

LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT (LEI-DLO)

Interne Nota 392

Ing. N.J.A. van der Velden

**Milieuheffingen
en subsidies
in relatie tot het
energieverbruik in
de glastuinbouw
Een discussiestuk**

Juli 1991

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	5
1. INLEIDING	7
2. EFFECTEN VAN HEFFINGEN	9
3. OVERZICHT VAN DE BELANGRIJKSTE OPTIES	10
3.1 Energiebesparende voorzieningen	10
3.2 Gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte	12
4. EFFECTEN VAN SUBSIDIES EN TARIEFSTELLINGEN	16
4.1 Inleiding	16
4.2 Energiebesparende voorzieningen	16
4.3 Gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte	18
5. CONCLUSIES	20
LITERATUUR	21
BIJLAGEN (Berekeningen)	23
Bijlage 1 Ketelisolatie	24
Bijlage 2 Rookgascondensor	25
Bijlage 3 Warmte-opslag	29
Bijlage 4 Energiescherm	31
Bijlage 5 Warmte/kracht-installaties van tuinbouwbedrijven	34
Bijlage 6 Warmtelevering door derden	39

WOORD VOORAF

De Nederlandse glastuinbouw is een energie-intensieve bedrijfstak. De overheid streeft blijkens een aantal beleidsnota's (Nationaal Milieubeleidsplan (NMP), NMP-plus, Structuurnota Landbouw en Nota Energiebesparing) naar een reductie van de CO₂-emissie. In de glastuinbouw is het brandstofverbruik de belangrijkste bron van CO₂-emissie. Vermindering van het brandstofverbruik levert dus een bijdrage aan de reductie van de CO₂-emissie.

Het brandstofverbruik kan worden verminderd door een heffing op de prijs van energiedragers en het stimuleren van het gebruik van energiebesparende voorzieningen en alternatieve energiebronnen door subsidies en gunstige tariefstellingen. Op verzoek van het Landbouwschap en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij zijn in deze nota de mogelijkheden daartoe in beeld gebracht en zijn berekeningen gemaakt van de effecten van subsidies en tariefstellingen met als doel bouwstenen te leveren voor de discussie omtrent dit onderwerp. Deze nota sluit aan bij de reeds eerder gepubliceerde LEI-DLO-studie "Energie-efficiency en CO₂-emissie".

Bij de keuze van de uitgangspunten voor de berekeningen is overleg gepleegd met deskundigen. Bij een aantal opties zijn veronderstellingen gemaakt die niet gebaseerd zijn op meetresultaten. De resultaten mogen daarom niet te absoluut worden geïnterpreteerd maar zijn primair bedoeld als voorbeeld voor het geven van inzicht in de effecten van subsidies en tariefstellingen. Voor meer duidelijkheid omtrent de vraag wanneer opties rendabel zijn is nader onderzoek nodig.

De directeur,



L.C. Zachariasse

Den Haag, juli 1991

1. INLEIDING

De overheid streeft blijkens een aantal beleidsnota's naar een reductie van de CO₂-emissie. In de glastuinbouw is het brandstofverbruik, dat voor ongeveer 99% bestaat uit aardgas, de belangrijkste bron van CO₂-emissie. Vermindering van het totaal gasverbruik in de sector levert een bijdrage aan de reductie van de CO₂-emissie.

In de studie "Energie-efficiency en CO₂-emissie" van het LEI (Van der Velden et al., 1990) blijkt dat in de jaren tachtig de tuinders sterk reageerden op de hoogte van de gasprijs. Bij een hogere gasprijs is de brandstofintensiteit (m³ gas per m² kas) lager en bij een lagere gasprijs hoger. Voor de toekomst wordt algemeen verwacht dat de olieprijs op de wereldmarkt en daarmee de gasprijs beperkt zal stijgen. De tuinders zullen hierdoor opnieuw minder brandstof per m² kas gebruiken. Dit zal gerealiseerd worden door zuiniger om te gaan met energie (luchten, teelttemperatuur enz.) en door meer gebruik te maken van energiebesparende voorzieningen; bij een hogere gasprijs wordt dit immers eerder interessant. Het areaal glastuinbouw zal daarentegen naar verwachting toenemen waardoor het totale gasverbruik en daarmee de CO₂-emissie minder zal dalen dan het verbruik per m² kas.

