,13
13	10,70	10,02	9,33	8,63	7,95	7,26	6,57	3,85
12	10,-	9,36	8,71	8,06	7,42	6,77	6,13	3,57
11	9,33	8,65	8,06	7,47	6,86	6,27	5,68	3,28
10	8,65	8,09	7,52	6,95	6,38	5,81	5,25	3,00
9	8,-	7,48	6,95	6,42	5,88	5,35	4,82	2,70
8	7,38	6,89	6,39	5,89	5,39	4,89	4,39	2,41
7	6,72	6,31	5,83	5,37	4,91	4,44	3,98	2,12
6	6,18	5,74	5,30	4,87	4,43	3,99	3,55	1,82
5	5,59	5,19	4,79	4,37	3,97	3,55	3,15	1,52
4	5,03	4,65	4,27	3,89	3,51	3,13	2,75	1,22
3	4,48	4,12	3,83	3,41	3,05	2,69	2,34	0,92
2	3,94	3,61	3,28	2,95	2,61	2,28	1,95	0,62
1	3,405	3,10	2,79	2,48	2,16	1,85	1,544	0,31
0	2,903	2,61	2,32	2,03	1,73	1,45	1,16	0

*% is de warmte-inhoud in Kcal/m³ van droge lucht

Zelfs al liggen de luchtramen dicht, dan nog kan het ventilatievoud tussen 0,3 en 1,5 liggen



VENTILATIEVERLIES IS ENERGIEVERLIES (2)

Luchten met ventilatoren en gesloten kas

In het vorige gedeelte zijn enkele rekenmodellen opgezet over het warmteverlies via ongewenste ventilatie door kieren in de kas en ventilatie via de geopende luchtramen. Het bleek, dat tochtgaten veel geld kosten; via lekkages kunt u alleen al in het eerste kwartaal van het jaar 30 tot 60 cent duurder uitkomen in brandstofkosten.

Ook was er sprake van het feit, dat we met het luchten ons doel vaak voorbij schieten; wanneer we bijvoorbeeld luchten om vocht af te voeren, zal er tevens ook veel warmte verloren gaan. De luchtramen zijn alleen maar middel om corrigerend op te treden en de te ventileren hoeveelheid lucht is niet nauwkeurig vast te stellen.

Veel problemen van overmatig warmteverlies zouden zijn opgelost, wanneer we het ventilatievoud van de kas geheel in de hand zouden hebben. Dit moet dan onafhankelijk zijn van de weersomstandigheden. Om dit te realiseren moet er van ventilatoren gebruik worden gemaakt, waarmee de juiste hoeveelheid lucht uit de kas gehaald kan worden.

Ventileren van een gesloten kas

Gedurende de wintermaanden wordt alleen maar gelucht, wanneer we vocht willen afvoeren. Er gaat dan tevens veel warmte verloren. Hoeveel dat precies is bij verschillende omstandigheden van binnen- en buitentemperatuur kunt u aflezen in de bijgeplaatste tabel. Gebruiken we hiervoor echter geen luchtramen, maar ventilatoren van de juiste capaciteit, dan kan worden gelucht met gesloten luchtramen. Immers, ook een dichte kas vertoont zoveel kieren, dat hierdoor alleen al voldoende lucht kan toetreden. Vooral het dek ventileert behoorlijk bij de huidige wijze van beglazen!

Ventileren we op de beschreven manier, dan kunnen de luchtramen in het koude jaargetijde constant gesloten blijven en daarmee voorkomen we de onevenredig grote invloed van een kleine raamopening.

Hoe moeten we ons deze manier van luchten voorstellen? We zeiden al, dat in de winter uitsluitend wordt gelucht om overtollig vocht kwijt te raken. Dit gebeurt in feite op twee manieren: via luchten, maar ook door condensatie.

Condensatie betekent warmtewinst

De kaslucht bestaat uit droge lucht met de daarin aanwezige waterdamp. De waterdamp zal gedeeltelijk condenseren tegen het koude glas, de roeden en de goten. Treedt er in een kas condensatie op, dan betekent dat, dat we dit vocht alvast niet meer behoeven af te voeren via de luchtramen. Condensatie betekent dus ook warmtewinst. Immers, alle waterdamp

die condenseert behoeft niet via de luchtramen naar buiten. wordt er meer vocht door verdamping geproduceerd, dan er condenseert, dan moeten we gaan luchten. Doen we dat via de luchtramen, dan voeren we mét de waterdamp eveneens onnodig veel warmte weg.

De vochtproduktie in een kas met een gewas is in de winter ongeveer 60 g per m² grondoppervlak. Als we ventilatoren gaan gebruiken, dan zullen deze aan de verdampingscapaciteit van de planten moeten zijn aangepast. Voor de berekening hiervan gaan we van ongunstige omstandigheden uit. Dus, een hoge relatieve luchtvochtigheid (90%).

Rekenmodel

We zullen eens een rekenmodel nemen voor de berekening van de ventilatoren. We nemen aan dat de temperatuur in de kas 20°C moet zijn, bij een relatieve luchtvochtigheid van 80%. Buiten is het 8°C bij een relatieve luchtvochtigheid van 80%. Kaslucht van 20°C en 80% relatieve luchtvochtigheid bevat 11,7 g vocht per kg lucht. Buitenlucht van 8°C en 80% r.v. bevat 5,31 g vocht per kg lucht. Er moet dan worden afgevoerd:

$11,7 - 5,31 = 6,39$ g vocht per kg lucht. Dit is 7,64 g vocht per m³ lucht. Indien de kas een gemiddelde hoogte heeft van 2,7 m, dan moet er per m² grondoppervlak $2,7 \times 7,64 = 20,62$ g vocht worden afgevoerd.

Dan bedraagt het ventilatievoud $\frac{60}{20,62} = 2,91$ (zie vorig artikel voor berekeningswijze).

Als we dit hebben geconstateerd, kunnen we berekenen hoe groot de capaciteit van de ventilatoren zou moeten zijn. Een bedrijf van 8.000 m² heeft bij een gemiddelde hoogte van 2,7 m een inhoud van 21.600 m³. Deze inhoud zou per uur 2,91 maal moeten worden uitgewisseld. Dan moet er $2,91 \times 21.600 = 62.856$ m³ kaslucht worden verplaatst. Dit kan met 12 axiaal ventilatoren van 5.238 m³ luchtverplaatsing per uur.

Deze ventilatoren moeten regelmatig over het bedrijf worden geplaatst. Wat de meest gewenste manier van plaatsen is, zal nog nader onderzocht moeten worden. Wel is het duidelijk, dat we hier over een geheel ander ventilator-gebruik praten als bij de matraskoeling. Daar spreken we van ventilatoren die in een uur 40 tot 60 keer de totale kasinhoud kunnen vernieuwen. Hier gaat het om een uitwisseling van hoogstens driemaal per uur. Het gaat hier immers om besparing van energie!

Condensatie voordeliger dan isolatie

Al eerder is gesteld, dat condenserende warmtebesparing oplevert. Immers alle waterdamp die op koude kasdelen tot water condenseert, behoeft niet via luchten te worden afgevoerd, wat immers gepaard gaat met onnodig warmteverlies.

In het streven naar energiebesparing, is men er wel toe overgegaan om kasgoten te isoleren. Toch kan men zich afvragen of dit de juiste manier van warmtebesparen is. Daartoe de volgende gedachtengang.

bij (ongefsoleerde) goten en glas heerst een lagere temperatuur dan in de kasruimte. Op deze plaatsen zal de waterdamp in de lucht tot water condenseren, want koude lucht kan nu eenmaal minder vocht bevatten dan warmere lucht. Lucht van 20°C en 80% relatieve luchtvochtigheid bevat 13,98 g vocht per m³. Lucht van 15°C en 100% relatieve luchtvochtigheid kan maximaal 12,91 g vocht per m³ bevatten. Er zal dus 1,07 g per m³ lucht condenseren, indien lucht van 20°C en 80% relatieve luchtvochtigheid afkoelt naar 15°C. Dit is 8% van de in de lucht aanwezige damp. Zal van een goot van 30 m lengte, via het druipgootje, 1 liter water per uur worden opgevangen, dan betekent dit, dat dit vocht niet meer via het luchtraam behoeft te worden afgevoerd.

Voorbeeld

Kaslucht	20°C, 80% r.v. bevat	13,98 g/m ³
Buitenlucht	5°C, 80% r.v. bevat	<u>5,46 g/m³</u>
	per m ³ wordt afgevoerd	8,52 g/m ³

Op een goot van 30 m lengte kan 1.000 g vocht condenseren. Bij een kas van 3,20 m kapbreedte is de inhoud van een kap van 30 m: 3,20 x 30 x 2,7 = 259 m³. Bij een ventilatievoud van 1,5 wordt aan vocht afgevoerd 259 x 8,52 x 1,5 = 3.313 g, indien er géén condensatie optreedt. Maar er treedt wel degelijk condensatie op, namelijk alleen op de goot al 1.000 g. Dit betekent dat in dit geval door de condensatie het ventilatievoud met 1/3 wordt verkleind. Samenvattend kan men zeggen dat door het isoleren van goten energieverlies optreedt inplaats van winst.

In kort bestek

In de wintermaanden luchten we vooral met het doel een teveel aan vocht kwijt te raken. Dit gebeurt via de luchtramen, waarbij we dan mét de waterdamp tevens een onnodig grote hoeveelheid warmte afvoeren.

In de wintermaanden is het goed mogelijk, om het ventileren van de kas te regelen met ventilatoren die in staat moeten zijn de kaslucht tot hoogstens drie maal per uur naar buiten te werken. Dit kan met gesloten luchtramen, want ook dichte kassen hebben zoveel kieren en kiertjes, dat voldoende lucht kan toetreden.

Door niet meer met luchtramen te luchten, kan zodoende een flinke warmtebesparing optreden. Het feit, dat waterdamp condenseert op koude kasdelen, werkt ook warmtebesparend. Immers, waterdamp die als water in de kas (condensgootjes) wordt afgevoerd, behoeft niet meer door luchten verwijderd te worden. Berekeningen hebben uitgewezen, dat vanuit dit oogpunt het isoleren van kasgoten nadelig is.

Het is wel duidelijk dat maatregelen zoals dubbel glas, schermen en isoleren veel van hun effect zullen verliezen, zolang we de ventilatie van de kas niet goed in de hand hebben.

Tot slot nog voor alle duidelijkheid: de teelttechnische consequenties voor de verschillende gewassen, mogen bij dit alles niet uit het oog worden verloren.

KETELEISEN

In de loop der jaren zijn de eisen, betreffende ketel en brander, in diverse artikelen omschreven. Een aantal punten werd daarbij opgesteld waarvan kon worden gezegd dat deze voor een beoordeling en vergelijking van de betreffende fabrikaten van belang waren. Ook nu zijn deze kernpunten voor een goed geïnformeerde offerte nog steeds belangrijk. Vandaar dat we in dit artikel nogmaals op de ketel terugkomen en in een ander artikel op de branders. Voor een goede ketelofferte zijn de hierbij op nummer geplaatste gegevens noodzakelijk.

KERNZAKEN

Op het eerste gezicht lijkt er niets nieuws onder de zon te zijn. Toch zouden we uit de reeks van punten die u elders op deze pagina aantreft, enkele ervan nader willen toelichten. In een tijd waarin ontwikkelingen snel gaan, waar zuinigheid met energie om méér dan één reden geboden is, kunnen situaties ontstaan waarbij enkele punten grotere prioriteit gaan krijgen.

BESPARING

Ketelcapaciteit en -belasting: De ketelcapaciteit en ketelbelasting (punten 1 en 2) zijn nog steeds zeer belangrijk. De ketelbelasting zal ook invloed hebben op de rookgaszijdige weerstand. Het vierde punt genoemd onder „Gegevens voor ketelofferte” is belangrijker naarmate méér pogingen worden ondernomen om tot een nuttiger brandstofgebruik te komen. De rookgaszijdige weerstand neemt toe met het kwadraat van de snelheid, dat wil zeggen: bij een twee maal zo hoge snelheid wordt de weerstand vier maal zo groot, drie maal zo hoge snelheid is negen maal zo grote weerstand enzovoort.

Om een betere warmteoverdracht door convectie in de ketel te verkrijgen, met gevolg lagere rookgastemperatuur achter de ketel, kunnen we de rookgasnelheid in de vlampijpen ophoogen.

Dit kunnen we doen door middel van retarders die een zodanige vorm bezitten dat de gassen, in dezelfde tijd, een langere weg moeten afleggen in de vlampijpen, veroorzaakt door de vele omkeringen die de gassen moeten maken. Dit gaat gepaard met veel botsingen en met wrijving tegen de pijpwand.

Met deze toepassing kan, bij

volle ketelcapaciteit, een besparing van vier procent op het gasverbruik worden verkregen. De weerstandstoename is echter niet gering, en nog wel enigermate afhankelijk van het soort retarder dat wordt toegepast. De verschillende soorten veroorzaken een rookgaszijdige weerstandstoename van 1,8-4 maal de oorspronkelijke ketelweerstand.

Het zal duidelijk zijn dat dit vooral bij de hoog belaste ketels, met hoge rookgaszijdige weerstand, veel invloed kan hebben op het behalen van de capaciteit. In bestaande situaties zijn er alleen wat mogelijkheden bij de keuze van retarders.

WATEROPPERVLAK

Bij aankoop van een ketel is het uitermate belangrijk geworden dat de punten 2 en 4 juist vermeld en goed beoordeeld worden. Ook toepassingen van apparaten achter de ketel, met het doel meer warmte uit de rookgassen te halen, zullen een hogere totale weerstand tot gevolg hebben.

Om bij al deze maatregelen niet te moeten komen tot extra grote brandventilatoren en ruime afmetingen van de onderdelen van de gasstraat en dergelijke is het een absolute noodzaak dat de oorspronkelijke rookgaszijdige ketelweerstand zo laag mogelijk is.

Wateroppervlak in m² bij stomen en afstand. De gegevens (punt 7) hiervan zijn zeer belangrijk indien de ketel periodiek dienst moet doen als stoomketel. De kwaliteit van de stoom wordt hoofdzakelijk bepaald door de afmetingen van het wateroppervlak en de stoomruimte. Vooral indien men in de ketel, door toevoegen van chemicaliën, iets aan waterbehandeling wil

doen, zijn ruime afmetingen dringend noodzakelijk.

Bij een klein wateroppervlak en een geringe afstand tussen wateroppervlak en bovenzijde ketel zal een zeer onrustige waterspiegel ontstaan en de opspattende waterdruppels zullen met de stoom in de stoomleiding terecht komen. Dit noemen we opkoken, gevolg: zeer natte stoom bij het grondontsmetten.

AANSLUITINGEN

Mede in verband met een waterbehandeling in de ketel, waarbij zeer veel slib ontstaat, is het uitermate belangrijk dat de ketel voorzien is van voldoende mangaten en slibgaten (punt 9), hetgeen de toegankelijkheid bij reparaties en schoonmaken ten goede komt.

PLAATDIKTE

Materiaalsoorten en dikten (punten 10 en 11) zijn erg belangrijk. Vooral de dikte van de pijpenplaten en de dikte van de vlampijpwanden kunnen zeer uiteenlopend zijn of worden soms onvolledig vermeld.

Het is raadzaam bij aankoop hierop te letten, mede omdat verschil in wanddikte beduidende prijsverschillen kan opleveren. De overige punten zijn zeker niet minder belangrijk dan vroeger geworden en dienen eveneens duidelijk in de offerte te worden vermeld.

Gezien de laatste — en nog te verwachten ontwikkelingen ten aanzien van energiebesparing — hebben we gemeend op enkele punten méér aandacht te moeten vestigen.

Ing. J. Meijndert
Consulentschap-Naaldwijk

GEGEVENS VOOR KETELOFFERTE

1. Ketelcapaciteit in Kcal per uur
2. Ketelbelasting in Kcal/per uur/per m² VO en/of ketelgrootte in m² VO
3. Vuurhaardbelasting in Kcal/m²/per uur
4. Rookgaszijdige weerstand in MM WK
5. Waterinhoud
6. Toegestane werkdruk en omschrijving appendages
7. Wateroppervlak in m² bij normaal waterpeil tijdens stomen, en afstand wateroppervlakte tot bovenzijde ketel
8. Afmetingen ketel en type
9. Plaats en afmetingen aansluitpompen en mangaten + slielgaten
10. Plaatdikte en materiaalsoort van de verschillende ketelonderdelen met vermelding van normalisatie-normen en afschrift attest
11. Wanddikte en materiaalsoort — met vermelding van normalisatie-normen en afschrift attest — van aangeboden of door de kweker verlangde vlampijpen
12. Wijze van inzetten vlampijpen: gewalst of gelast
13. Voorbewerking omschrijven van de lasnaden en de wijze van lassen van de verschillende onderdelen
14. Isolatie: Soort en dikte van de isolatiestof met vermelding van geleidingscoëfficiënt soort en dikte van de beschermingsmantel
15. In offerte de volgende garantie op te nemen:
„Indien aan de ketel veranderingen plaatsvinden in de periode tussen aanbieding en leverantie dan worden deze direct aan aanvrager, respectievelijk koper, bekend gemaakt. Indien deze veranderingen duidelijk nadelige invloed hebben op voorgaande vermelde gegevens, dan heeft koper het recht, na goed overleg, de bestelling te annuleren”
16. In offerte tevens vermelden: De kentekenen van de bij leverantie te verstrekken materiaaltesten, of indien dit bij aanbieding niet mogelijk is, deze kentekenen bij verstrekken van de attesten in een begeleitend schrijven bevestigen.

BRANDEREISEN

REGBEREIK

Naarmate er in de loop van de gasstookperiode steeds meer gebruik wordt gemaakt van de rookgassen om CO₂ in de teeltruimte te brengen, is naast een absoluut CO-vrije verbranding (punt 11), het regelbereik (punt 9 en 10) zeer belangrijk. Een groot regelbereik, dus een lage capaciteit in de kleinste vlam, is noodzakelijk om in perioden dat er weinig warmte wordt verlangd, zo lang mogelijk de brander in bedrijf te houden voor CO₂-productie.

Een regelgebruik van 1:5 is dan bij een aangepaste brandercapaciteit zeker wenselijk. In een aantal situaties zou een nog groter regelbereik ook nog goed van pas komen. Om deze grote regelbereiken te behalen zal de brander aan een aantal eisen moeten voldoen

a. Een korte intensief wervende vlam, ook in de kleine capaciteiten. Hiermee zal een stabiele vlam worden verkregen, gelijkmatig in de vuurgang verdeeld.

b. Een modulerende regeling. Ervaringen met hoog-laag regelingen gaven geen beter regelbereik te zien dan 1:3.

Nu we reeds geruime tijd gas stoken zijn er steeds meer eigenschappen van de diverse branders en branderinstallaties bekend geworden. Hoewel ook hier de 24 punten, die in de offerte dienen te worden vermeld, alle nog steeds belangrijk zijn, menen we op enkele punten iets uitvoeriger te moeten ingaan. Daarbij is vooral de energiebesparing aan de orde, met het CO₂-doseren met de branders is veel ervaring opgedaan. Voor dit laatste zijn vooral de punten 5, 9, 10 en 11 van belang.