Bovenop de reactie op de gasprijs kan extra brandstof worden bespaard door meer gebruik te maken van besparende voorzieningen en het gebruik van alternatieve energiebronnen. De belangrijkste energiebesparende voorzieningen zijn de rookgascondensor, het energiescherm en warmte-opslag. Volgens een globale schatting in de reeds eerder genoemde studie van het LEI kan hiermee bovenop de reactie op de gasprijsstijging 10-20% extra brandstofbesparing worden gerealiseerd. Uit het onderzoek "gebruikersrendementen aardgastestookte ketels" dat door het IMAG en het LEI wordt uitgevoerd in opdracht van de NOVEM (Nawrocki et al., in voorbereiding) blijkt dat door isolatie van de ketel een belangrijke hoeveelheid gas kan worden bespaard. Deze optie komt in deze nota eveneens aan de orde.

De belangrijkste alternatieve energiebron is de gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte. Dit kan door aanwending van warmte van elektriciteitscentrales, steg-eenheden of warmte-kracht-installaties (w/k-installaties) van nutsbedrijven op tuinbouwbedrijven of het gebruik van w/k-installaties door tuinbouwbedrijven-zelf. De brandstofbesparing kan hierbij plaats vinden in de glastuinbouw maar ook daarbuiten (elektriciteitscentrales). Volgens de reeds genoemde studie van het LEI kan hiermee bij een penetratiegraad van 100% en een warmtedekking van 50%, landelijk en uitgedrukt in het brandstofverbruik van de glastuinbouw ongeveer 30-40% brandstof worden bespaard. Het gebruik van deze alternatieve energiebronnen reduceert hierdoor de CO₂-emissie. De uitstoot van andere milieubelastende stoffen zoals stikstof- en zwaveloxiden kan daarentegen echter toenemen.

Het extra aanwenden van energiebesparende voorzieningen en het bevorderen van alternatieve bronnen kan worden bewerkstelligd door de gasprijs extra te verhogen door bijvoorbeeld regulerende heffingen en de extra opbrengsten te gebruiken voor het stimuleren van het gebruik van energiebesparende voorzieningen en alternatieve energiebronnen. Dit kan plaats vinden in de vorm van subsidies op investeringen en in de vorm van een gunstige tariefstelling voor de alternatieve bronnen.

Tuinders zullen op een hogere gasprijs reageren met energiebesparing; bij een hogere gasprijs is dit immers eerder interessant. Door een subsidie op energiebesparende investeringen zijn de kosten hiervan lager en zal aanwending gestimuleerd worden. Bij een lagere prijs voor restwarmte of w/k-warmte of een hogere prijs voor teruglevering van elektriciteit aan het openbare net zal het bedrijfseconomisch voordeel van de

gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte groter zijn en zal aanwending gestimuleerd worden.

Een hogere gasprijs resulteert echter in hogere energiekosten voor de bedrijfstak. Dit wordt gedeeltelijk gecompenseerd door energiebesparing. Energiebesparing brengt investeringen en extra kosten voor afschrijving, rente en onderhoud enz. met zich mee. Genoemde maatregelen resulteren daardoor per saldo in een kostenstijging voor de bedrijfstak. Dit heeft een negatieve invloed op de bedrijfsresultaten en de concurrentiepositie ten opzichte van het buitenland.

De doelstelling van deze nota is:

- het aangeven van het effect van heffingen op de hoogte van het brandstofverbruik;
- het maken van een overzicht van de belangrijkste brandstof-besparende opties;
- het geven van kwantitatief inzicht in de mogelijke besparingen van deze opties;
- het geven van inzicht in het effect van subsidies op investeringen in brandstofbesparende opties en
- het geven van inzicht in het effect van een gunstige tariefstelling op de aanwending van de gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte.