VLAMVORM

De vlamvorm (punt 5) is uitermate belangrijk. Het meest gewenst is een brede, zeer wervende vlam. Hierdoor zal een optimale menging plaatsvinden van het aardgas met de verbrandingslucht, zodat met een zo gering mogelijke luchtvermaat de kans het kleinst is dat CO-vorming zal plaatsvinden.

Een intensief wervende vlam zal ook veel warmte-overdracht door convectie bewerkstelligen met als gevolg méér warmte-overdracht in de vuurhaard en met een mogelijk wat lagere rookgastemperatuur achter de ketel. Eveneens zal de vlamkasttemperatuur lager zijn dan bij een lange vlam. Dit komt de pijpenplaat-vlampijpverbindingen ten goede, dus in het onderhoud en de levensduur van de ketel.

c. Een **liniaire** modulerende regeling. Hierbij is er sprake van een gelijkmatige toename en afname van de gas- en luchttoevoer, evenredig met de verplaatsing van de kleppen door de servomotor. De gasklep dient dan van een speciale constructie te zijn. Met een regelsmoorklep zal het resultaat meestal negatief zijn.

d. De liniaire gasregelklep en de luchtklep dienen onafhankelijk ingesteld te kunnen worden. Indien beide kleppen door één regelstang gestuurd worden, zal een goede afstelling vrijwel onmogelijk zijn.

e. Een goed CO₂-gehalte is noodzakelijk om te komen tot een juist CO₂-concentratie in de teeltruimte. Een gehalte van 10,5 procent bij de grote vlam en van 8 à 8,5 procent bij de kleine vlam is met een goede brander en een goede afstelling zeker haalbaar.

Dit zijn alle facetten die voor het CO₂-doseren, maar ook voor een goed rendement, van het grootste belang zijn. Als we moeten vernemen — zoals kortgeleden gebeurde — dat momenteel een aantal rozenkwekers er toe overgaat om met zuivere CO₂ uit cylinders te gaan doseren, dan vragen we ons af: waarom? Als het slecht functioneren van de brander de voornaamste reden zou zijn, dan is dit een betreurenswaardige situatie.

Overwogen zou dan moeten worden in hoeverre de installatie nog kan worden verbeterd. Voor de kweker die nog een brander moet kopen een aansporing zijn keuze zeer kritisch te bepalen.

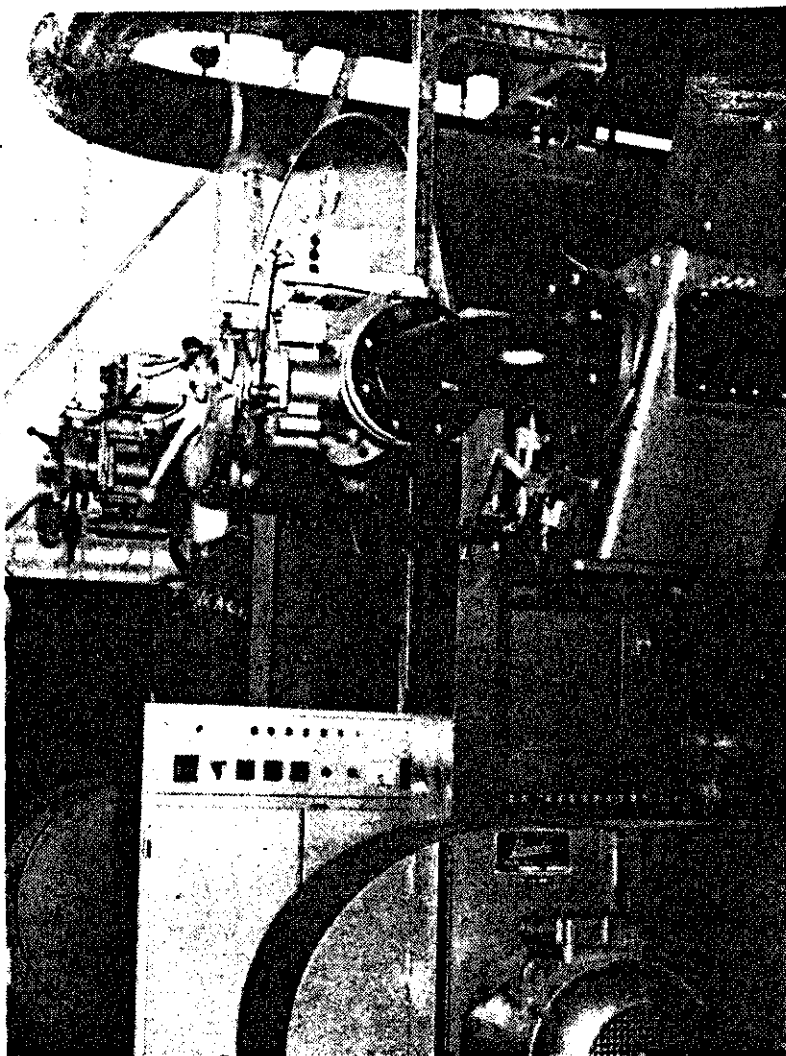
CAPACITEIT, WEERSTAND EN DRUK

De punten 12, 13, 15 zijn in verband met de toepassing van retarders en/of apparaten achter de ketel uitermate belangrijk. Bij de bespreking van de ketel is er reeds op gewezen hoe belangrijk de oorspronkelijke rookgaszijdige ketelweerstand kan zijn. Bij een nieuwe installatie kan er terdege rekening worden gehouden met het toepassen van energiebesparende maatregelen.

Indien de oorspronkelijke ketelweerstand nauwkeurig bekend is en men weet welke weerstandstoename de besparende maatregelen zullen veroorzaken, dan moet de branderleverancier daar de volgende maatregelen voor treffen.

1. De ventilatordruk zal zodanig moeten worden verhoogd dat, met de toegenomen weerstand, toch voldoende verbrandingslucht in de vuurhaard kan worden gebracht.

Bij elke goede ketel past elke goede brander



KERNPUNTEN BIJ KETELS EN BRANDERS

In een periode waarin menigen aan het piekeren is op welke wijze er energie is te besparen bestaat het gevaar voor de kweker in een stroomversnelling te geraken. Het is de kunst de juiste koers te blijven varen. Hij dient zich over alle mogelijkheden goed te laten inlichten, waarbij alle aspecten voldoende worden gemotiveerd. Denken dat een bepaalde ketel en een bepaalde brander bij elkaar behoren is een slechte gedachte en dikwijls door commerciële belangen gevoed.

Bij elke goede ketel past elke goede brander. Een goed besluit kan eerst dan worden genomen nadat een toepassing voldoende is gestaafd met onderzoekresultaten, en te verwachten economisch voordeel. Tot slot de kernpunten op een rijtje.

1. Zo laag mogelijke rookgaszijdige ketelweerstand
2. De grootst mogelijke stoomruimte
3. Een goede toegankelijkheid is noodzakelijk
4. Let op de wanddikten van de ketelonderdelen
5. Een korte, wervelende vlam is het gunstigst
6. Alleen met een modulerende regeling is een groot regelbereik mogelijk
7. Een goed regelverloop is alleen mogelijk met een liniaire gasklep
8. Gas en lucht moeten afzonderlijk instelbaar zijn.
9. Gasuitblaasdruk en verbrandingsluchtdruk moeten afgestemd zijn op de totale weerstand van ketel plus retarders en/of de eventuele achter de ketel geplaatste apparaten.

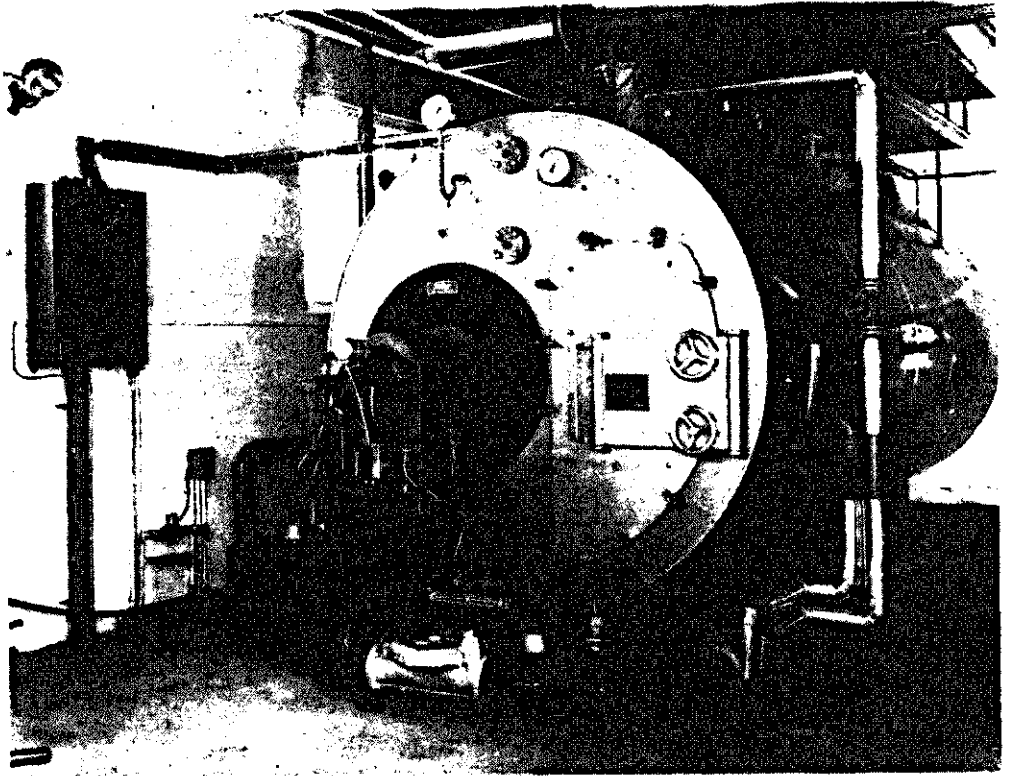
ING. J. MEIJNDERT
Consulentschap Naaldwijk

2. De gasdruk (uitblaasdruk) op de branderkop dient zo hoog te zijn dat de maximum-capaciteit kan worden behaald ondanks de toegenomen ketelweerstand en de daardoor ontstane hogere druk in de vuurgang. Hierdoor zal in veel gevallen minder druk in de gasstraat mogen worden opgemaakt. Grotere afmetingen van de onderdelen van de gasstraat zullen hiervan het gevolg zijn tenzij de gasdruk die het energiebedrijf normaal instelt, verhoogd kan worden. Dit laatste kan alleen indien het energiebedrijf daartoe bereid is. Door goed overleg moet enig resultaat wel mogelijk zijn, temeer daar het technisch geen grote problemen geeft. Ook bij de branderinstallatie dus diverse punten die, gezien de ontwikkelingen, extra aandacht en extra maatregelen noodzakelijk maken.

OFFERTEGEGEVENS GECOMBINEERDE GAS-, OLIE- OF GASBRANDERINSTALLATIE

1. Opgave van de te behalen maximum capaciteit zowel bij gas- als bij oliestoken
2. Duidelijke omschrijving van het type brander
3. Vermelden hoe de menging van gas-lucht tot stand komt (Voormengen of mengen in vuurhaard)
4. Opgave van het geluidsniveau
5. Vermelden de vlamvorm welke aangepast moet worden aan de vuurgang
6. Uitvoering van de oliestookinstallatie
7. Omschrijving hoe omschakelen van gas naar olie en omgekeerd, tot stand gebracht kan worden
8. Wijze van vlambeveiliging, zowel bij gas- als bij oliestoken
9. Regeling: Vermelden welke capaciteitsregeling wordt toegepast:
 - a. lage start - hoog - laag - uit
 - b. lage start - modulerend - uit
 Bij a. opgave hoe het traject van hoog naar laag en omgekeerd verloopt. Opgave van het regelbereik van de brander. Omschrijving van de methode die wordt toegepast om de regeling tot stand te brengen
10. Omschrijving toegepaste regeling en regelbereik bij oliestoken
11. Opgave van het gegarandeerde CO₂-gehalte in de rookgassen achter de ketel bij het stoken van gas in de diverse capaciteitsstanden
12. Opgave en maximum capaciteit en maximum druk van de ventilator met bijvoegen van duidelijke karakteristieklijn
13. Vermelden met welke rookgaszijdige ketelweerstand rekening is gehouden. Bij bestaande ketels gegevens over het betreffende type opvragen bij de ketel-leverancier
14. Opgave van het motorvermogen en het opgenomen motorvermogen bij volle capaciteit. Vermelden toerental en uitvoering van de ventilator
15. Gasstraat: Vermelden met welke voordruk de kleppen zijn berekend. Omschrijving van de opstelling met bijgevoegd schema. Omschrijving fabrikaat, type en afmetingen van de kleppen. Omschrijving welke gaslek-controle wordt toegepast
16. Vermelden over welke afstand, van meter tot gasstraat en van gasstraat tot brander, de leiding wordt geleverd en gemonteerd. Bij langere afstanden boven de vermelde uitvoering: de prijs per meter extra opgeven met vermelding van materiaal en diameter-leiding
17. Omschrijving van de elektrische regel- en schakel-apparaat met vermelding fabrikaat en type. Beschrijving of — en in hoeverre — gebruik wordt gemaakt van aanwezige regel- en schakel-apparaat
18. Omschrijving van het schakelpaneel:
 - a. Wijze van bedrading
 - b. Opstelling (wand of sokkel)
 - c. Afmetingen van het paneel
 - d. Plaatsing van schakelaars en controlelampen
 - e. Aanduidingen voor bediening en controle
 Mede te leveren een duidelijk schema en bedieningsvoorschriften
19. Omschrijving van elektrische aansluitingen onder andere werkzaamheden, te gebruiken materiaal en bevestigen van kabels en dergelijke
20. Omschrijving van het alarm-systeem
21. Vermelden welke werkzaamheden, zoals bemetseling, aansluiten rookkanaal en dergelijke in de prijs zijn inbegrepen en/of welke werkzaamheden door derden moeten worden verricht
22. Bij bestaande schoorsteen en rookkanalen bepalen of deze aan de gestelde eisen voldoen (eventueel in overleg met plaatselijke GEB) en bij akkoord een goede functionering garanderen
23. Vermelden welke garanties en service worden gegeven
24. Vermelden levertijd brander en opleveringstermijn na de datum van opdracht

BRANDSTOF- BESPARING DOOR RETARDERS



Meer warmte in de ketel nuttig maken

NA DE ENERGIECRISIS en de daarop volgende verhoogde energiekosten, zijn diverse instanties en groeperingen zich gaan beraden welke voorzieningen nog mogelijk waren om het brandstofverbruik te verminderen. Ook de technische voorlichting heeft daar de nodige aandacht aan geschonken. We waren ons daarbij bewust, dat bij de goed uitgevoerde installaties de besparingen slechts klein konden zijn. Toch kunnen bepaalde toepassingen hier en daar enkele procenten besparing geven. Indien de daardoor te investeren bedragen laag gehouden kunnen worden, dan kan dat "hier en daar" besparen, bij elkaar toch nog de moeite waard zijn. In dit kader heeft de technische voorlichting van het Proefstation Naaldwijk gedurende dit seizoen onderzoek verricht, waarbij in verschillende ketels retarders in de vlampijpen werden geplaatst. Dit moet kunnen leiden tot rookgastemperatuurverlaging achter de ketel, zodat meer warmte in de ketel nuttig wordt gemaakt.

RETARDER TOEPASSING

De toepassing van retarders is zeker niet nieuw. Reeds in de jaren van het kolen stoken werden in de vlampijpen van ketels retarders aangebracht. Het doel hiervan is, de rookgassen zodanig extra te laten wervelen dat deze hete gassen hun warmte méér afstaan aan de vlampijpwanden doordat een betere warmteoverdracht door convectie ontstaat.

De warmte-overdracht door convectie is namelijk evenredig met de stroomsnelheid. Bij een verdubbeling van de snelheid zal dan ook de warmteoverdracht tweemaal zo groot worden.

Het principe van alle soorten retarders is dus het opvoeren van de rookgassnelheid. Hierdoor zullen de retarders ook als een soort rem moeten fungeren, hoewel het opvoeren van snelheid in tegenspraak lijkt met de remwerking.

Opvoering van de snelheid wordt verkregen door de af te leggen weg langer te maken of de doorlaat te verkleinen.

In alle gevallen zal hierdoor een grotere weerstand door wrijving ontstaan, waarmee dan de remmende werking is verklaard.

KETELWEERSTAND

De rookgaszijdige weerstand van de ketel wordt door een aantal factoren bepaald:

a. Het keteltype. De lengte van de ketel, de diameter van de vlampijpen en afmetingen van vlam- en rookkasten zijn hierbij bepalend.

b. De ketelbelasting. De ketelbelasting drukken we uit in kcal/per uur/ per m² V.O.

Hoe groter het getal in kcalorieën, hoe hoger de ketel belast is, hoe minder vlam-

pijpen de ketel zal bevatten en hoe hoger de weerstand zal zijn die de rookgassen ondervinden.

In de tuinbouw komen grote verschillen in ketels voor, zowel wat uitvoering als wat belasting betreft. Het komt zelfs veelvuldig voor dat een ketel van hetzelfde fabrikaat en type een tiental jaren geleden veel lager werd belast dan momenteel het geval is. Al deze factoren maken het onmogelijk om voor alle gevallen een panklaar recept te geven.

TOENAME KETELWEERSTAND

Door inbreng van de retarders ontstaat bij alle typen ketels een verhoogde rookgaszijdige weerstand.

De verschillende gebruikte typen geven een verschillende toename te zien. Bij de uiteenzetting van het onderzoek zullen we dit per soort retarders toelichten.

AFNAME BRANDERCAPACITEIT

Door de verhoogde weerstand ontstaat in de vuurhaard een hogere druk. De luchtventilator ondervindt de remwerking van de retarders en bouwt daardoor een hogere druk op in de vuurhaard. Het gas stroomt onder een bepaalde druk uit de brandermond. Deze druk is door de branderfabrikant vastgesteld en is afhankelijk van de branderconstructie.

Er zijn een aantal branders in bedrijf met verschillende constructies en uiteenlopende gasdrukken in de branderkoep. Voor een goed begrip: deze drukken hebben niets te maken met de door het energiebedrijf geleverde gasdruk.

Wordt nu de druk in de vuurhaard hoger, dan zal het uitstromende gas hiervan hinder ondervinden en de hoeveelheid gas zal hierdoor verminderen. Vanzelfsprekend wordt de meeste hinder ondervonden bij die ketels waar de weerstand reeds hoog was en waarin dan nog retarders worden aangebracht die een hoge weerstandstoename veroorzaken.

Tijdens het onderzoek is echter gebleken dat er een duidelijk verschil is te zien bij de verschillende brandertypen. De branders met een hoge uitblaasdruk ondervinden duidelijk minder hinder van de verhoogde vuurhaarddruk dan de branders die een lage uitblaasdruk bezitten.

Keteltype, brandertype en soort retarder bepalen dus gezamenlijk in hoeverre de capaciteit van de installatie kleiner wordt. Een hoge ketelbelasting en een lage uitblaasdruk van de brander met een type retarder dat een 2- à 4-voudige weerstandstoename veroorzaakt, kunnen leiden tot capaciteitsverminderingen van 20 pct.

Bij bestaande installaties is dus de retarderkeuze uitermate belangrijk. Bij nieuw te plannen installaties is de keuze ketelbelasting en het brandertype e.d. van belang.

Verder zou een hogere gasdruk door de Gasverzorgingsbedrijven in een aantal gevallen uitkomst kunnen geven. Vooral bij die installaties waar door het energiebedrijf een druk wordt geleverd van 100 mbar = 1.000 mm W.K., zijn de problemen het grootst.

Deze lage gasdruk is optimaal benut bij het vaststellen van de afmetingen van de onderdelen van de gasstraat, regelklep e.d. In een aantal gevallen is deze berekening zo krap uitgevoerd, dat zelfs zonder retarders de vereiste capaciteit niet wordt behaald. Bij de eerstvolgende strenge vorstperiode zal dit ongetwijfeld tot uiting komen.

Indien nu de gasdruk in het meet- en regelstation werd verhoogd, zou méér druk beschikbaar komen in de branderkop, zodat de uitstroomcapaciteit meer gewaarborgd zou zijn. Enige praktijkervaring heeft uitgewezen dat het verhogen van deze druk in veel gevallen met een geringe ingreep tot stand kan komen.

Het zou dus niet bij een wensdroom behoeven te blijven; gezien een aantal verhoudingen is te groot optimisme echter ook weer misplaatst.

VENTILATORCAPACITEIT

De ventilator die de verbrandingslucht in de vuurhaard brengt, zal mede afhankelijk van de druk waarmee dit gepaard gaat, de rookgassen door de ketel in de schoorsteen persen en van de verhoogde weerstand hinder ondervinden.

Een ventilator bezit een bepaalde karakteristiek. Dit is de verhouding tussen verplaatste hoeveelheid en de daarbij geleverde druk. Moet nu de druk hoger worden, dan zal de hoeveelheid verminderen. Indien, door de remmende werking van de retarders, de ventilator een hogere druk in de vuurhaard moet brengen, zal dus de hoeveelheid verbrandingslucht verminderen.

Dit zou gevaar op kunnen leveren voor onvolledige verbranding ofwel CO-vorming. In enkele onderzoekgevallen is dit ook wel enigermate voorgevallen. Meestal echter verminderde de gashoeveelheid in dezelfde verhouding met de vermindering van de verbrandingslucht. Zodoende bleef de verbranding voldoende; dikwijls met vrijwel gelijke CO₂-gehalten. Toch is een nauwkeurige brandercontrole noodzakelijk indien retarder in de ketel worden gebracht. Dit temeer indien er een CO₂-doseerinstallatie aanwezig is.

Zou de gasdruk kunnen worden verhoogd en de gascapaciteit dus gelijk blijven, dan zou in een aantal gevallen de ventilator wellicht moeten worden vervangen.

Ook hier zal bij controle en nieuwe afstelling blijken in hoeverre de bestaande ventilator wat overcapaciteit bezit.

Voorlopig is echter de keuze van het soort retarder de enige mogelijkheid om in bestaande gevallen met moeilijke verhoudingen uitkomst te brengen.

CONDENSATIE

Bij verbranding van aardgas wordt veel waterdamp gevormd. In een aantal gevallen, waar toepassing van retarders ter sprake komt, worden nogal eens ondeskundige of ongenueanceerde uitlatingen gedaan over condensatie van deze waterdamp in de ketel.

Bij uitspraken hierover moeten we een paar factoren goed onderscheiden.

1. Het dauwpunt, dat is de temperatuur waarbij net geen condensatie optreedt, van rookgassen van aardgas uit Slochteren, is tussen 50 en 60°C. Deze temperatuur is afhankelijk van de mate van lucht-overmaat, waarmee wordt gestookt.

2. De rookgassen kunnen slechts warmte afgeven indien een temperatuurverschil aanwezig is tussen de rookgassen en de wand waarop deze warmte wordt overgedragen.

In dit geval moeten de rookgassen een hogere temperatuur bezitten dan de wanden waar ze langs stromen.

3. Indien de ketelwanden een hogere temperatuur bezitten dan 60°C, dat is het maximale temperatuur dauwpunt, dan kan de waterdamp in de rookgassen niet condenseren.

Deze rookgassen immers bezitten een nog hogere temperatuur dan de ketelwanden. Deze wandtemperatuur kunnen we handhaven indien we de ketelwatertemperatuur voldoende hoog houden.

Indien de watertemperatuur te laag wordt, dan komt de ketelwandtemperatuur onder het dauwpunt en dan ontstaat condensatie ook indien geen retarders worden toegepast. Bij de in bedrijf zijnde brander is de ketelwandtemperatuur aan de rookgaszijde ca. 20°C hoger dan de ketelwatertemperatuur.

4. Anders is het gesteld met wanden van rookkasten, rookkanalen, schoorstenen e.d. Indien door sterke afkoeling van deze, dikwijls ongeïsoleerde, wanden de oppervlaktetemperatuur lager wordt dan het dauwpunt, dan zal een gedeelte van de waterdamp uit de langsstromende rookgassen hierop condenseren. Ook weer ongeacht, of er al of geen retarders worden toegepast.

Condensatie is dus niet afhankelijk van het gebruik van retarders. In de ketel staat dit geheel niet ter discussie; op de koude vlakken van kanalen zal uiteraard méér condensatie ontstaan naarmate de wanden en de rookgassen een lagere temperatuur bezitten. Dit evenwel met een hoge rookgastemperatuur achter de ketel voorkomen, is in ons gedachtenpatroon niets anders dan onzinnige brandstofverspilling.

PLAATSELIJKE TOENAME VAN WARMTEOVERDRACHT

Door het inbrengen van de retarders in de vlampijpen zal de warmte-overdracht ter plaatse flink toenemen. Dit vooral indien retarders worden gebruikt die op een korte afstand veel effect sorteren en deze ook nog op de plaats met de hoogste rookgastemperatuur (ca. 1.000°C) worden geplaatst.

Voor het materiaal van de vlampijpen behoeft dit geen probleem op te leveren. Met de watertemperaturen waarmee in de tuinbouw wordt gewerkt, vindt een zodanige snelle warmtegeleiding plaats dat onder normale omstandigheden voor oververhitting geen vrees behoeft te bestaan. Een ter plaatse aanwezige dikke laag ketelsteen kan de warmtedoorgang echter zodanig belemmeren dat de structuur van het staal zou kunnen worden verslechterd. De ketel vrij van ketelsteen houden, geldt echter niet alleen bij gebruik van retarders. Voor een goede warmte-overdracht is ook een goede watercirculatie in de ketel van belang. Wat aan de rookgaszijde geldt, geldt ook aan de waterzijde: verhoging van de snelheid geeft betere warmte-overdracht door convectie.

Een watercirculatiepomp, die de gehele waterinhoud van de ketel drie maal per uur rondpompt, verdient aanbeveling.

PLAATSIJNG VAN DE RETARDERS

Het meeste effect wordt bereikt indien de retarders op die plaats kunnen worden gebracht, waar de hoogste rookgastemperatuur heerst. Dit is in de tweede trekvlampijpen, dus direct na intrede vanuit de vlamkast. De rookgastemperatuur zal daar rond 100°C zijn. Ook het rookgas-volume is daar, vanzelfsprekend, het grootst.

Een groot temperatuurverschil tussen rookgassen en pijpwand en tevens een hoge snelheid, bevorderen een optimale warmte-overdracht door convectie.

Raadzaam is het om met de retarders ca. 20 cm van de pijpenplaat te blijven. Een grote warmte-overdracht bij intrede in de vlampijpen is niet bevorderlijk voor de sterkte van de vlampijp- pijpenplaat-verbindingen.

LEVENSDUUR VAN RETARDERS

In het algemeen zullen goedkopere staalsoorten gebruikt worden voor retarders. Betere, gelegerde staalsoorten zijn veel duurder. Verder zou dit ook niet zinvol zijn. De rookgastemperatuur van ca. 1.000°C is namelijk te laag om, bij welke staalsoort dan ook, handhaving van de kristalstructuur te kunnen garanderen.

Hoewel dus deze structuur in een gedeelte van de retarder grondig wordt bedorven, blijft de vorm behouden.

Het materiaal verliest een groot deel van zijn eigenschappen. Omdat er bij deze toepassing vrijwel geen krachten op worden uitgeoefend, zoals druk, rek, e.d., blijft echter de vorm intact.

Dit is voor ons doel, gassen laten wer- velen, dan ook voldoende. Bij enkele, door ons gecontroleerde, gevallen was de retarder na 4 jaar nog volkomen intact, hoewel van buigen en rekken nauwelijks meer sprake kon zijn. Zeker indien de retarders na een aantal jaren eens worden

omgekeerd (het gedeelte dat aan de hoogste temperatuur heeft blootgestaan, naar de andere zijde met de laagste temperatuur brengen en omgekeerd), behoeft een levensduur van tien jaar geen gewaagde veronderstelling te zijn.

GELUIDSNIVEAU

Hoewel bijkomstig, hebben we tijdens het onderzoek een aantal malen installaties aangetroffen waarin vrij ernstige geluidshinder werd veroorzaakt. Door toepassing van retarders was dit euvel verdwenen. Vooral bij de installaties waarin een brander aanwezig is met een vrij hoge gasdruk aan de brandermond en tevens een ketel met een lage rookgaszijdige weerstand, kan het pulseren van de vlam een hinderlijk geluid veroorzaken.

De retarders verhogen de rookgaszijdige weerstand, de vlam wordt stabiel, geeft minder pulsaties en van geluidshinder is geen sprake meer.

VOORDEEL

CO₂-DOSEERINSTALLATIE

Door de lagere rookgastemperatuur ontstaat ook een kleiner volume aan rookgassen.

Voor de berekening van de doseerinstallatie kunnen we dus uitgaan van een kleinere hoeveelheid rookgassen in m³, bij dezelfde hoeveelheid verstoekte m³ aardgas.

Ook behoeven we bij deze geringere hoeveelheid rookgassen (met lagere temperatuur) een geringere hoeveelheid menglucht aan te zuigen met de secundaire ventilator, om toch de vereiste mengseltemperatuur van 65°C te behalen.

Uitgaande van, in beide gevallen onder alle omstandigheden voldoende dosering, kunnen we stellen dat het motorvermogen van de secundaire ventilator ca. 0,7 kan zijn van het motorvermogen dat zonder retarders noodzakelijk zou zijn.

De primaire ventilator zal weinig verschil geven, omdat deze ventilator altijd al een klein motorvermogen bezat.

Ook het buizenet kan met kleinere diameters worden uitgevoerd.

Een besparing van stroomkosten dus en wat lagere aanschafkosten die ca. 15 à 20 cent per m² kasoppervlak zullen bedragen.

Bij aandachtig lezen van al deze facetten zal men tot de conclusie gekomen zijn, dat toepassing van retarders het overwegen waard is. Maar ook dat er net iets méér aan te pas komt dan simpelweg retarders bestellen en in de vlampijpen schuiven.

EIGENSCHAPPEN

In feite is elk stuk materiaal dat men in de vlampijpen stopt en waarmee extra wervelingen worden verkregen, een retarder. We hebben in het onderzoek een viertal typen op een aantal eigenschappen vergeleken: Toename van de rookgaszijdige weerstand, verkregen verlaging van de brandercapaciteit en rookgastemperatuurverlaging bij maximale brandercapaciteit.

Al deze gegevens hebben we betrokken op de bestaande situatie, zoals die werd aangetroffen zonder gebruik van retarders. We hebben daarbij tevens het verwarmend oppervlak (= m² VO) van de ketel vastgesteld. Hierdoor is de

nominale ketelbelasting bekend; dit is de belasting zoals deze door de branderfabrikant werd bepaald of in een enkel geval door de kweker werd verlangd. Van vier typen retarders, waarvan er drie op de foto zijn afgebeeld, volgt hieronder een beschrijving.

1. SCHROEFRETARDER

Deze retarder wordt gemaakt van een stalen strip (staalsoort 37.2), die in een speciale machine zodanig wordt gevormd, dat golven worden verkregen met een onderlinge afstand van acht cm. Dit is dus 12,5 wending per meter retarderlengte. Dit type is oorspronkelijk niet als retarder gemaakt.

In de uitsparing van 20 mm in de kern, kan een stalen as worden aangebracht; de golven worden hierop vastgelast en men heeft een transportvijzel die al schroevend een aantal produkten, zoals granen en dergelijke kan verplaatsen. De as wordt voor ons doel niet aangebracht. Ten eerste zou de weerstand veel te hoog worden en ten tweede — niet minder belangrijk — de prijs zou veel hoger zijn.

In ons onderzoek hebben we steeds stukken van een meter lengte gebruikt, die in de tweede trek vlampijpen werden geschoven tot circa twintig cm van de vlamkast. Langere lengten hadden om twee redenen geen zin, namelijk:

a. De rookgastemperaturen zijn, ongeacht de ketelbelasting, altijd 125°C à 115°C. Nog lagere temperaturen bereiken is vrijwel uitgesloten. De proeven zijn berekend op een ketelwatertemperatuur van 90°C, het temperatuurverschil tussen water en rookgassen wordt zó gering, dat nauwelijks nog warmte-overdracht kan plaatsvinden.

b. Dit type retarder veroorzaakt een flinke toename van de rookgaszijdige weerstand. De toename was altijd hoger dan driemaal de weerstand zonder retarders; soms tot viermaal toe. Er was een vrij duidelijke lijn te herkennen in deze weerstandstoename. Ongeacht of de weerstand zonder retarders laag of hoog was, werd er een toename van drie- tot viermaal geconstateerd. Ook bij de andere typen was deze lijn te herkennen, zij het met andere waarden van weerstandstoename.

Schroefretarders kunnen met een verschillende diameter worden geleverd.

2. STRIPRETARDER

Het materiaal dat voor deze retarder aanvankelijk werd gebruikt was roestvrij staal. Omdat ook dit materiaal niet geheel bestand is tegen temperaturen van circa 1.000°C en de prijs vrij hoog is, werd later met strippen van „Cortenstaal” gewerkt. Een platte strip wordt in een machine zodanig geperst, dat men een min of meer zigzag vorm verkrijgt. De lengte van de strippen is 60 cm; hoewel in de toekomst langere lengten aanmaken mogelijk wordt.

In onze proeven is een aantal lengten aaneengesloten, in de tweede trek vlampijpen, uitgeprobeerd. De achterste strip werd dan tot 20 cm vanaf de vlamkast in de pijpen aangebracht. Met vier aaneen-

gesloten strippen, totaal dus 2,4 m lengte, werden rookgastemperaturen van 125 à 130°C achter de ketel verkregen. Ook dit bij een volle brandercapaciteit. Nog een vijfde strip inbrengen gaf geen enkel verder effect. De weerstandstoename was geringer dan met de schroefretarder. Deze toename was 1,8 à 2 maal de oorspronkelijke weerstand, zonder retarders.

3. SPIRAALRETARDER

Dit type retarder wordt verkregen door torsie. Een stalen strip van twee m lengte en een dikte van vijf mm en een breedte aangepast aan de inwendige diameter vlampijp, wordt aan één zijde vast geklemd. De andere zijde wordt in een klem geschoven. Deze klem maakt een draaiende beweging, middels een motor met een vertragingsmechanisme. Met dit torderen kunnen 15 à 17 windingen per twee m lengte worden verkregen. Deze methode vereist vrij veel gewicht aan ijzer, omdat de strip vrij dik is.

Bij dunnere strippen ontstaan knikken in het materiaal en slaat het — bij verdergaande torsie dubbel. In onze proeven hebben we lengten van twee meter aangebracht in de vlampijpen van de tweede trek en eveneens lengten van twee meter in de vlampijpen van de derde trek. Hierbij werden rookgastemperaturen van 125°C achter de ketel gemeten bij volle brandercapaciteit. De weerstandstoename was erg gunstig, namelijk 1,5 à 1,7 maal de oorspronkelijke weerstand zonder retarders.

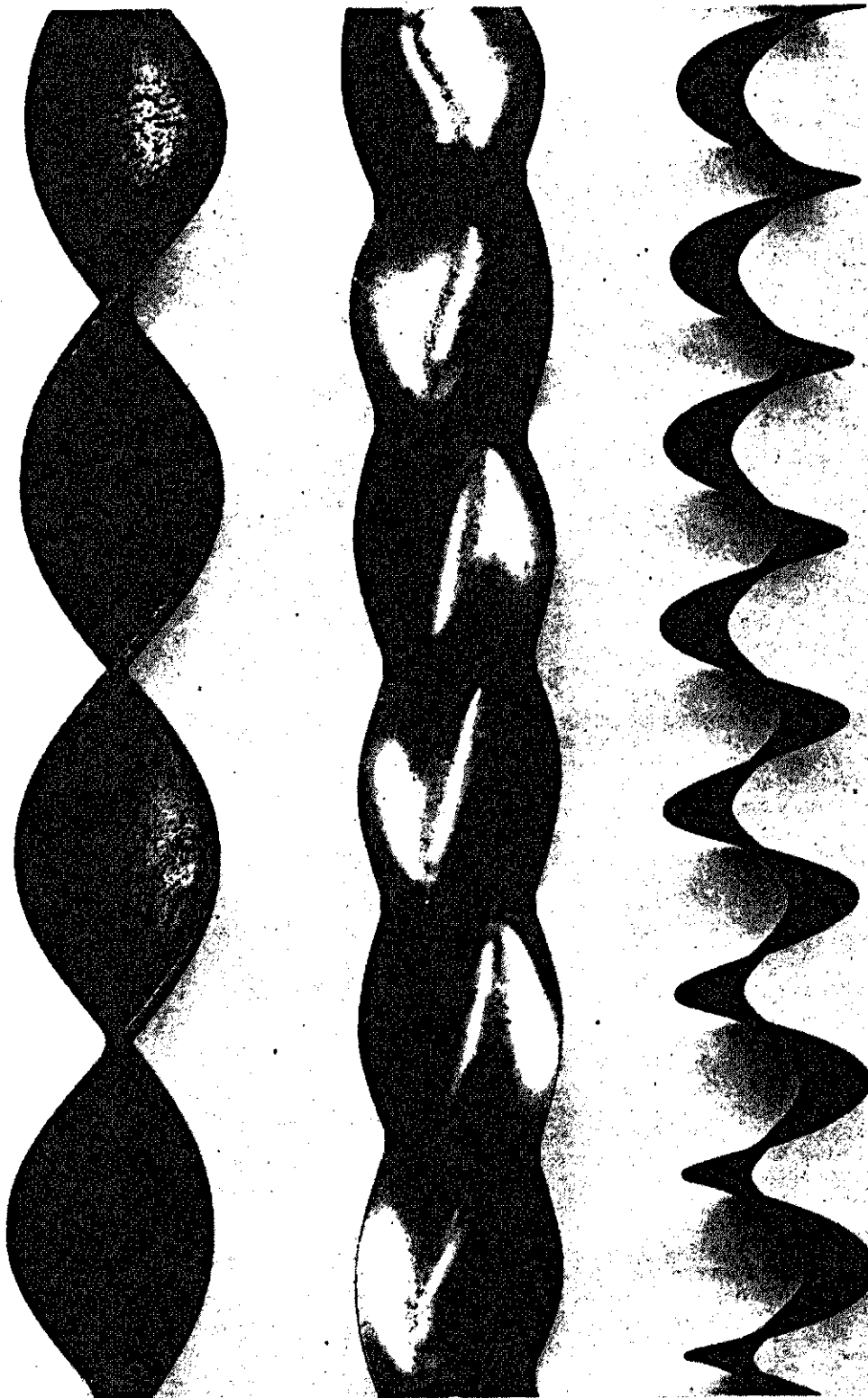
Ook is nog gemeten met alleen retarders in de tweede trek. De rookgastemperatuur achter de ketel was daarbij 150°C. De weerstandstoename is gelijk aan de situatie met retarders in de tweede en derde trek, namelijk 1,5 maal de weerstand zonder retarders.