Hiervoor zal geen aanvullend onderzoek plaatsvinden maar zal gebruik worden gemaakt van de beschikbare informatie en inzichten. Bij de keuze van de uitgangspunten voor de berekeningen zijn bij een aantal opties veronderstellingen gemaakt die niet gebaseerd zijn op meetresultaten; dit geldt met name voor de opties energiescherm, warmte-opslag en warmte/kracht-installaties aangeschaft door tuinders. De resultaten mogen daarom niet te absoluut worden geïnterpreteerd.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op het effect van heffingen. Een overzicht van de belangrijkste opties en de mogelijke besparingen is gegeven in hoofdstuk 3. De effecten van subsidies en tariefstellingen worden in hoofdstuk 4 behandeld.

2. EFFECTEN VAN HEFFINGEN

Het effect van een heffing op de hoogte van het brandstofverbruik wordt bepaald door het gedrag van de tuinders. In het begin van de jaren tachtig steeg de gasprijs en daalde de brandstofintensiteit (m^3 gas per m^2 kas); in de tweede helft van de jaren tachtig daalde de gasprijs en steeg de brandstofintensiteit. Naast de gasprijs is ook de buitentemperatuur van invloed.

De verschillen in brandstofintensiteit tussen de jaren blijkt in de totale produktieglastuinbouw voor 88% verklaard te worden door het aantal graaddagen en de hoogte van de gasprijs (Van der Velden et al., 1990). Als het aantal graaddagen 100 hoger ligt is de brandstofintensiteit ruim $0,6 \text{ m}^3$ per m^2 lager. Bij een stijging van de reële gasprijs met 10 cent per m^3 (prijzen van 1980) blijkt de brandstofintensiteit ongeveer $4,7 \text{ m}^3$ per m^2 lager te liggen. Bij de subsectoren (groente, snijbloemen en potplanten) is de invloed van het aantal graaddagen verschillend maar de invloed van de gasprijs is ongeveer gelijk. De tuinders hebben in het verleden dus duidelijk gereageerd op veranderingen in de gasprijs. Dit is gerealiseerd door zuiniger om te gaan met energie (luchten, teelttemperatuur enz.) en door gebruik te maken van energiebesparende voorzieningen. Het Energiebesparingsbeleid Glastuinbouw (EBG- of sectorbeleid) heeft dit laatste versneld.

Voor de toekomst wordt verwacht dat tuinders op een overeenkomstige wijze reageren op veranderingen in de gasprijs. De relatie tussen de prijs en het verbruik is uitgedrukt in prijzen van 1980. In 1989 bedroeg de gasprijs ongeveer 19 cent per m^3 en de brandstofintensiteit gemiddeld 39 m^3 per m^2 . Volgens het middenscenario van het Ministerie van Economische zaken stijgt de gasprijs tot 34 cent in 2000 (prijspeil 1989); in prijzen van 1980 is dit 29 cent. Verwacht wordt dat de brandstofintensiteit hierdoor daalt van 39 m^3 per m^2 in 1989 tot 33 m^3 in 2000 (Van der Velden et al., 1990).

Indien door een heffing de gasprijs 10 cent (prijspeil 1990) extra hoger wordt is dit in prijzen van 1980 ongeveer 8,2 cent per m^3 . Verwacht wordt dat dit een extra daling van de brandstofintensiteit veroorzaakt van ongeveer 4 m^3 per m^2 ; bij 5 en 15 cent (prijspeil 1990) is dit respectievelijk ongeveer 2 en 6 m^3 per m^2 enz. Deze relatie geldt in het traject waarbinnen de gasprijs zich in de jaren tachtig heeft bewogen. In prijzen van 1990 is dit 20 tot 46 cent per m^3 . Buiten dit traject moet met de relatie enige voorzichtigheid worden betracht daar hierover geen gegevens beschikbaar zijn en bij hogere prijzen alternatieve energiebronnen (kolen, hout, afval, warmtepomp enz.) bedrijfseconomisch interessant kunnen worden.

3. OVERZICHT VAN DE BELANGRIJKSTE OPTIES

3.1 Energiebesparende voorzieningen

- *Rookgascondensor*

Met een rookgascondensor worden de rookgassen uit de gasketel verder afgekoeld waarbij tevens waterdamp uit de rookgassen condenseert. Hierdoor wordt er meer warmte uit het aardgas gehaald met als gevolg dat er minder gas nodig is. In de praktijk komen drie typen condensoren voor, dit zijn:

- de enkelvoudige condensor op de retour;
- de enkelvoudige condensor op een apart net en
- de combicondensor.