4. PIJPRETARDERS

Het materiaal van pijpretarders is een verwarmingsbuis met een diameter uitwendig van 51 mm. Aan de buitenzijde worden nokken gelast, zodat de pijp in het hart van de doorlaat van de vlampijp is gelegen. Aan de achterzijde wordt de pijp retarder dichtgemaakt, zodat de rookgassen langs de buitenzijde van de retarder door de vernauwde doorgang moeten stromen.

Deze retarder, ingebracht in een vlampijp met een inwendige diameter van 70 mm geeft een doorstroomopening die gelijk is aan de helft van de oorspronkelijke doorstroomopening. De rookgassen krijgen dus op dat gedeelte een tweemaal zo hoge snelheid. De wervelingen zullen wat toenemen bij de verhoogde snelheid; de gladde pijpretarders zelf veroorzaken geen extra wervelingen. In onze proef werden pijpretarders ingebracht met een lengte van 2,11 meter. Deze werden aangebracht in de tweede trek vlampijpen. De temperatuur achter de ketel was 120°C, gemeten bij volle brandercapaciteit.

De weerstandstoename was vrij hoog, namelijk bijna drie maal de oorspronkelijke weerstand zonder retarders. Ook bij deze toepassing wordt vrij veel gewicht aan ijzer verwerkt.



Van links naar rechts: schroefretarder (II), stripretarder (III) en spiraalretarder (IV)

schroefretarders, ondanks dat ook zonder retarders in beide gevallen de nominale capaciteit niet werd behaald. In dergelijke gevallen is toepassing van schroefretarders uitgesloten.

Het gebruik van stripretarders of spiraalretarders geeft dan een gunstiger resultaat. In een aantal andere gevallen, met een lage ketelbelasting (H^2 , I^2 , J^2 , K^2 en L^2) werden echter met schroefretarders zeer goede resultaten verkregen. Weinig of geen vermindering van de capaciteit was er bij I^2 .

Er was zelfs door een hoger rendement een capaciteitsvergroting. Rendementsverhoging van soms $4\frac{1}{2}$ pct. (J^2 en K^2) zijn besparingen die er mogen zijn, zeker ook gelet op de investeringen in deze gevallen van circa f 320,— bij J^2 en f 650,— bij K^2 . In de objecten met een hoge ketelbelasting geven de stripretarders betere resultaten dan de schroefretarders.

VOORBEELDEN

A^3 . Zonder capaciteitsvermindering verkrijgt men een rendementsverhoging van 3,7 pct. daarbij dient opgemerkt te worden dat de ketelbelasting niet hoog is, maar bij dit object was een brander in bedrijf met een zeer lage gasdruk in de branderkop. Deze lage gasdruk is zeer gevoelig voor weerstandstoename = hogere druk in de vuurhaard.

Object C. Met een vrij hoge ketelbelasting en tevens een lage gasdruk bij de branderkop, behaalt men met stripretarders (C^3) een nog redelijke (gezien de zeer ongunstige toestand) een rendementsverbetering van 3,3 pct. Met schroefretarders is de capaciteit bij de installatie (C^2) ontoelaatbaar gedaald.

In tabel II zijn enige objecten vermeld, M, N en O waarbij M met schroefretarders en spiraalretarders is beproefd, object N met uitsluitend spiraalretarders en object O met pijpretarders. Bij object M zouden, gezien de lage ketelbelasting, ook schroefretarders kunnen worden toegepast.

M II: 2,9 pct. rendementsverbetering en een matige daling van de ruim voldoende behaalde ketelcapaciteit, al moet worden opgemerkt dat de capaciteit nog iets verminderd zou moeten worden. In de rookgassen werd minimaal 50 ppm CO gemeten.

Bij M IV (spiraalretarders) zelfs een capaciteitsverhoging, dank zij de 2,8 pct. rendementsverbetering. Bij Object N IV was er ook een geringe capaciteitsverhoging met spiraalretarders en een rendementsverbetering van 2,1 pct. ondanks de reeds lage rookgastemperatuur zonder retarders (N I).

Dat de capaciteit bij deze installatie niet werd behaald was geheel voor rekening van een geluiddemper in de schoorsteen. Deze was aangebracht vóórdat er van toepassing van retarders sprake was. Het apparaat veroorzaakte een weerstand van 80 mm WK. Bij Object O is er gemeten met toepassing van pijpretarders. Een gunstige rookgastemperatuur van 120°C gaf een rendementsverhoging van 2,8 pct. De capaciteit daalde echter met bijna 8 pct., ondanks de toch zeer lage ketelweerstand.

MEETRESULTATEN

In de bijgeplaatste tabellen zijn de gegevens verwerkt van een aantal stookinstallaties. In tabel I de onderzoekprojecten A tot en met L. Hierbij geeft de aanduiding A^1 , B^1 enzovoort de waarden aan, gemeten zonder retarders. De aanduiding A^2 , B^2 , enzovoort geeft de waarde gemeten met schroefretarders aan. De aanduiding A^3 , B^3 , enzovoort slaat op de gemeten waarden met stripretarders.

In de kolom „weerstand ketel” zien we duidelijke verschillen in rookgaszijdige weerstand zonder retarders. De laagste is B^1 , met 15 mm WK; de hoogste is F^1 met 76 mm WK, waarbij dan nog slechts een

capaciteit werd behaald van 89,1 pct. van de nominale capaciteit. In de kolom „capaciteit” is te zien dat in een aantal gevallen de nominale capaciteit ook zonder retarders niet werd behaald en de vernoemde 89,1 pct. ook nog geen uitzondering was en werd benaderd door I^1 met 89,7 pct.

Bij de schroefretarders zien we duidelijk een hoge toename van de „weerstand ketel”. Zeer hoge gevallen vormen daarbij F^2 met 228 mm WK, en E^2 met 196 mm WK. Beide zijn objecten met hoge nominale ketelbelastingen, respectievelijk 30.000 en 28.000 Kcal/h/m² VO.

In beide gevallen is er een vrij sterke daling van de capaciteit bij gebruik van

TABEL I				MEETWAARDEN					BEHAALD RESULTAAT			
Onderzoek code	KETEL			CO ₂ in procenten	CO in p.p.m.	Temp. in °C	Capaciteit gas m ³ per h.	Weerstand ketel mm WK	Rendement in procenten	Capaciteit in Kcal. per h.	Cap. in % van nominaal	Belasting in Kcal-h-m ² VO
	Nominale capaciteit Kcal per h	VO in m ²	Aantal vlijpen 2e trek									
A I	4.500.000	200	100	10,4	0	195	635	42	90,2	4.330.000	96,2	21650
A II	4.500.000	200	100	11,0	400	120	586	134	93,9	4.160.000	92,4	20800
A III	4.500.000	200	100	10,9	0	124	612	84	93,9	4.345.000	96,3	21725
B I	1.500.000	85	50	10,3	0	170	220	15	91,2	1.517.000	101,1	17850
B II	1.500.000	85	50	10,6	0	120	204	58	93,6	1.446.000	96,4	17000
B III	1.500.000	85	50	10,6	0	130	211	28	93,2	1.485.000	99,0	17730
C I	2.000.000	80	35	10,4	0	195	292	62	90,2	1.991.000	99,5	24900
C II	2.000.000	80	35	10,5	0	125	233	160	93,8	1.647.000	82,4	20350
C III	2.000.000	80	35	11,4	0	130	267	108	93,5	1.887.000	94,4	23600
D I	3.100.000	135	64	9,1	0	220	443	26	87,8	2.941.000	94,9	21800
D II	3.100.000	135	64	9,7	0	135	413	102	92,6	2.891.000	93,3	21410
D III	3.100.000	135	64	9,7	0	150	431	56	92,0	2.998.000	97,3	22210
E I	5.000.000	180	92	10,5	0	192	708	64	90,0	4.815.000	96,3	26750
E II	5.000.000	180	92	10,4	0	120	620	196	94,0	4.484.000	89,7	24910
F I	6.000.000	200	90	9,0	0	175	784	76	90,2	5.346.000	89,1	26730
F II	6.000.000	200	90	10,1	0	110	671	228	94,1	4.773.000	79,6	23870
G I	3.500.000	160	82	9,3	0	193	520	36	89,5	3.518.000	100,5	22000
G II	3.500.000	160	82	10,0	0	124	450	128	93,3	3.178.000	90,8	20000
H I	5.000.000	248	87	10,8	0	155	770	58	92,0	5.355.000	107,1	21600
H II	5.000.000	248	87	11,0	0	113	733	164	94,1	5.215.000	104,3	21000
I I	3.000.000	130	83	9,4	0	200	400	48	89,0	2.691.000	89,7	20700
I II	3.000.000	130	83	10,1	0	127	400	136	93,0	2.812.000	93,7	21630
J I	2.000.000	85	39	9,1	0	190	285	42	89,5	1.930.000	96,5	22700
J II	2.000.000	85	39	11,1	0	120	267	139	94,0	1.901.000	95,1	22370
K I	2.500.000	130	84	9,5	0	215	303	20	88,7	2.032.000	101,6	15600
K II	2.500.000	130	84	9,2	0	130	282	64	93,1	1.985.000	99,3	15270
L I	3.000.000	125	62	9,6	0	180	420	40	90,6	2.875.000	95,8	23000
L II	3.000.000	125	62	11,0	0	115	400	142	94,2	2.850.000	95,0	22800

I = zonder retarders II = schroefretarders III = stripretarders

TABEL II												
Onderzoek code	KETEL			MEETWAARDEN					BEHAALD RESULTAAT			
	Nominale capaciteit Kcal per h	VO in m ²	Aantal vlijpen 2e trek	CO ₂ in procenten	CO in p.p.m.	Temp. in °C	Capaciteit gas m ³ per h.	Weerstand ketel mm WK	Rendement in procenten	Capaciteit in Kcal. per h.	Cap. in % van nominaal	Belasting in Kcal-h-m ² VO
M I	1.750.000	105	60	10,8	0	191	273,5	24	90,8	1.877.000	107,3	17900
M II	1.750.000	105	60	10,9	50	125	258	72	93,7	1.828.000	104,4	17400
M IV	1.750.000	105	60	10,7	0	125	273	36	93,6	1.932.000	110,4	18400
N I	3.500.000	140	56	9,4	0	163	439,5	41	91,2	3.030.000	86,6	21650
N IV	3.500.000	140	56	10,0	0	125	432	76	93,3	3.047.000	87,1	21770
O I	1.500.000	85	50	10,3	0	170	225	14	91,2	1.551.400	103,4	18250
O V	1.500.000	85	50	10,4	0	120	202	40	93,5	1.428.000	95,2	16800

IV = spiraalretarders V = pijpretarders I = zonder retarders

II schroefretarders 1 m lengte achter in 2e trek

III stripretarders 4 x 60 cm lengte achter in 2e trek

IV spiraalretarders 15-17 windingen per 2 m lengte
2 m in 2e trek + 2 m voorin 3e trek

V pijpretarders pijp uitwendige diameter 51 mm
2,11 m voorin 2e trek

GEBRUIK VERSCHILLENDE RETARDERS

Over het gebruik van de verschillende soorten retarders geven de cijfers de volgende informatie:

a. **Rookgastemperatuur achter de ketel.** Met alle soorten retarders kan een gunstige, lage temperatuur van 120-130°C worden verkregen.

b. **Capaciteitsverlaging.** Met schroefretarders en de pijpretarders zal, bij objecten waar de ketelbelasting hoger is dan 24.000 kcal/h/m² en bij gevallen waar de gasdruk op de branderkop laag is, in beide gevallen rekening moeten worden gehouden met een drastische capaciteitsvermindering.

Toepassing van strip- of spiraalretarders is echter wel aan de bevelen. Bij gebruik van spiraalretarders dient men absoluut voldoende golven in de strip aan te brengen. Retarders waar slechts enkele golven door torsie zijn aangebracht, geven geen enkel effect op de rookgastemperatuur.

c. **Aanschafkosten.** De aanschafkosten van retarders zullen voor elke installatie verschillend zijn. Laag belaste ketels met een groot aantal vlampijpen vergen meer retarders dan een hoog belaste ketel van dezelfde capaciteit. Bij laag belaste ketels zal de toepassing van schroefretarders meestal mogelijk zijn en de laagste kosten geven. De kosten van de stripretarders kunnen echter ook vrij gunstig zijn.

De aanschafkosten van pijpretarders en spiraalretarders zullen wel hoger zijn. De laatste hebben dan het voordeel van de geringe weerstandstone, ze zijn dus uitermate geschikt voor hoog belaste ketels.

Voor de pijpretarders kunnen we dit gunstige aspect echter niet vermelden. Uitgaande van een ketelcapaciteit van 3.500.000 Kcal per uur zullen de aanschafkosten van de diverse soorten retarders tussen f 700,— en f 1.400,— per ketel liggen. Bij aanschaf moeten we goed informeren of in het opgegeven bedrag tevens de kosten van inbrengen van de retarders en de controle- en eventueel opnieuw afstellen van de brander zijn opgenomen.

RETARDERS BIJ OLIESTOKEN

In het verleden was de gedachte aan toepassing van retarders bij oliestoken bij voorbaat veroordeeld. Immers bij oliestoken is zwavelzuur een boosdoener. Een dauwpunttemperatuur van 130°C geeft toch al condensatie, wat bij lagere rookgastemperaturen nog grotere vormen zou gaan aannemen. Ook moet er dan worden geraagd en zouden de retarders dus steeds moeten worden verwijderd. Voor het eerste probleem is een oplossing. Als er MgO (magnesiumoxyde) in de vlam wordt gedoseerd, ontstaat er geen zwavelzuur meer; de dauwpunttemperatuur wordt daardoor veel lager, zodat het condensatieprobleem veel kleiner wordt en zwavelzuurcorrosie is uitgesloten. Gezien de hoge olieprijs en de duidelijke rendementsverbetering die retarders kunnen geven, zou het verwijderen van de retarders voor ragen op de koop toe genomen moeten worden.

Hoewel we door tijdsgebrek geen uitgebreid onderzoek bij oliestookinstallaties hebben kunnen doen, hebben we toch enkele steekproeven genomen met opmerkelijke resultaten.

Een voorbeeld. Bij een stookinstallatie werd, zonder retarders, na het ragen een rookgastemperatuur van 220° gemeten. Na een week was deze temperatuur door roetvervuiling opgelopen tot 300°C. Het gemiddelde ketelrendement was in deze periode 83,7 pct. Bij gebruik van retarders was de rookgastemperatuur na het ragen 130°C. Na een week was deze rookgastemperatuur slechts opgelopen tot 140°C. Dit betekent een gemiddeld rendement van 92,5 pct. En dus een besparing van 8,8 pct. Ondanks flinke vervuiling was de rookgastemperatuur na twaalf dagen slechts opgelopen tot 170°C.

Beter was echter geweest om na een week de retarders te verwijderen en de vlampijpen te reinigen. Al met al een besparing die tot nadenken moet stemmen en mogelijkheden die binnen afzienbare tijd meer dienen te worden onderzocht.

TABEL 1 EN 2

Voor degenen die een duidelijke overeenkomst met hun eigen stookinstallatie er uit willen halen, geven we een nadere toelichting op beide tabellen.

1. De ketelbelasting is bij de verschillende objecten duidelijk vermeld, evenals de rookgaszijdige weerstand en de toename bij de diverse soorten retarders.

2. De volgende objecten zijn uitgevoerd met een gasbrander met een lage gasdruk in de branderkop: A, B, C, D, E, G, M en O branders met in enige mate middelmatige gaskopdruk waren F en K.

De volgende objecten vertoonden een vrij hoge gasdruk in de branderkop; dus in samenspel met een lage ketelbelasting goed geschikt voor de schroefretarders H, I, J, L en N.

KERNPUNTEN

— Er zijn ketelbelastingen en rookgaszijdige weerstanden van zeer uiteenlopende aard.

— De toename van de rookgaszijdige weerstand met gebruik van retarders is bij alle objecten vrij rechtlijnig, ondanks de variabele aanvangsweerstand zonder retarders.

— Deze toename is voor de respectieve soorten:

- a. schroefretarders 3-4 maal;
- b. stripretarders 1,8-2 maal;
- c. spiraalretarders 1,5-1,7 maal;
- d. pijpretarders circa 3 maal.

— Afname van de ventilatorcapaciteit is vrijwel evenredig met afname van de gascapaciteit.

— Condensatie in de ketel is uitgesloten bij een minimale ketelwaterntemperatuur van 65°C.

— De gunstigste plaats van de retarders is achterin de vlampijpen van de tweede trek.

— Ondanks ernstige staalstructuurberd door de hoge temperatuur, kan de levensduur van retarders lang zijn.

— Vermindering van geluidshinder is een bijkomstig gunstig voordeel van het gebruik van retarders.

— Door de lage rookgastemperatuur is een besparing op de aanschafkosten en de stroomkosten van de CO₂-doseerinstallatie mogelijk (dit kan de aanschafkosten van de retarders in feite verlagen).

— Retarders kunnen een gemiddelde besparing op de brandstofkosten geven van 2½ à 3 pct. Dit is met de huidige gasprijzen en bij een jaarverbruik van circa 1.000.000 m³ gas, ongeveer f 2.000,— per seizoen, na afschrijving en rente van de investering.

— De brander dient, vooral als er een CO₂-doseerinstallatie aanwezig is, gecontroleerd en zondig opnieuw te worden afgesteld.

Bij dit laatste punt zouden we dan tevens de hoop willen uitspreken dat alle betrokken technici van branderfirma's, en installateurs zich positief zouden willen opstellen. Ook al gaat het slechts om een gering voordeel. Bij de discussies over besparingen van de brandstofkosten kunnen soms ongenueanceerde uitspraken worden gedaan, die de duidelijkheid voor de kweker er niet beter op maakt. In deze tijd van stijgende energiekosten, zullen we met elkaar elke mogelijkheid die tot besparingen kan leiden moeten uitbuiten. Een aantal kleine besparingen kan dan toch nog een aantrekkelijk geheel vormen in de bedrijfsexploitatie.