Het eerste type is aangesloten op de retour van het bestaande verwarmingsstelsel in de kas. Het tweede is aangesloten op een apart verwarmingsnet met een lage temperatuur. Het derde type bestaat uit twee secties waarvan de eerste is aangesloten op de retour en de tweede op apart net. Door het gebruik van een apart verwarmingsnet met een lage temperatuur (30-50°C) bij type twee en drie worden de rookgassen extra sterk afgekoeld waardoor de condensatie van waterdamp en de brandstofbesparing extra groot is. Uit onderzoek is gebleken dat de brandstofbesparing door de drie afzonderlijke typen op een groep tomatenbedrijven respectievelijk 5, 11 en 15% bedroeg (Van Rijssel, 1983). Uit het reeds eerder genoemde onderzoek "gebruiksrendementen aardgasgestookte ketels" blijkt dat het rendement van een ketel met condensor op de retour en met condensor op apart net niet veel verschil vertoont en de gasbesparing dus ongeveer gelijk is. De combicondensor geeft echter ook hier het beste resultaat.

In het begin van de jaren tachtig is de rookgascondensor op grote schaal geïnstalleerd. Het aandeel van de bedrijven met een rookgascondensor bedroeg in 1983/84 45% van alle bedrijven met een ketel (ruim 8.000). Bij de bedrijven met een brandstofintensiteit van meer dan 40 m³ per m² is dit 67%. Van deze 67% heeft 8% punt een condensor op de retour, 42% punt een condensor op een apart net en 17% punt een combicondensor. Recentere gegevens zijn helaas niet voorhanden. Verwacht wordt dat de situatie niet veel veranderd is. Er zijn dus bedrijven zonder condensor en bij de meeste bedrijven wordt niet de condensor met de grootste besparing, de combicondensor, gebruikt. Met een subsidie op de investering kan dit worden bevorderd. De extra te realiseren gasbesparing is afhankelijk van de besparingen die reeds plaats vinden als reactie op de stijging van de gasprijs. Verwacht wordt dat bij het middenscenario van het Ministerie van Economische zaken een extra besparing in de gehele sector van ongeveer 5% mogelijk is (Van der Velden, et al., 1990).

In de praktijk heeft een ontwikkeling plaatsgevonden waarbij in bepaalde perioden de temperatuur van het aparte laagwaardige verwarmingsnet bij de enkelvoudige condensor op apart net en bij de combicondensor op een hoger niveau wordt gebracht door bijmengen uit de ketel. Dit wordt gedaan omdat ter bevordering van de groei van het gewas op bepaalde plaatsen in de kas meer warmte gewenst is (groeipijpen, matverwarming) maar gaat ten koste van de gasbesparing. In deze situatie kan verbetering worden gebracht door de condensor aan te sluiten op een verwarmingsnet waarin geen hogere temperatuur gewenst is. Dit kan een extra besparing van enkele procenten tot gevolg hebben. Door subsidie op een dergelijk net kan dit worden bevorderd. De vraag is echter of een dergelijke regeling praktisch uitvoerbaar is (controle).

- *Energiescherm*

Energieschermen worden gebruikt om het warmteverlies vanuit de kas te verminderen. Er worden zowel vaste als beweegbare schermen gebruikt. Vaste schermen bestaan uit doorzichtig folie dat meestal in het begin van de teelt boven in de kas wordt aangebracht. Vaste schermen brengen meestal geen investeringen met zich mee; de folies worden meestal maar één maal gebruikt. We hebben hierdoor te maken met jaarkosten. Subsidies zijn hierbij niet relevant en het vaste scherm wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

Beweegbare schermen kunnen 's avond bij het donker worden automatisch geopend en bij het aanbreken van de dag automatisch gesloten worden. De verschillen bestaan vooral uit de mate van isolatie van het materiaal; we spreken dan van lichte (doorzichtige) en zware (aluminium) schermen. Een belangrijk nadeel van een scherm is dat het lichtverlies met zich meebrengt met als gevolg negatieve invloed op de produktie in de vorm van opbrengstderving.