ING. J. MELJNDERT
CONSULENTSCHAP NAALDWIJK

Retarders

GROOT PROFIJT

In het vorige stookseizoen zijn er veel gegevens verzameld ten aanzien van het gebruik van retarders in ketelvlampijpen. In een eerder stadium is er over de technische aspecten van retarders bij verschillende ketel- en branderinstallaties gepubliceerd. Hoewel de resultaten gunstig genoemd kunnen worden, zijn er toch kwekers die betwijfelen of zij gebruik van retarders zullen gaan maken.

Het volgende geldt voor alle typen retarders. Het meeste effect wordt verkregen indien de retarders in de tweede trek achterin de vlampijpen worden gebracht, dus zo dicht mogelijk bij de vlamkast. Hier hebben de rookgassen de hoogste temperatuur en het grootste volume. Aan te raden is echter op een afstand van circa 25 cm van de pijpenplaat de vlampijp vrij te houden. De rookgassen kunnen dan eerst op normale wijze in de vlampijpen stromen en er vindt geen extra warmteoverdracht plaats direct bij de pijpenplaat. Zou dit wel het geval zijn, dan bestaat gevaar dat de pijpenplaat-vlampijpverbindingen er nadeel van ondervinden.

Bij die typen retarders die men ook in de derde trek moet inbrengen worden deze voor in de vlampijpen ingebracht, dus direct na de voorkeerkast. De keuze van het type wordt dus primair bepaald door de toelaatbaarheid van weerstandstoename bij de bestaande ketel en brander. Bij verkeerde keuze van de brander- en ketelcapaciteit danig verminderen. Bij twijfel moet men advies vragen. Onze voorlichtingsdiensten hebben voor elke ketel-brandercombinatie wel een passend recept.

VOORBEELD

We willen trachten de economische aspecten nader toe te lichten. Voor de berekeningen hebben we een bedrijf gehanteerd met de volgende gegevens: Bedrijfs grootte: 8.000 m², ketelcapaciteit: 2.000.000 Kcal. per uur, gasverbruik: 640.000 m³ per jaar, gasprijs: 10 cent per m³, besparing door retarders: 2½ pct. berekend over het gehele jaar.

De berekeningen zijn gemaakt voor een bestaand bedrijf (model 1) waar tevens reeds een CO₂-doseringsinstallatie aanwezig is en voor een nieuw bedrijf, waar de CO₂-doseringsinstallatie nog moet worden aangebracht.

Bij dit laatste voorbeeld kunnen we als extra voordeel van de retarders noemen: door de lagere rookgastemperatuur achter

de ketel is ook het rookgasvolume kleiner. Bij een kleiner volume behoeft dus voor een gelijke CO₂-concentratie minder capaciteit in m³ per uur door de secundaire ventilator te worden verplaatst. Het kleiner volume rookgas met een lagere temperatuur (van 200°C naar circa 120°C) vereist ook minder lucht bijmengen om tot een mengseltemperatuur van 65°C te komen. De ventilatorcapaciteit wordt dan circa 70 pct., indien we er van uitgaan dat de capaciteit zonder retarders 100 pct. moet zijn.

Ook het stroomverbruik mag op 70 pct. worden gesteld, indien de ventilatordruk gelijk wordt gehouden als voorheen. Door het kleinere volume rookgas-lucht-mengsel en een gelijke ventilatordruk kunnen hoofdbuizen van hard pvc met een kleinere diameter worden gekozen. Hierdoor wordt in totaal een besparing van circa 15 cent per m² aankosten verkregen: f 1.200,—.

Bij beide modellen is van de zelfde ketel uitgegaan. Bij ons onderzoek hebben we ketels aangetroffen met verschillende belastingen. Dit resulteert ook in een verschillend aantal vlampijpen. Bij 2.000.000 Kcal per uur ketelcapaciteit hebben we de volgende uiterste gevonden.

In de tweede trek = eerste bundel vlampijpen na de vlamkast: 35 tot 65 pijpen. We hebben gekozen voor 60 vlampijpen. Bij model 2 hebben we de lagere investering voor de CO₂-installatie evenals de besparing aan stroomkosten als besparingen gekwalificeerd. In de tabel treft u de berekening aan.

PER GULDEN

De totale bedrijfskosten worden niet drastisch verlaagd. Letten we echter op de genoemde investeringen in het begin van dit artikel, dan zien we de bedragen in een heel ander perspectief. Investering totaal: f 900,—. Besparing bedrijf 1: f 1.266,—. Dit is f 1.266,—/f 900,— = f 1,40 voordeel per jaar, per éénmalig geïnvesteerde gulden. Bij bedrijf 2 wordt dit zelfs: f 1.728,—/f 900,— = 1,92 per jaar, per geïnvesteerde gulden. Welke financier zou een betere belegging weten? Het is misschien wel jammer dat er op deze wijze niet wat méér gulden kunnen worden geïnvesteerd.

Er is dan ook geen enkel ander energiebesparend project en er zal er ook geert komen in de toekomst, dat zoveel voordeel per geïnvesteerde gulden kan opleveren.

De aandachtige lezer is het al opgevallen dat de investering van de retarders in vijf jaar is afgeschreven. We zijn van mening dat de levensduur langer zal zijn. Bij een controle, die we enige tijd geleden hebben verricht, bleken de retarders na vijf jaar gebruik nog volledig intact. Hoewel de kristalstructuur van het materiaal reeds lang was verstoord, trek- en buigkrachten waren zeer beperkt mogelijk, was de vorm nog geheel gelijk aan nieuwe retarders. De functie, het in rotatie brengen van de rookgassen, was dus nog optimaal.

INVESTERING VOOR BEIDE BEDRIJVEN

Retarders	f 600,—
Retarders inbrengen	f 75,—
Brander goed afstellen	f 225,—
Totale investering	f 900,—

JAARKOSTEN VOOR BEIDE BEDRIJVEN

Afschrijven retarders 20 pct	f 180,—
Rente 6 pct per jaar	f 54,—
Extra stroomkosten brandventilator (max.)	f 100,—
Totale jaarkosten	f 334,—

JAAREXPLOITATIE VAN BEDRIJF 1 EN 2

	Bedrijf 1	Bedrijf 2
Besparingen		
16.000 m ³ gas à 10 cent	f 1.600,—	f 1.600,—
Elektrische CO ₂ -installatie	f —,—	f 150,—
Minder investering 20 pct van f 1200	f —,—	f 240,—
Minder rente 6 pct van f 1200	f —,—	f 72,—
Totale besparing	f 1.600,—	f 2.062,—
Af: jaarkosten	f 334,—	f 334,—
	f 1.266,—	f 1.728,—

ROOKGAS CONDENSOR

RENDEMENT HOGER DAN 100%?

Mogelijk zal de eerste indruk bij het lezen van de kop bij dit artikel zijn: dat is onzin! Hoger dan 100 pct lijkt inderdaad een overdreven reclame-slogan. Toch willen we die, ogenschijnlijke onzin, duidelijk maken. Het uitdrukken van waarden in procenten is altijd onduidelijk, indien niet bekend is waarop deze procenten betrekking hebben. Spreekt men over besparing bij een ketelinstallatie en drukt men dit uit in procenten, dan is het van belang te weten of er sprake is van procenten besparing op de verstoekte brandstof of op de voorkomende verliezen.

UITGANGSPUNTEN

Het zal duidelijk zijn dat beide uitgangspunten nogal enig verschil in reëel resultaat zullen opleveren. Alvorens te komen tot details, eerst iets over rendementsaanduidingen, warmte-inhoud van het aardgas en de benaming van deze waarden.

In de praktijk wordt altijd een ketelrendement van 90 pct. als goed gekwalificeerd. Bij toepassing van retarders kunnen we dan nog 3-4 pct. besparen en een totaalrendement van 94 pct. moeten we dan wel als uitzonderlijk goed waarden. Toch zouden we, zonder gegoochel met getallen, ditzelfde resultaat met 84,6 pct. kunnen aangeven. Een en ander is geheel afhankelijk van de uitgangspunten waarop we 100 pct. stellen.

WARMTE-INHOUD

De totale warmte-inhoud, bij volledige verbranding van het Groningse aardgas is 8.400 Kcalorieën per m³ gas van 0°C (voortaan schrijven we Kcal/m³o).

ook wel stookwaarde. Deze 7.560 Kcalorieën per m³o. gas trachten we zo nuttig mogelijk te maken. Een gedeelte gaat echter als warmte de schoorsteen uit. Dit noemen we het verlies aan voelbare warmte.

Door metingen en berekeningen bepalen we dit verlies. We stellen de 7.560 Kcalorieën per m³o op 100 pct. We berekenen de vastgestelde verliezen in procenten van de 7.560 Kcalorieën per m³o. Trekken we deze af van de 100 pct., dan geeft het verschil het nuttig effect of rendement in procenten aan. We noemen dit: het ketelrendement, vastgesteld op de stookwaarde van de brandstof.

Zou het rendement 94 pct. zijn, dan waren de verliezen dus 6 pct. van 7.560 Kcalorieën/m³ = 453,6 Kcalorieën per m³o gas. Zouden we echter uitgaan van de verbrandingswarmte van 8.400 Kcalorieën/m³o, dan waren er verloren gegaan: 840 Kcalorieën + 453,6 Kcalorieën = 1.293,6 Kcalorieën/m³o. Deze hoeveelheid warmte is 15,4 pct. van 8.400 Kcalorieën/m³o. Het rendement berekent op verbrandingswarmte is dus maar: $100 - 15,4 = 84,6$ pct. Dit alles is berekend zonder het wegnoffelen van ook maar één enkele Kcalorie.

PAARDEVIJG

Zouden we kans zien om van het totale verlies van de genoemde 1.293,6 Kcal/m³o, is 15,4 pct. van de totale verbrandingswarmte, bijvoorbeeld 850 Kcal/m³o nog nuttig te maken, dan hield dit een rendementsverbetering in van 10,12 pct. van de verbrandingswarmte. Het rendement op verbrandingswarmte zou dan worden $84,6 + 10,12 = 94,72$ pct.

Zouden we echter deze 10,12 pct. extra besparing optellen bij het rendement van 94 pct. op stookwaarde dan werd het rendement dus hoger dan 100 pct. Deze benadering betekent echter het optellen van twee verschillende waarden en is dus absoluut ontoelaatbaar. Van een paard en een vijf kan men ook geen paardevijs maken!

Als we dus méér warmte willen gaan benutten en een deel van deze warmte komt beschikbaar door condensatie van de waterdamp, dan zullen we het rendement in procenten altijd moeten gaan bepalen op de calorische bovenwaarde = verbrandingswarmte. 100 pct. is dus 8.400 Kcalorieën/m³o. gas.

Dit wordt de calorisch bovenwaarde of ook wel de verbrandingswarmte genoemd. Deze 8.400 Kcalorieën zouden geheel benut worden, indien de ontstane rookgassen afkoelden tot 0° C, en alle, door verbranding van de waterstof (H₂) ontstane waterdamp (H₂O) condenseerde tot water.

Tot heden is het bij de stooktechniek gebruikelijk geweest te stellen, dat de waterdamp als damp de schoorsteen uitgaat. We weten ook, dat het normaal is te stellen dat de rookgastemperatuur achter de ketel circa 200° C is. Dit proberen we de laatste tijd met retarders te verlagen tot 120 à 130° C. Bij de rendementsberekeningen wordt er vanuit gegaan dat warmte verloren gaat met de waterdamp.

Deze waterdamp-warmte, condensatiewarmte genoemd, is 840 Kcalorieën per m³ gas van 0° C. Na aftrek van deze condensatiewarmte, die als verloren werd beschouwd, blijft er: $8.400 - 840 = 7.560$ Kcalorieën per m³o gas over. Deze waarde noemen we de calorische onderwaarde of

MEÉR WARMTE?

Dat veel warmte vrij komt bij condensatie van waterdamp was altijd al bekend. In de ketels hebben we het vormen van condens steeds een kwalijke zaak gevonden. Bij een hogere ketelwatertemperatuur dan 50 à 55° C zal er geheel geen condensatie van de waterdamp uit de rookgassen plaatsvinden. Al zouden we het dus willen, dan zou er in de meeste omstandigheden geen condensatie in de ketel kunnen worden gevormd.

Uitgaande van de, toch nog grote hoeveelheid, warmte die momenteel verloren gaat en de steeds hoger wordende brandstofkosten zou een dergelijke toepassing waarvoor een flinke investering nodig is, wel verantwoord zijn. Met dit uitgangspunt als basis zijn we op het idee gekomen de rookgassen, na het verlaten van de ketel, nog verder af te koelen.

Daar is een apparaat voor nodig waardoor water met een lage temperatuur stroomt, zodat de eveneens door het apparaat stromende rookgassen tot lage waarden kunnen afkoelen. De vrijgekomen warmte wordt dan aan dit doorstromende water afgegeven. In feite is het hetzelfde principe als dat van de warmteoverdracht zoals in de ketelvlampijpen plaatsvindt. Bij de wenselijkheid van lage watertemperaturen hebben we gedacht aan het circulatiewater van de **grondverwarming**.

Na het vaststellen van deze, op een aantal bedrijven bestaande, mogelijkheid hebben we een dergelijk apparaat ontworpen. De verwarmingsinstallatie op het apparaat is zodanig, dat al het water van de grondverwarming door het apparaat wordt gevoerd. Indien in bepaalde perioden méér warmte voor de grondverwarming wordt gevraagd dan het apparaat zou leveren, dan kan via een mengklep automatisch heter ketelwater worden bijgemengd.

In de periode van het stookseizoen dat de grondverwarming buiten bedrijf is, bestaat de mogelijkheid om de installatie zodanig te schakelen, dat retourwater uit de bovengrondse verwarming door het apparaat wordt gevoerd.

In de betreffende perioden mag worden gerekend dat deze retourwatertemperatuur vrij laag hoeft te zijn, zodat ook dan nog een hoeveelheid warmte benut kan worden. Het principe en de verwarmingsschakelmogelijkheden zijn te zien op de bijgevoegde situatietekening.

Bij het ontwerp is van de gedachte uitgegaan dat de warmtebesparing op **verbrandingswarmte**, met de **grondverwarming** in

bedrijf, zeker 10 pct. zou moeten kunnen zijn. In de periode dat retourwater van de bovengrondse verwarming door het apparaat wordt gevoerd, zou de besparing dan circa 6,5 à 7 pct kunnen bedragen.

BIJKOMSTIGE BESPARINGEN

CO₂ doseren. Nadat de rookgassen door het apparaat zijn gestroomd en tot lage temperatuur zijn afgekoeld, kunnen ze normaal worden benut voor een CO₂-doseerinstallatie nog moet worden aangebracht kan een ventilator met een veel kleinere capaciteit worden aangebracht. Bovendien kunnen transportbuizen met een kleinere diameter worden benut. Een besparing dus aan stroomverbruik en een lagere investering in de installatie.

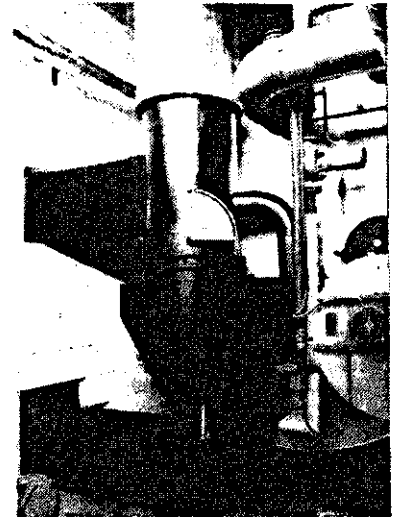
Goed gietwater uit de waterdamp. Bij het condenseren van de waterdamp uit de rookgassen komt veel water vrij. Bij de verbranding van aardgas ontstaat 1.8413 m³o waterdamp (H₂O) per m³o gas. Dit is 1,473 kg - of liter water bij condensatie. Ook de verbrandingslucht bevat een hoeveelheid waterdamp, die mede in de vuurhaard wordt gebracht en in de rookgassen wordt opgenomen. Bij de relatieve vochtigheidsgraad van 50 pct. wordt met de verbrandingslucht circa 0,13 m³o waterdamp per m³o aardgas in de vuurhaard gebracht. Dit is 0,104 kg water bij condensatie. De totale hoeveelheid water is dus 1,473 + 0,104 = 1,577 kg water per m³o gas.

De hoeveelheid waterdamp die werkelijk zal condenseren is afhankelijk van de temperatuur waarmee de rookgassen het apparaat verlaten. Globaal is te stellen dat per m³o verstoekt aardgas circa 1,1 liter water ontstaat. Hoewel deze hoeveelheid niet voldoende zal zijn voor de waterbehoefte van het bedrijf, kan het in perioden van weinig regenval een welkome aanvulling zijn van de basisvoorraad.

We hebben dit water op het laboratorium van onze dienst op enkele aspecten laten onderzoeken. Het condenswater bezat een pH van 4,75, het nitraatgehalte was 0,18 meq.NO₃ per liter. Dit NO₃-gehalte stemt, volgens het laboratorium, redelijk goed overeen met hetgeen in leidingwater wordt gevonden. De pH vertoonde veel overeenkomst met een aantal regenwatermonsters.

Hoewel deze toepassing in de nabije toekomst door enkele deskundigen op het gebied van gietwater en teelten wel zal moeten worden begeleid, mag worden verwacht dat het condenswater goed als gietwater kan worden gebruikt.