In de eerste helft van de jaren tachtig zijn onder invloed van de hoge brandstofprijzen op een flink aantal bedrijven schermen in gebruik genomen. Waarschijnlijk is dit in de tweede helft van de jaren tachtig door onder andere de lage brandstofprijzen teruggelopen. Kwantitatief inzicht in het gebruik schermen is niet voorhanden. Het gebruik van schermen is sterk afhankelijk van het gewas dat wordt geteeld. In 1989 werd bij de tomaat bijna geen scherm gebruikt, bij komkommer, paprika, gerbera en chrysaant werd op veel bedrijven geschermd (Verhaegh et al., 1990). Bij chrysaant en gerbera zijn dit hoofdzakelijk beweegbare schermen en bij paprika vaste schermen; komkommer neemt een tussenpositie in. De te realiseren gasbesparing is naast het type scherm sterk afhankelijk van de wijze van gebruik; dit kan per bedrijf sterk verschillen. Meetresultaten van de momenteel in gebruik zijnde schermen zijn niet voorhanden. Verwacht wordt dat bij het middenscenario voor de gasprijs een extra besparing in de gehele sector van ongeveer 5-15% mogelijk is (Van der Velde et al., 1990). Bij gebrek aan kwantitatief inzicht in de technische prestaties en de in gebruik zijnde schermen is geen nauwkeuriger schatting te maken. Door een subsidieregeling op de investering kan het gebruik van schermen worden bevorderd.

Een nieuwe ontwikkeling is het gebruik van schermen ter verbetering van het klimaat in de kas. Een licht (doorzichtig) scherm wordt dan in het zomerseizoen gebruikt voor het beperken van de instraling. Dit moet leiden tot een verbetering van de kwaliteit van de produkten en een verhoging van de geldopbrengst. Deze schermen kunnen 's nachts en in het begin van de teelt op de dag gebruikt worden als energiescherm. Genoemde ontwikkeling kan een extra stimulans zijn voor het gebruik van lichte schermen.

- *Warmte-opslag*

In de glastuinbouw wordt ter bevordering van de groei van het gewas en de produktie overdag op grote schaal CO₂ gedoseerd. Gewoonlijk worden hiervoor de rookgassen uit de gasketel gebruikt. In perioden met warmtevraag komt CO₂ kosteloos als afval beschikbaar. In de praktijk vinden momenteel ontwikkelingen plaats waarbij men ook CO₂ wil doseren in perioden zonder warmtevraag (voorjaar en 's zomers op de dag). Er kan dan zuiver CO₂ gedoseerd worden of er kan aardgas verbrand worden voor de produktie van CO₂. Zuiver CO₂ is duurder dan het verstoken van aardgas. Bij het verstoken van aardgas voor CO₂-produktie kan een beperkt deel van de vrijkomende warmte worden opgeslagen in de ketel. Indien meer CO₂ gewenst is kan men de vrijkomende warmte verloren laten gaan, dit verhoogt het brandstofverbruik.

Warmte-opslag in een warmte-opslagtank kan dit extra brandstofverbruik beperken. Meetresultaten over de te realiseren gasbesparing zijn niet voorhanden. Dit is afhankelijk van de hoeveelheid warmte die is te

benutten in de nacht van relatief warme dagen en ligt in de orde van grootte van enkele m³ per m² per jaar (Nawrocki, 1984). Uitgedrukt in het gemiddeld gasverbruik in de tuinbouw komt dit overeen met ongeveer 5-10%. Dit is geen extra besparing zoals bij de condensor en het scherm maar een beperking van de toename van het brandstofverbruik als gevolg van extra CO₂-dosering.

De meeste bedrijven gebruiken geen warmte-opslagtank; exacte informatie is niet voorhanden. Door een subsidie op de investering kan het gebruik worden bevorderd.

- *Ketelisolatie*

Uit het reeds eerder genoemde onderzoek "Gebruiksefficiënties aardgasgestookte ketels in de glastuinbouw" dat door het IMAG en het LEI wordt uitgevoerd in opdracht van de NOVEM blijkt dat door isolatie van de ketel gas bespaard kan worden (Nawrocki et al., in voorbereiding). Uit de voorlopige resultaten blijkt dat het gasverbruik van de ketel bij een isolatie van 8 cm ongeveer 200 m³ per week lager is dan bij een isolatie van 6 cm; op jaarbasis is dit ongeveer 10.000 m³.