Schoorsteen-rookgas-aansluitingen
Naar en van condensor



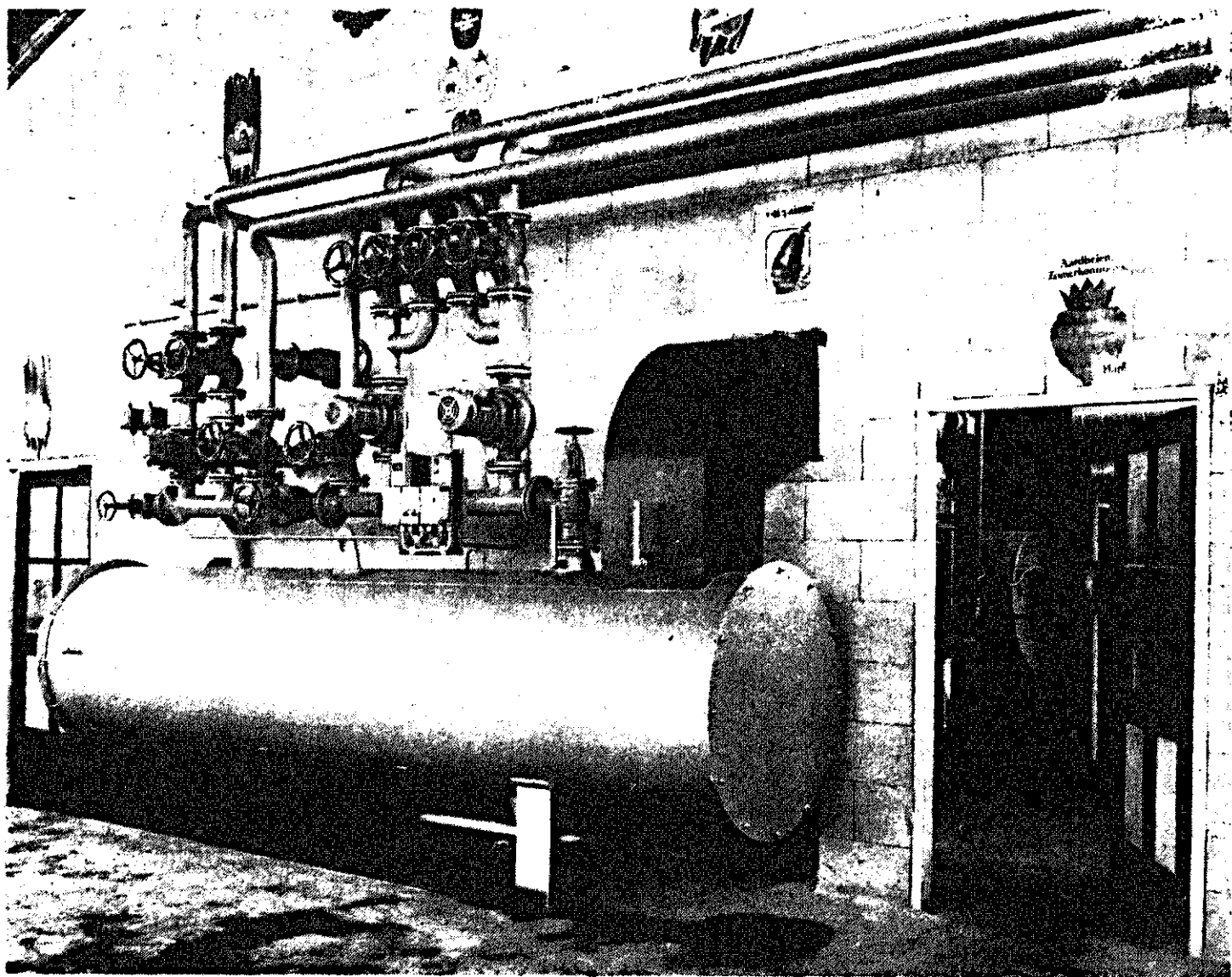
METINGEN

De heren Vanbregt en Oudshoorn te Bleiswijk hadden zo veel vertrouwen in de resultaten dat zij de installatie op hun bedrijf wilden installeren. Dit bedrijf is uitermate geschikt voor de toepassing. De totale oppervlakte kas bedraagt 16.000 m², waarin ten behoeve van de paprika- en auberginetelt grondverwarming aanwezig is. Het bedrijf heeft twee ketels, elk met een capaciteit van 2.000.000 Kcal per uur. De ketel waarachter de rookgascondensor is geplaatst, is zo veel mogelijk maximaal in bedrijf, terwijl de andere ketel slechts in bedrijf komt bij grote warmtevraag. Alle door de condensor benutte warmte wordt in de 16.000 m² grondverwarming gebracht. De rookgassen voor CO₂-doseren worden eerst na de condensor afgezogen. Het condenswater zal binnenkort door middel van een pompje naar een, nog aanwezige, olietank worden gevoerd. Omdat de grootste hoeveelheid te verstoppen aardgas in de ketel wordt verstoekt, waarachter de condensor is geplaatst, kunnen dankzij de vele uren met een maximale ketelcapaciteit, optimale resultaten met de condensor worden behaald.

RESULTATEN

Voordat het apparaat was geplaatst, hebben we de ketelinstallatie uitvoerig onderzocht. We zijn er van uitgegaan dat het toepassen van **retarders** in de ketelvlampijpen mogelijk moest zijn. De verlaging van de rookgastemperatuur achter de ketel, die hierdoor wordt verkregen, geeft twee voordelen:

1e. De méérdere warmte-overdracht in de ketel kan voor alle verwarmingsdoeleinden worden gebruikt.



2e. Door de dan lagere rookgas-temperatuur achter de ketel, gepaard gaande aan een kleiner rookgasvolume kan het vermogen (= verwarmd oppervlak van de condensor) kleiner worden gehouden.

We weten uit ervaring dat retarders extra weerstand veroorzaken. De mate van toenemende weerstand is afhankelijk van het type retarder. De totale som van weerstanden van ketel en retarders en condensor is bepalend voor het gedrag van de brander. Van de aanwezige brander was ons bekend, dat deze erg gevoelig is voor toenemende rookgaszijdige weerstand. De ketel heeft, zonder retarders een weerstand van 28 mm WK hetgeen laag te noemen is.

Na enig onderzoek hebben we gekozen voor het type stripretarders. Met twee meter achterin de vlampijpen van de tweede trek was de weerstand toegenomen van 28 mm WK tot 46 mm WK. Met toepassing van twee meter achter in de vlampijpen van de tweede trek plus één meter voor in de derde trek was de totale ketelweerstand 64 mm WK.

De rookgastemperatuur achter de ketel bedroeg zonder retarders: 193°C, met twee meter retarders in de tweede trek: 142°C en met twee meter retarders in de tweede trek plus één meter in de derde trek: 129°C. Alle temperaturen zijn berekend bij een ketelwatertemperatuur van 90°C.

Het CO₂-gehalte in de rookgassen was matig te noemen, namelijk respectievelijk 9,2, 9,4 en 9,6 pct. Bij hogere CO₂-gehalten dan 10,2 pct. bleek vrijwel steeds dat een onvolledige verbranding ontstond en dus CO in de rookgassen werd gemeten. Om die reden hebben we, na het in bedrijf komen van de condensor, de retarders uit de derde trek verwijderd. Het nuttig rendement zonder retarders was, berekend op **stookwaarde**: 89 pct.

Met retarders in de tweede trek was het rendement op stookwaarde: 91,8 pct. De gascapaciteit van de brander bedroeg 291 m³ per uur zonder retarders: 288 m³ per uur. De nuttige capaciteit van de ketel: 100 pct. zonder retarders en 102,1 pct. met retarders. Deze capaciteitswinst is te danken aan de geringe gascapaciteitsafname en de toename van het rendement met 2,8 pct.

In deze situatie is de condensor ingeschakeld. De rookgaszijdige weerstand van de condensor was 37 mm WK. De totale weerstand van ketel en retarders en condensor: 77 mm WK. De binnenkomende rookgastemperatuur: 142°C. De uitgaande rookgastemperatuur en de daarmee gepaard gaande condensatie is mede afhankelijk van de watertemperatuur in de condensor.

Bij de proef constateerde men de volgende watertemperaturen. Inkomend retourwater: 30°C. Uitgaand aanvoerwater: 41°C. De temperatuur waarmee de rookgassen de condensor verlieten bedroeg: 40°C. Een temperatuu-daling was derhalve: 102°C. Hierdoor is aan warmte in de condensor afgegeven:

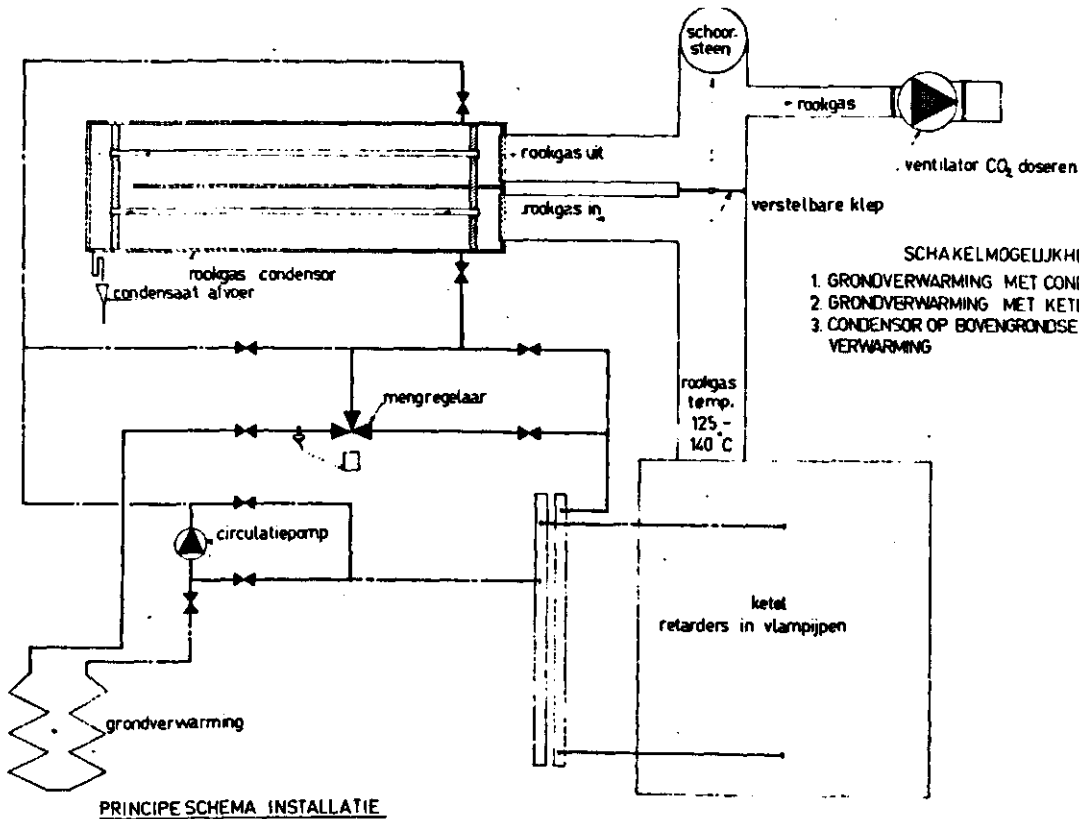
a. Voelbare warmte door de daling van de rookgastemperatuur

(363,8 Kcal/m³o gas).

b. condensatiewarmte door condenserende van 59,4 pct. van de waterdamp

(526,5 Kcal/m³o gas)

De totale warmte-afgifte in de condensor komt neer op: 890,3 Kcal/m³o (m³o, omdat het een m³ van o°C betreft).



PRINCIPE SCHEMA INSTALLATIE

De warmte-afgifte van de condensor hebben we bepaald door het berekenen van de rookgas-hoeveelheid, de soortelijke warmte van de rookgassen, het dauwpunt en de daarbij behorende partiële druk van de waterdamp in de rookgassen. In dit bestek zou het te ver leiden om alle verkregen cijfers te vermelden. De capaciteit van de brander met de condensor, bedroeg 280 m³ gas per uur. Als we de ketelcapaciteit zonder retarders op 100 pct. stellen = 1.957.964 Kcal per uur, dan is de capaciteit met retarders 102,1 pct. = 1.998.743 Kcal per uur.

Bij gebruik van retarders en condensor wordt de capaciteit: 2.200.884 Kcal per uur. Uitgaand van de voornoemde 100 pct. wordt de capaciteit met condensor 112,4 pct.

De condensortoepassing geeft dus de mogelijkheid van ketelcapaciteitvergroting, waaraan veel bedrijven bij strenge vorst wel eens dringend behoefte zouden kunnen hebben. Als de intredende watertemperatuur wat lager was dan de gemeten 30°C zou het condensor-rendement nog wat hoger kunnen zijn.

WARMTEBALANS

Met de genoemde gegevens kunnen we nu een warmtebalans opmaken. We gaan daarbij uit van 1 m³ aardgas met een verbrandingswarmte van 8.300 Kcal/m³. De gasberekeningen zijn gemaakt met de volgende gegevens. Verbrandingsluchttemperatuur = 10°C. Relatieve vochtigheidsgraad van de ver-

brandingslucht = 50 pct. De luchtvermaat waarmee wordt gestookt, met een CO₂-gehalte van 10 pct., is 15 pct. Na berekening van een aantal factoren komen we tot de volgende gegevens:

1 m³ aardgas

Ketel nuttig: 0.898 x 7.560 Kcal

Retarders: 0,024 x 7.560 Kcal

Condensor
Rest verlies

Zoals uit de balans blijkt hebben we het ketel- en retarderendement op stookwaarde berekend, zoals gebruikelijk is. Achter de calorische waarden is het percentage van de verbrandingswarmte vermeld, hetgeen we als uitgangspunt hebben genomen en op 100 pct. stelden.

ECONOMISCHE ASPECTEN

Nu we weten welke hoeveelheid warmte met een condensor wordt gewonnen, kunnen we ook het financiële voordeel vaststellen. Indien we er van uitgaan dat met de ketel zonder retarders 6.789 Kcal/m³ gas, en met de ketel inclusief retarders 6.970 Kcal/m³ gas nuttig worden afgegeven, dan kunnen we berekenen hoeveel gas er in de ketel minder kan worden verstoekt bij gebruik van een condensor. Hierbij gaan we er van uit dat met de ketel en condensor evenveel warmte nuttig wordt afgegeven als voorheen met de ketel en retarders het geval was.



Condensaatbak
Energiebesparing en goed gietwater toe

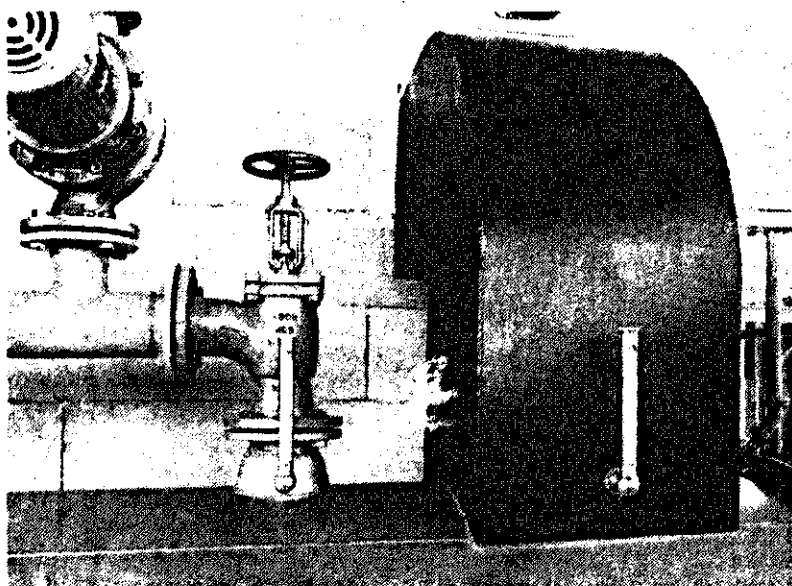
We kunnen dan stellen:

Condensorwarmte in Kcal/m³ staat tot condensorwarmte in Kcal/m³ + ketelwarmte in Kcal/m³ als m³ winst tot m³ gas. Dan krijgen we de volgende berekening:

890,3 Kcal/m³ gedeeld door 890,3 / m³ + 6970 Kcal/m³ = 0,11327 m³ / m³ gas.

Een besparing dus van 0,11327 m³ gas op elke m³ gas die zonder condensor werd ver-

	= 8.400 Kcal	= 100 %
	= 6.789 Kcal	= 80,8%
Over	= 1.611 Kcal	= 19,2%
	= 181 Kcal	= 2,2%
Over	= 1.430 Kcal	= 17,0%
	= 890,3 Kcal	= 10,6%
	= 539,7 Kcal	= 6,4%



Detail: Water in condensor Rookgas uit condensor

stookt. We zijn er dus van uitgegaan dat de toepassing van retarders ook zonder condensor reeds plaatsvond. We zullen bij de investering- en exploitatieberekening niet uitgaan van ons proefproject. Daar zijn de omstandigheden veel gunstiger dan op de meeste bedrijven haalbaar is.

Bij het vaststellen van de cijfers zijn we uitgegaan van een denkbeeldig bedrijf met de volgende gegevens: Oppervlakte glas: 8.000 m², zwaar verwarmd, inclusief grondverwarming. Verstoekte hoeveelheid brandstof: 650.000 m³ gas per jaar. 450.000 m³ gas wordt verstoekt in de periode dat de grondverwarming in bedrijf is. In die periode kan de condensor dus optimaal functioneren. 200.000 m³ gas wordt verstoekt in de periode dat de condensor op de bovengrondse verwarming wordt geschakeld. Daarbij is een besparing van 6,5 pct. berekend.

Inplaats van 450.000 m³ o gas wordt met de condensor in die zelfde tijd verstoekt: 450.000 m³ o - 450.000 x 0,11327 m³ o = 399.028 m³ o.

Dit levert dus een besparing in die periode op van 50.972 m³ o. Op de 200.000 m³ gas wordt bespaard: 200.000 x 0,065 = 13.000 m³ o.

Totale besparing:
50.972 m³ o + 13.000 m³ o = 63.972 m³ o.

Bij de berekeningen die volgen van een denkbeeldig bestaand bedrijf is geen rekening gehouden met het voordeel bij het CO₂-dosereren en de waterwinning. Bij de berekeningen van de situatie op een denkbeeldig nieuw bedrijf zijn deze voordelen wél verwerkt. Van de vermelde besparingen zijn de benodigde kosten voor waterwinning reeds afgetrokken.

INVESTERING

Het te investeren bedrag voor het als voorbeeld genoemde bedrijf zal voor de rookgascondensor, verwarmingsaansluitingen, rookgasaansluitingen en condensafvoer totaal ongeveer f 15.000,— zijn. Hierbij is rekening gehouden met een „extra” voor een automatische mengklep. Deze kan bij aansluiten van de grondverwarming op de ketel dikwijls handbediend worden uitgevoerd. Ook is rekening gehouden met extra kosten om de bestaande toestanden bij verwarming en schoorsteen te moeten wijzigen. Bij een nieuw bedrijf kunnen de investeringskosten dus wat lager zijn.

JAARKOSTEN

Het apparaat is uitgevoerd met dikwandige stalen pijpen en mede gezien de resultaten van het condenswateronderzoek, vinden we een afschrijving van 15 pct. per jaar een alleszins redelijke termijn.

Afschrijving 15% van	f 15.000,—	f 2.250,—
Rente 6% van	f 15.000,—	f 900,—
Onderhoud	f 350,—	
Jaarkosten		f 3.500,—

EXPLOITATIE BESTAAND BEDRIJF

Gasprijs 10,2 cent/m³ gas
Besparing:
63.972 m³ x 10,2 cent = f 6.525,—
af jaarkosten f 3.500,—
Batig saldo per jaar f 3.025,—

Gasprijs 15 cent/m³
Besparing 63.972 m³ x 15 cent = f 9.596,—
af jaarkosten f 3.500,—
Batig saldo per jaar f 6.096,—

Dit is bij een gasprijs van 10,2 cent/m³ o gas een besparing van f 0,378 per m² kasoppervlak en

bij een gasprijs van 15 cent/m³ gas f 0,762 per m² kasoppervlak.