De gemiddelde isolatie van de 12 ketels in het onderzoek is 6 cm. Indien dezelfde getallen voor de gehele glastuinbouw gelden dan kan door het aanbrengen van een isolatie van 8 cm bij alle ketels waar dit nog niet het geval is in de gehele sector ruim 80 miljoen m³ gas bespaard worden; dit is ongeveer 2 tot 3% van het totaal gasverbruik in de sector. Door een subsidie op de investering kan het isoleren van de ketel worden bevorderd.

3.2 Gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte

De produktie van elektriciteit in centrales vindt plaats met een laag rendement. De verbruikte brandstof wordt voor ongeveer 35 tot 40% omgezet in elektriciteit; het resterende deel gaat verloren als afvalwarmte. Deze warmte zou aangewend kunnen worden in de glastuinbouw. Een nadeel is echter dat deze warmte beschikbaar komt bij een lage temperatuur (30-40°C), ook wel laagwaardige warmte genoemd. De glastuinbouw heeft echter een verwarmingstechniek ontwikkeld met als kenmerk een hoge watertemperatuur (maximaal 90°C). Het gebruik van laagwaardige warmte vereist aanpassing van het verwarmingssysteem en de ontwikkeling van een nieuwe stooktechniek en brengt hoge kosten met zich mee (Van der Velden, 1989).

Bij de gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte wordt de brandstof aanzienlijk efficiënter gebruikt dan bij afzonderlijke produktie. Tevens komt de warmte beschikbaar bij een relatief hoog temperatuurniveau (hoogwaardige warmte) waardoor dit relatief eenvoudig is aan te wenden op een glastuinbouwbedrijf. De gezamenlijke brandstofbesparing van het tuinbouwbedrijf en de centrale kan oplopen tot 25% per gecombineerde elektriciteit-warmte-eenheid. Indien de besparing wordt uitgedrukt in het brandstofverbruik van de glastuinbouw kan bij een dekking van de jaarlijkse warmtebehoefte van 50% en een penetratiegraad van 100% ongeveer 30 tot 40% brandstof worden bespaard.

De glastuinbouw kan op verschillende wijzen betrokken zijn bij de gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte. De mogelijkheden zijn:

- het gebruik van restwarmte van elektriciteitscentrales;
- het gebruik van warmte van STEG-eenheden;
- de aanschaf van een w/k-installatie door het tuinbouwbedrijf;
- het gebruik van warmte van een w/k-installatie van een nutsbedrijf;

Deze mogelijkheden worden hierna afzonderlijk behandeld.

Het gebruik van deze alternatieve energiebronnen brengt hoge investeringen met zich mee. Per eenheid warmteleverend-vermogen zijn w/k-installaties en warmtetransportsystemen duurder dan gasketels. Alternatieve bronnen worden daardoor vaak gebruikt voor de basislast van de warmtebehoefte van het tuinbouwbedrijf. De alternatieve bron heeft dan een beperkte capaciteit, komt het eerst in werking en gaat het laatst uit. De gasketel wordt gebruikt voor de pieklast en het doseren van CO₂. De hoogte van de investering wordt hierdoor beperkt en toch kan in een groot deel van de jaarlijkse warmtebehoefte worden voorzien. Dit laatste wordt de dekking genoemd. CO₂-dosering wordt in de glastuinbouw steeds belangrijker (zie ook paragraaf 3.1, warmte-opslag) en gaat ten koste van de hoogte van de dekking.

- Restwarmte

Bij gecombineerde productie van elektriciteit en warmte door elektriciteitscentrales wordt de geproduceerde warmte restwarmte genoemd. Deze warmte kan door de tuinbouw worden aangewend. In de omgeving van Breda en Tilburg wordt op deze wijze door enkele tientallen bedrijven gebruik gemaakt van restwarmte. De tuinbouw is echter meestal niet gevestigd in de directe omgeving van een centrale waardoor de warmte naar de tuinbouw zal moeten worden getransporteerd. Het transport van de warmte brengt door de grote investeringen in het transportsysteem hoge kosten met zich mee.