EXPLOITATIE NIEUW BEDRIJF

Gasprijs 10,2 cent/m ³	
Besparing gas	f 6.525,—
Besparing CO ₂ -installatie per jaar	f 400,—
Besparing stroom CO ₂ -installatie	f 300,—
Besparing m ³ zuiver water	f 650,—
Totaal	f 7.875,—
Af jaarkosten	f 3.500,—
Saldo per jaar	f 4.375,—

Gasprijs 15 cent/m ³	
Besparing gas	f 9.596,—
Overige besparingen	f 1.350,—
Totaal	f 10.946,—
Af jaarkosten	f 3.500,—
Saldo per jaar	f 7.446,—

Bij een gasprijs van 10,2 cent/m³: een besparing van f 0,547 per m² kasoppervlak. Bij een gasprijs van 15 cent/m³: f 0,931 per m².

KERNPUNTEN

— Met toepassing van een rookgascondensor is nog veel warmte nuttig te maken, die anders als verloren moet worden beschouwd.

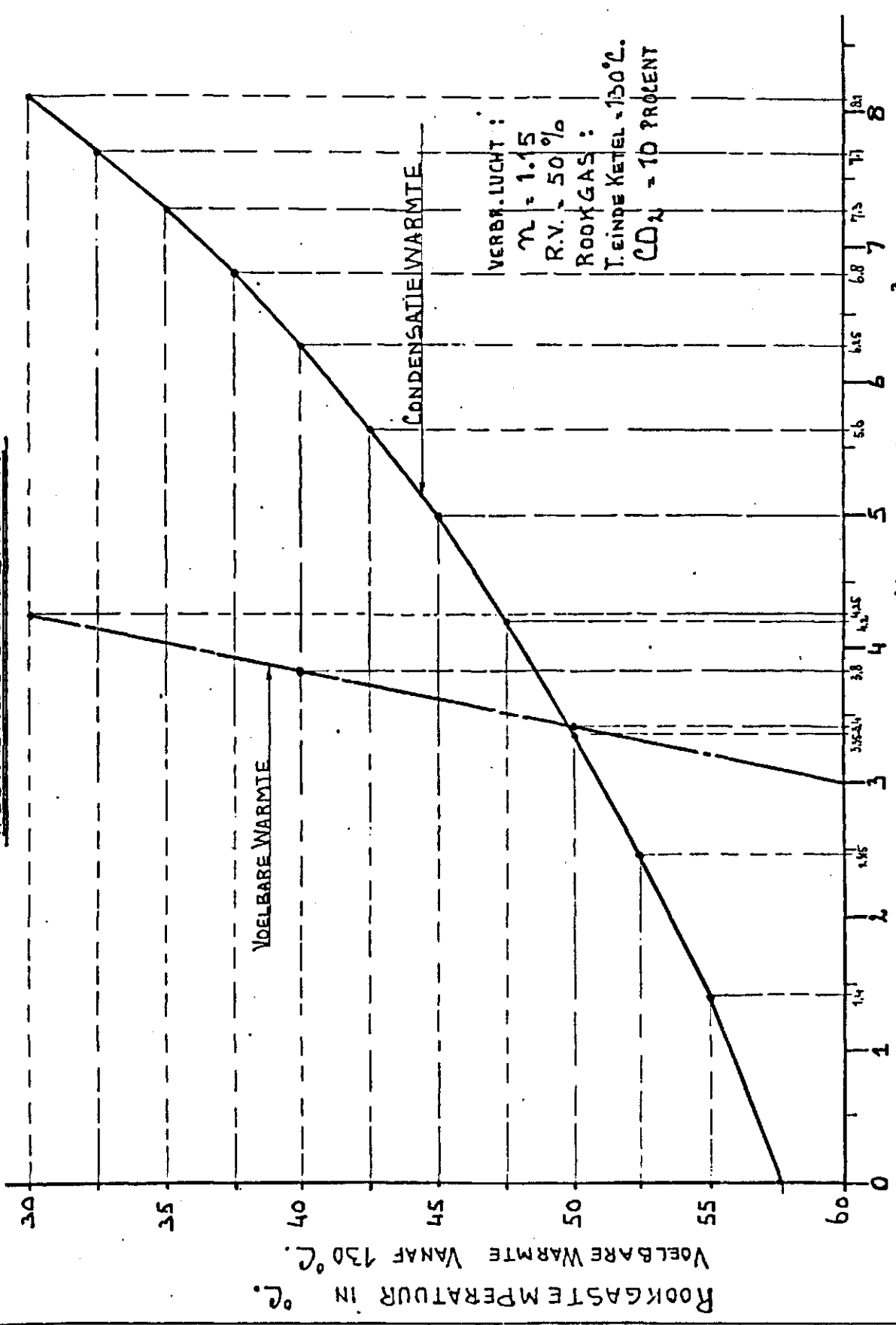
— Houdt bij het praten over procenten de uitgangspunten goed in de gaten; houdt bij wijze van spreken, de geiten en de bokken gescheiden.

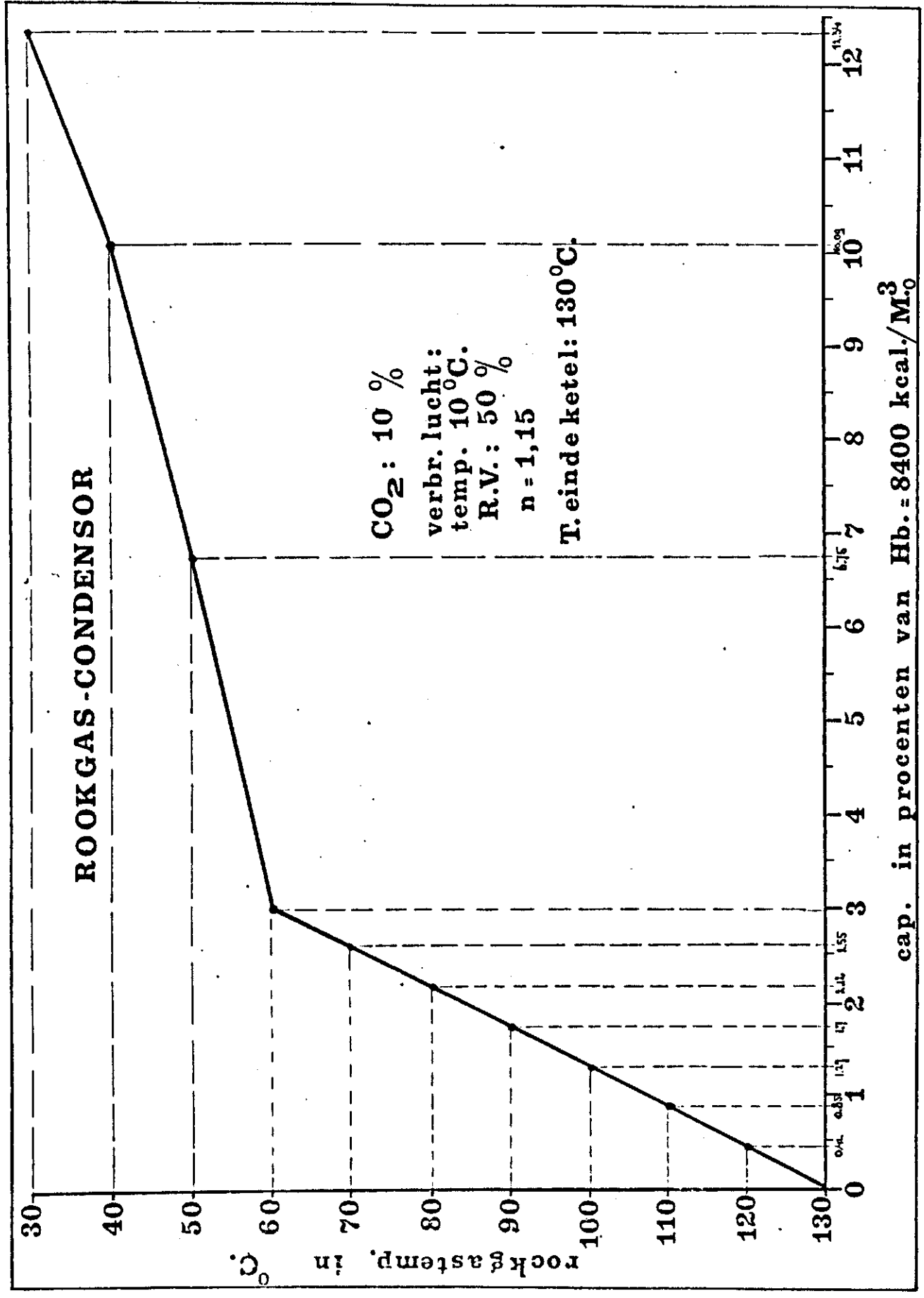
— Zonder grondverwarming heeft de toepassing van een rookgascondensor weinig zin. In de periode dat juist veel gas wordt verstoekt, zou het rendement van de condensor zeer gering zijn.

— Een schakelmogelijkheid om op de bovengrondverwarming over te schakelen moet aanwezig zijn.

— De lage rookgastemperatuur en de geringe hoeveelheid waterdamp in de rookgassen zijn gunstige factoren voor het CO₂-dosereren.

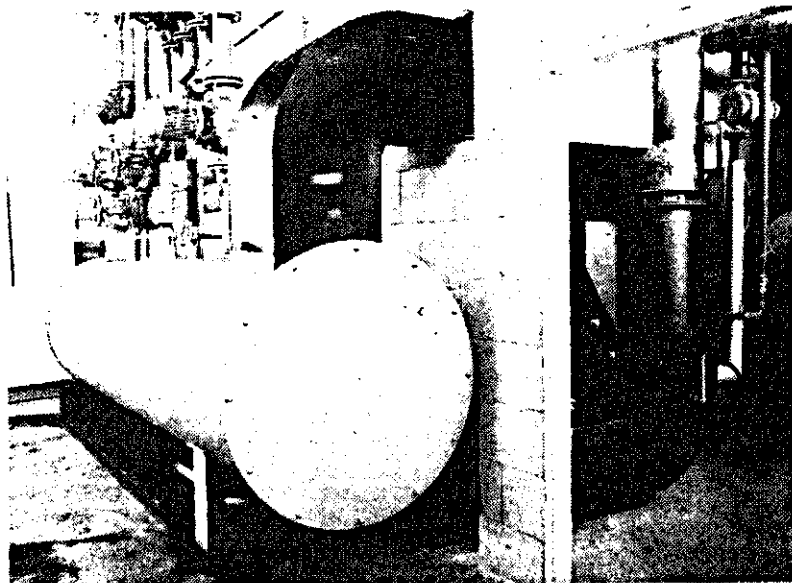
ROOKGAS-CONDENSOR.





cap. in procenten van Hb. = 8400 kcal./M.³

BEDRIJFS - SITUATIE	NIEUW BEDRIJF INCLUSIEF CO ₂ DOSEREN		BESTAAND BEDRIJF BESTAANDE SCHOORSTEEN BESTAANDE CO ₂ INSTALLATIE		NIEUW BEDRIJF EXCLUSIEF CO ₂ DOSEREN	
	LUVO	RETARDERS	LUVO	RETARDERS	LUVO	RETARDERS
TOEPASSING						
EXTRA INVESTERING	+FL. 4074,-	-FL. 300,-	+FL. 7574,-	+FL. 900,-	+FL. 6074,-	+FL. 900,-
JAARKOSTEN	FL. 2269,-	FL. 334,-	FL. 2269,-	FL. 334,-	FL. 2269,-	FL. 334,-
BRANDSTOF - BESPARING	30720 M ³	16000 M ³	26880 M ³	16000 M ³	30720 M ³	16000 M ³
BESPARING BIJ : GASPRIJS 10 CL. PER M ³	FL. 4182,-	FL. 2062,-	FL. 2688,-	FL. 1600,-	FL. 3462,-	FL. 1600,-
SALDO BIJ GASPRIJS 10 CL. PER M ³	FL. 1913,-	FL. 1728,-	FL. 419,-	FL. 1266,-	FL. 1193,-	FL. 1266,-
BESPARING BIJ : GASPRIJS 15 CL. PER M ³	FL. 5718,-	FL. 2862,-	FL. 4032,-	FL. 2400,-	FL. 4998,-	FL. 2400,-
SALDO BIJ GASPRIJS 15 CL. PER M ³	FL. 3449,-	FL. 2528,-	FL. 1763,-	FL. 2066,-	FL. 2729,-	FL. 2066,-



Condensor met aansluitingen aan schoorsteen

— Het condensatiewater kan, zonodig, nuttig gemaakt worden als gietwater. B- afvloeiing naar de sloot zal het oppervlaktewater er in ieder geval niet slechter door worden. Het apparaat is dus „milieuvriendelijk”.

— Branders met flinke druk op de branderkop en ketels met niet te hoge weerstand zijn gunstig (waren ze altijd al).

— De rookgastemperatuur in de ketel zo veel mogelijk verlagen door middel van retarders voorkomt een onnodig groot apparaat.

— De investering voor een rookgascondensor kan fors worden genoemd. Bij grotere bedrijven zal dat echter niet evenredig zijn: dus relatief goedkoper worden.

— De besparingen zijn echter van dien aard dat de toepassing ernstig in overweging kan worden genomen.

Nu het toepassen van grondverwarming in feite geen extra warmte meer behoeft te kosten zal de vraag rijzen of niet een ruimer gebruik van grondverwarming mogelijk is. Teeltdeskundigen zullen dit moeten bepalen. In de nabije toekomst zal hierover en over het aanschaffen van een rookgascondensor ongetwijfeld worden gesproken. Er komen zeker lieden die het goedkoper kunnen doen. Dit is niet moeilijk als het slécht gemaakt wordt. Laat men zich vooral terdege informeren.

ING. J. MEIJNDERT
Consulentenschap Naaldwijk

BETROUWBARE APPARA- TUUR, DAAR KOMT HET OP AAN

Klimaatregelaars worden gekocht om de temperatuur in de kas op het vereiste niveau te houden en om automatisch de luchtramen op de gewenste stand te zetten, ook wanneer u niet op de tuin aanwezig bent. Dit vraagt uiteraard een betrouwbaar apparaat, vakkundig en degelijk geïnstalleerd. Het vraagt tevens een goede verwarmingsmengklep die gestadig de warmtetoevoer vergroot als hij wordt opgedraaid. Temperatuurvoelers moeten temperatuurveranderingen snel volgen, schakelklokken behoren gemakkelijk te kunnen worden ingesteld. De installatie moet blijven werken wanneer de netspanning soms wegzakt tot 200 Volt en eveneens wanneer de omgevingstemperatuur oploopt tot 30° C, ook als onderhoud praktisch ontbreekt. De kwaliteit van de installatie moet goed zijn want er hangt veel van af.

INSTALLEREN

Klimaatregelinstallaties kunnen niet door iedereen worden gemaakt, het is specialistenwerk. Er zijn veel mogelijkheden van storingen die worden veroorzaakt door fouten in de installatie. Daarom is het zoeken naar de goede installateur net zo belangrijk als het zoeken naar het goede apparaat.

VERWARMING

De verwarming moet automatisch voor de goede kasluchttemperatuur zorgen. De kasluchttemperatuur behoort overdag hoger te liggen dan 's nachts, zodat er voor deze waarde twee instelknoppen nodig zijn. Het overschakelen van de nacht-

nāar de dagtemperatuur dient vóór het aanbreken van de dag te geschieden om vroeg genoeg het dagniveau te bereiken. Terugschakelen kan vóór het vallen van de avond plaatshebben, dat kost minder brandstof. Eventueel kan de dagtemperatuur verder worden opgetrokken door een zogenaamde fotostaat, dus lichtafhankelijk.

VENTILATIE

De ventilatie van een kas wordt onder andere gebruikt om te hoge temperaturen tegen te gaan. Ook voor het regelen van de ventilatie geldt dat de nachttemperatuur anders is dan de dagwaarde. Om die reden moet ook de ventilatieregelaar twee temperatuurinstelknoppen bevatten (-dag-nacht-). Het terugschakelen naar de nachttemperatuur moet op een later tijdstip geschieden dan het moment waarop de verwarming wordt teruggeschakeld.

Tussen het naar de nacht schakelen van de verwarming en het naar de nacht schakelen van de ventilatie bestaat een periode dat de temperatuur niet meer „hoog” hoeft te zijn, maar wel mág zijn. In die periode kan de kaslucht afkoelen zonder dat de ramen extra worden geopend, wat de brandsstofrekening kan drukken.

Bij zonnig weer mag het in de kas warmer zijn dan zonder zon. Door de temperatuurwaarde waarboven de ventilatie wordt opengetrokken lichtafhankelijk te verhogen, wordt de zonnewarmte beter benut. De ventilatieregelaar moet een temperatuurinstelling hebben die afhankelijk van het licht automatisch wordt verhoogd.

LICHTAFHANKELIJK

Om het temperatuurprogramma van de ventilatieregelaar aan het licht te kunnen aanpassen, wordt een zogenaamde fotostaat gebruikt waarmee het licht wordt gemeten. Dit gegeven wordt in het apparaat omgevormd, zodat het kan worden gebruikt voor verschuiving van de temperatuurinstelling van de aangesloten regelaars. Om de rustige werking van de regelaars niet te verstoren, moet de fotostaat plotselinge lichtwisselingen vertraagd doorgeven.

Het bereik van de fotostaat moet instelbaar zijn. Dit wil zeggen dat de fotostaat, om voor een geheel jaar geschikt te zijn, in de winter gevoeliger moet kunnen worden gemaakt dan in de zomer.

MEEST EENVOUDIGE

De tot nu toe geschetste voorzieningen zijn minimaal noodza-

kelijk om een automatische regelininstallatie tot klimaatregelininstallatie te maken. De verwarmingsregelaar moet bovendien nog worden voorzien van buis-temperatuur-begrenzingsknoppen, terwijl de ventilatieregelaar moet worden voorzien van raamstand-begrenzingsknoppen. Deze begrenzingen zijn noodzakelijk omdat de regelininstallatie geen voorzieningen bevat om te luchten om waterdamp af te voeren. Deze noodzakelijke luchtverversing wordt verkregen door het met de hand bedienen van de begrenzingsknoppen.

De tekening geeft een schematische voorstelling van deze „zo eenvoudig mogelijke klimaatregeling”. Deze regeling houdt alleen rekening met de kasluchttemperatuur. Er zijn in de tekening enkele voorzieningen aangegeven die belangrijk zijn voor de stabiele werking.

ONDERDELEN

Als men zich een eenvoudige regeling heeft aangeschaft die niet goed werkt, is het vaak mogelijk een verbetering te bereiken door alleen deze onderdelen te verbeteren.

1. De temperatuurmeting voor de ventilatieregeling in een geventileerde meetbox geeft alleen informatie over de luchttemperatuur in de kas. Temperatuurveranderingen door straling worden tegengehouden. Omdat ventileren allereerst een verandering van de kasluchttemperatuur veroorzaakt, is het van belang deze waarde zonder stralingsinvloeden te meten.

2. De verbinding tussen raamstandterugmelder en raambeweging moet alleen veranderingen doorgeven die ontstaan door de aandrijfmotor. Als „wiebelende” luchtramen de terugmelder bewegen „weet” de regelaar niet wat er gaande is.

3. Een betrouwbare noodstopbeveiliging is noodzakelijk. Het apparaat voorkomt dat de aandrijfmotor nog kan doorlopen als de luchtramen geheel geopend of gesloten zijn. De kosten van dit onderdeel staan niet in verhouding tot de kosten van de ravage die wordt veroorzaakt wanneer de motor te ver doordraait.

4. Een goede verwarmingsmengklep, goede afmetingen, moet afsluiten als hij dicht is. De aandrijfmotor moet een aan de installatie aangepaste looptijd hebben.

5. Door de klepstand naar de regelaar terug te melden stopt de mengklepmotor eerder als hij wordt bijgeregeld; de kans op „doorschieten” van de buistemperatuur wordt kleiner.

Uitbreidingen van de tot nu toe geschetste methode hebben betrekking op het volgende.

1e Men wil automatisch luchten, niet omdat het te warm is, maar om de waterdampafvoer.

2e Als de automaat eenmaal gaat luchten, omdat het te warm is, mag dit luchten niet veroorzaken dat de kaslucht zoveel droogt dat de planten „slap” gaan (verwelken).

3e De buisverwarming die onderin de kas ligt, wordt (ook tijdens luchten) gebruikt om de luchtbeweging te bevorderen en de planten onderin, door de stralingswarmte te drogen. Daarom voegt men een buistemperatuur toe.

Een geheel ander soort van uitbreidingen van het basisregelsysteem heeft als doel om met meer regelmotoren te kunnen werken. Zo zijn er apparaten van twee mengkleppen en/of voor twee luchtraammotoren — voor zogenoemde lucht en tegenlucht. Ook beveiligingen tegen inregenen, vorstbeveiliging, stormbeveiliging horen hiertoe.

Een derde categorie van extra's heeft betrekking op verbetering van de regelmethodeken. Zoals bijvoorbeeld proportioneel-integrerende regelaars, verbetering van meetmethoden. Met name wordt de lichtsterkte meting in heel wat kwaliteiten geleverd. Verbetering van de levensduur van de apparaten door toepassing van beter materiaal of betrouwbaarder methoden. In het artikel „Regelaar moet handzaam stuk gereedschap zijn” worden de diverse mogelijkheden nader aangegeven en beschreven.

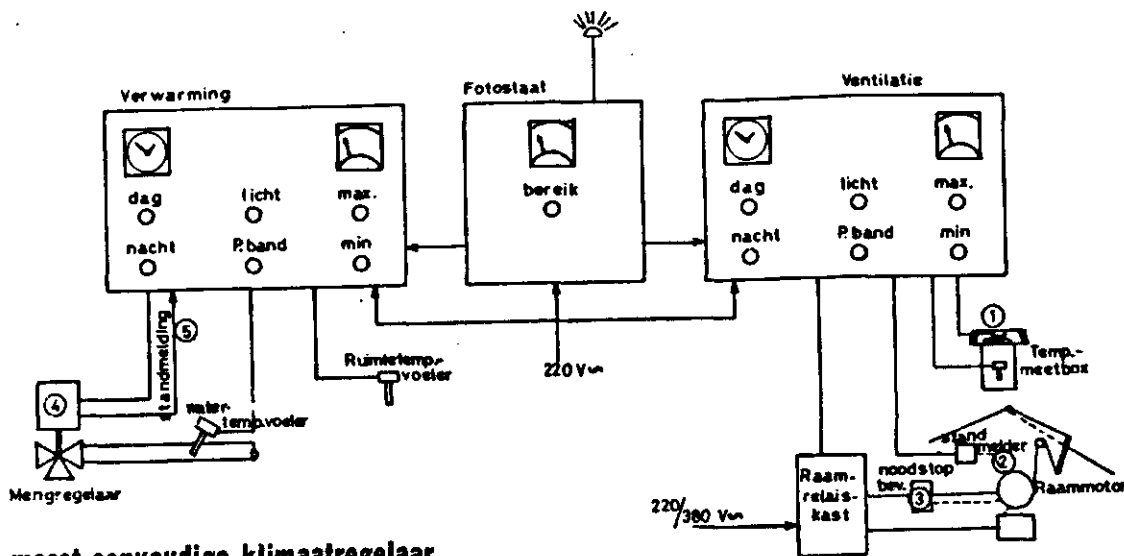
WATERDAMP-AFVOER

Voorlaaggebouwde kassen, waarin veel gewas groeit en waarin veel waterdamp wordt geproduceerd, worden — over een jaar gezien — langduriger gelucht om die waterdamp af te voeren dan om af te koelen. Er wordt in die kassen, terecht, meer gelet op eventuele benauwdheid dan op het exact handhaven van de eenmaal gekozen temperatuur.

Het regelsysteem volgens figuur 1 biedt geen goede oplossing voor het automatiseren van de luchting om „benauwdheid” te bestrijden.

De minimum-begrenzingsknop biedt de mogelijkheid om handbediend een kier onder de luchtramen in te stellen. Hierdoor gaat echter gemakkelijk te veel energie verloren of kan andere keren te weinig damp worden afgevoerd. Deze handbediening moet dus regelmatig worden nagesteld.

Door met behulp van een hoog ingestelde minimum-buistemperatuur te zorgen dat het langer dan normaal „te warm” wordt waarop die te hoge temperatuur wordt afgelucht, doet men iets dat wel brandstof kost. Bij veel



De meest eenvoudige klimaatregelaar

REGELAAR MOET HANDZAAM STUK GEREEDSCHAP ZIJN

verdamping (als de warmte door de verdamping wordt verbruikt) betekent dit al gauw te weinig terwijl bij weinig verdamping de raamopening onnodig ver wordt opengestookt.

Door het temperatuurniveau dat de verwarmingsregelaar moet realiseren hoger te kiezen dan de temperatuur waarop de luchting begint te openen, wordt de kas eveneens opengestookt. Deze methode introduceert grote onrust in het totaal. De raamopening koelt de kas snel af, sneller dan verwarming kan bijwarmen. Beide regelaars brengen de ander uit evenwicht. Bovendien kost deze methode, evenals de extra hoge minimum-buistemperatuur, onverantwoord veel brandstof.

HOE DAN WEL?

Er zijn enkele gegevens die houvast bieden. Het is belangrijk te weten dat alleen voor de waterdampafvoer geen grote raamopening nodig is. Dit varieert overigens. Het hangt samen met de ruimte in de kas, de gewasomvang en gewasstoestand, watergift en dergelijke zaken.

Maar de „dampafvoer-inrichting” kan een voorziening bevatten die de raamopening beperkt tot het maximaal noodzakelijke,



Een universeel apparaat dat alle denkbare invloeden zinvol kan combineren, aangepast aan de toestanden van het moment bestaat niet. Zelfs al heet hij computer.

De klimaatregelaar blijft gereedschap en moet kunnen worden gebruikt naar de behoefte van de dag. Het komt voor dat die behoefte een reeks van dagen achtereenvolgens gelijk blijft. Maar als de planten groeien, als er wordt geoogst, gegoten en als er aan ziektenbestrijding wordt gedaan, veranderen de situaties.

Telkens moet het programma van de regelaar worden aangepast. Koop daarom een apparaat waarvan u denkt dat het voor u een handzaam stuk gereedschap is.

bijvoorbeeld 10 pct. of 15 pct. Dit spaart brandstof!

Belangrijk is ook om te weten dat bij zacht buitenweer, een hoge buitentemperatuur en buitenlucht met een hoge luchtvochtigheid meer ventilatie nodig is om dezelfde hoeveelheid waterdamp af te voeren dan bij koud schraal (droog) buitenweer. Wind versnelt de ventilatie bij gelijkblijvende raamstand.

OP BUITENCONDITIES

Gebaseerd op deze kennis is een aantal apparaten gebouwd. Deze apparaten houden een instelbare raamopening bij zacht weer open en sluiten geleidelijk afhankelijk van slechter wordende buitencondities. Het is bekend dat verdamping wordt bevorderd door een lage luchtvochtigheid en dat bij een heel hoge luchtvochtigheid de verdamping wordt bemoeilijkt.

OP LUCHTVOCHTIGHEID

Er worden systemen gebouwd die de luchtramen bij een hoge luchtvochtigheid automatisch openen. Als de raamopening niet te groot wordt en als het openen van de luchtramen geen ontoelaatbaar snelle afkoeling veroorzaakt, kan ook deze methode goed functioneren.

Het probleem is dat instrumenten, om snel en betrouwbaar luchtvochtigheid te meten, erg kostbaar zijn en daarom bijna niet worden toegepast.

De droge en natte bol-meting wordt het meest gebruikt. Deze meting kan, mits goed geconstrueerd, goed functioneren, maar vereist wel blijvend onderhoud. Als alleen de natte bol-meting wordt toegepast, worden er veel technische problemen omzeild. Het is dan noodzakelijk om met de verwarming te zorgen dat de droge bol-temperatuur zoveel mogelijk in de kas wordt gerealiseerd.

Hygrostaten zijn traag en onnauwkeurig of erg duur. Waterdampafvoer vraagt geen gedurige verstelling van de luchtramen. Een geleidelijke aanpassing geeft minder slijtage van het luchtmechaniek. Voor zover valt te overzien zal de methode het meeste terrein winnen, waarbij een beperkte opening zich automatisch aanpast aan de buitenomstandigheden (wind — temperatuur). Deze kan worden ingesteld al naar behoefte en het vakmanschap en inzicht van de tuinder. In dit verband kan worden opgemerkt, dat er zeker behoefte is aan een buitenvochtmeting.

„ANTI-BENAUWDHEIDSKIER”

Wanneer is de „anti-benauwdheidskier” belangrijk? Voor alle gevallen waarbij wa-

terdampafvoer, desnoods bij een te lage kastemperatuur, voorwaarde is voor een goede groei. Hoe lager de kas is gebouwd, des te meer moet tegen „benauwdheid” worden opgetreden. Een sla-tuin heeft meer behoefte aan een goed werkende ventilatieautomaat dan aan een temperatuurregeling op de luchtramen (jawel, er zit verschil tussen!).

Wie ergens geen behoefte aan heeft moet het ook niet kopen. Een hoog gebouwde kas van bijvoorbeeld een plantenkweker wordt wel warm, maar is zelden koud en tegelijk benauwd.

UITDROGING

Als het te warm wordt, gaan de luchtramen automatisch open. Hoe warmer het is, des te verder staan ze open (proportionele regeling). Het is duidelijk dat de toenemende luchtverversing in toenemende mate waterdamp afvoert. De luchtvochtigheid in de kas zal dalen en de kans dat de planten door deze lagere luchtvochtigheid een begin van verwelken vertonen neemt daardoor toe.

De temperatuurovername wordt meestal veroorzaakt door de straling van de zonnelijke temperatuurverhoging waardoor de luchtramen bij meer licht (meer stralingswarmte) minder ver worden geopend, kan daarom het gevaar van de droging kleiner maken. De te sterke droging kan nog op andere manieren worden tegengegaan.

OP BUITENCONDITIES

Door het luchten bij koud en minderig weer voorzichtiger te laten toenemen dan bij zacht en warm buitenweer. De buitencondities vergroten de brandbreedte van de raamregeling als het buiten slechter wordt (koud — wind — droog?).

OP LUCHTVOCHTIGHEID

Bij toepassing van een vochtdeficit-invloed die het instelpunt van de temperatuur waarop wordt gelucht, opschuift naar een hogere waarde als de kaslucht droogt. Daardoor wordt een droge kas minder gelucht dan een vochtige. Dit systeem kan zichzelf gemakkelijk uit balans sturen.

Bij toepassing van een natte bol-temperatuurmeting zal de luchtig afhankelijk van een combinatie van te hoge temperatuur en te hoge luchtvochtigheid worden geopend.

Wie moet de regelaar kopen die bij het weg-ventileren van de ongewenste warmte op moet passen voor een te lage vochtigheid? U weet het: het geldt voor de meeste teelten. Maar besteedt er niet te veel geld aan, het effect van deze toevoeging blijft beperkt. Krijten is nog altijd een

maatregel. Automatisch schermen is in opkomst. Daksproeiers, gewaskoeling en dergelijke voorzieningen zijn ontstaan omdat de wens niet altijd haalbaar is.

PROGRAMMEREN BUISTEMPERAATUUR

Als verwarmingsbuizen onder in de kas zijn aangebracht, helpen ze om de luchtbeveging ter plaatse te bevorderen. Bovendien geeft de stralingswarmte een drogend effect op de omgeving. In de normale kasluchttemperatuurregeling neemt de buis een temperatuur aan die hoog genoeg is om de gevraagde hoeveelheid warmte af te geven.

Tijdens het openen van de luchtramen om waterdamp te laten ontsnappen koelt de kas af, wat een buistemperatuurstijging tot gevolg heeft. Alleen tijdens luchten, omdat het te warm is, zou de buis zo koud kunnen worden (er is dan geen warmtevraag), dat er geen drogend effect meer zou volgen.

Doordat alle eerste klimaatregelaars de luchtramen gingen openstoken, is de gebruiker gewend geraakt aan een verwarmingsbuis van 60°C en meer. Het openstoken vraagt echter meer verwarmingsenergie dan het eerst luchten en daarna bijverwarmen. Toch wordt de buistemperatuur bij somber, donker, stil, mistig en dood buitenweer met de hand opgevoerd om wat meer leven in de brouwerij te brengen. Daarvoor is een programma denkbaar.

Bij windstil en vochtig buitenweer zal een hogere buistemperatuur een positief effect hebben. Of dat altijd geldt voor windstil weer — niet koud — is de vraag. Het lijkt onwaarschijnlijk dat er een verband te vinden is tussen de buitenomstandigheden en de behoefte aan een bepaalde buistemperatuur.

Een enkelvoudige minimum buistemperatuur-begrenzing zal meestal voldoende mogelijkheden bieden om de vereiste drogende functie op het gewas te geven.

Twee keuzeknoppen, voor de nacht en voor de dag afzonderlijk, is vrijwel altijd toereikend. Let wel: voor die apparaten die voorzieningen hebben om benauwdheid weg te luchten.

Uitbreidingen van apparatuur om meer dan één mengklep of meer dan één raammotor te sturen, zowel als voorzieningen voor beveiliging tegen inrengen, vorst, storm en dergelijke, zullen te zijner tijd in een ander artikel worden besproken. Regelmethodeken, kwaliteitsverschillen door het installeren, methodes van meten kunnen nu evenmin ter sprake komen.

Bij het kiezen van een klimaatregelaar voor uw bedrijf moet u zich afvragen waar, op uw tuin, bij uw teelt de klimaatproblemen ontstak.

TH. J. M. VAN DER MEE

In de reeks BLOEMENINFORMATIE van het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas en het Proefstation voor de Bloemisterij te Aalsmeer en de Consulentschappen voor de Tuinbouw te Aalsmeer en Naaldwijk zijn beschikbaar:

1. De teelt van snijgroen (<i>Asparagus plumosa</i> "Nanus"), G. Nol	f	3,50
2. Teelt van Anthurium (<i>andrea-num</i>), J. v.d. Steen, 3 ^e druk	f	3,50
3. Teelt van herfstchrysanthen	f	3,50
4. Teelt van kasrozen, 3 ^e druk	f	5,-
5. Teelt van fnesia	f	5,-
6. Invloed van temperatuur en licht op groei, bloei en knolvorming bij fnesia		Uitverkocht
7. De teelt van jaarrondchrysanthen	f	7,50

BESTELLINGEN door overschrijving van het te betalen bedrag met vermelding van het gewenste op girorekening 29.31.10 ten name van het Proefstation, Zuidweg 38, Naaldwijk.

Gehele of gedeeltelijke overname van het in deze uitgave gepubliceerde UITSLUITEND met toestemming van het Proefstation (afdeling publiciteit).

IN DE INFORMATIEREEKS van het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas en het Consultantschap voor de Tuinbouw te Naaldwijk

zijn tot heden verschenen:

1. Plantenfysiologie in de tuinbouw, ing. D. Klapwijk	Uitverkocht
2. De mogelijkheden van éénmalig oogsten van augurken, ir. A.A.M. Sweep en P.H.G. Boonen	f 1,-
3. Literatuuronderzoek over rand bij sla, Ma.H.H. v.d. Hoeven en ir. A.J. Vijverberg	Uitverkocht
4. Problemen bij de teelt van meloenen, ir. A.J. Vijverberg	Uitverkocht
5. Paprikateelt onder glas, 3 ^e druk	Uitverkocht
6. Het zoutgehalte van het oppervlaktewater in de Noordplaspolder, ing. C. Sonneveld en J. van Beusekom	f 2,50
7. Samenvattingen van meet- en beoordelingsrapporten van gasgestookte ketelinstallaties, J. Meijndert	f 2,50
8. Teelt van herfsttomaten, 2 ^e druk	f 3,50
9. Teelt van herfstchrysanthen (zie "Bloemeninformatie")	
10. Teelt van herfstkomkommers, 2 ^e druk	Uitverkocht
11. Opkweek van tomaten, 2 ^e druk	Uitverkocht
12. De groenteteelt onder plastic op Sicilië	f 3,50
13. De opneming door planten van fluor uit de grond	Uitverkocht
14. Teelt van lichtverwarmede- en koude tomaten	f 3,50
15. Bedrijfseconomische facetten van verlenging van de opkweekperiode en de teelt in plastic potten van stooktomaten	f 3,50
16. Schaduwbepaling, ing. T. Dijkhuizen	f 25,-
17. Watervoorziening bij teelten onder glas, ing. J.J. van Schie en R. de Graaf, 2 ^e gewijzigde druk	f 5,-
18. Cultuurtechnische aspecten van de inrichting van glastuinbouwbedrijven	f 5,-
19. Druiventeelt, ing. P.A. Kruyk	f 2,50
20. Lichtafhankelijke klimaatregeling voor kassen, ir. D. Bokhorst, A. van Drenth en G.P.A. van Holsteyn	Uitverkocht
21. Toediening van koolzuurgas aan komkommers, ing. J.A.M. van Uffelen	Uitverkocht
22. Toepassing van herbiciden in de glastuinbouw, ing. W. den Boer	f 3,50
23. Toepassing van aardgas voor verwarming en CO ₂ -toediening, 3 ^e druk	f 3,50
24. Straling en watergift, 2 ^e druk	f 3,50
25. Beter overweg met de klimaatregeling	Uitverkocht
26. Minimale en optimale bedrijfs grootte in de glastuinbouw, A.J. Schoppers	f 2,50
27. Teelt van koolrabi onder glas, J.G.J. Janssen en J.J.G. Boots	f 3,50
28. Meet- en stooktechniek voor de glastuinbouw, ing. J. Meijndert en J.B. Verveer	f 3,50
29. Teelt van aubergine	f 4,-
30. Samenwerking van glastuinbouwbedrijven, ing. J.P. Bakker	f 4,-
31. Vergelijkende lichtmetingen, in een Venlo-warenhuis, aan hogedruk-kwik-jodide lampen gemonteerd in reflectoren van Philips en Foot-Electra	f 5,-
32. Broom in grond en gewas. Een literatuurstudie, dr. ir. J.P.N.L. Roorda van Eysinga	f 4,50
33. Energiebesparing in de glastuinbouw, ing. J. Meijndert, J.B. Verveer en Th. J. M. v.d. Meer	f 4,50