De kosten van het transportsysteem kunnen worden beperkt door tuinbouwvestiging in de directe nabijheid van de centrale. In de Plukmadese polder in Noord-Brabant wordt op deze wijze door enkele tientallen bedrijven gebruik gemaakt van restwarmte. De glastuinbouw in Nederland wordt echter voor een groot deel bedreven in grote concentratiegebieden (Westland, de Kring, Aalsmeer e.o. enz.); intensieve kennisuitwisseling is hierbij van groot belang (Verhaegh, 1987). Door verplaatsing van de glastuinbouw naar de directe omgeving van elektriciteitscentrales loopt deze kennisuitwisseling gevaar.

Het gebruik van restwarmte kan worden bevorderd door een gunstige tariefstelling van de warmte en door subsidies op investeringen in het warmtetransportsysteem. Door de hoge kosten van het warmtetransportsysteem is het belangrijk dat de toepassing van restwarmte grootschalig plaats vindt. De tariefstelling speelt hierbij een belangrijke rol.

In de glastuinbouw van Denemarken wordt in het gebied Odense en omgeving op grote schaal gebruik gemaakt van restwarmte (Verhaegh et al., 1986; Van der Velden et al., 1986). De tariefstelling is hier anders dan in Nederland. In Nederland wordt betaald per geleverde hoeveelheid warmte (GJ). De prijs is gekoppeld aan de gasprijs en er wordt een (kleine) korting gegeven. De investering in het transportsysteem komt voor rekening van het nutsbedrijf.

In Denemarken wordt afgerekend per geleverde hoeveelheid warm water (m³). De "waterprijs" is afgestemd op de olieprijs en een normale afkoeling (delta t) van het water in de kas (20°C). Deze tariefstelling stimuleert de tuinders het water sterker af te koelen dan gebruikelijk in de kassen; een grotere delta t resulteert immers in een lagere warmteprijs. Een grotere afkoeling is tevens gunstig voor de centrale (rendement) en het warmtetransportsysteem wordt efficiënter gebruikt. Per hoeveelheid water wordt immers meer warmte getransporteerd. Dit kan resulteren in een verlaging van de transportkosten. Door de grotere afkoeling krijgen we gedeeltelijk te maken met laagwaardige warmte. Dit resulteert in extra kosten van een aangepast verwarmingssysteem in de kas. Daarnaast is door de Deense tuinders geïnvesteerd in het warmtetransportsysteem.

- Steg-eenheden

De gecombineerde productie van elektriciteit en warmte in elektriciteitscentrales kan ook plaats vinden in zogenaamde STEG-eenheden. Dit zijn kleine centrales (25 tot 250 MWe) met een stoom en gasturbine. Door

gebruik te maken van deze kleine eenheden (centrales) kan de warmte beschikbaar komen in regio's met warmtebehoefte (tuinbouwcentra). De investeringen in en de kosten van het transportsysteem kunnen hierdoor worden beperkt en de glastuinbouw behoeft niet te worden verplaatst. In Helmond wordt reeds gebruik gemaakt van een STEG-eenheid. Hiermee worden woningen in Helmond en enige tientallen glastuinbouwbedrijven in Asten van warmte voorzien.

Het gebruik van warmte van STEG-eenheden kan evenals bij restwarmte worden bevorderd door een gunstige tariefstelling en door subsidies op de investering in het warmtetransportsysteem.

- *Warmte/kracht-installaties van tuinbouwbedrijven*

De gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte kan ook plaats vinden op tuinbouwbedrijven; gesproken wordt dan over een w/k-installatie of total-energy-installatie. Bij deze installaties komt de warmte bij een iets lagere temperatuur beschikbaar dan bij de gasketel (ongeveer 80°C ten opzichte van 90°C). Een dergelijke installatie wordt meestal aangeschaft bij toename van het elektriciteitsverbruik op het tuinbouwbedrijf. Naast een mogelijk voordeel bij de elektriciteitskosten kan hiermee vaak een investering in een kabelverzwaring vanaf het openbare net worden uitgespaard.

Indien een dergelijke installatie wordt aangeschaft door een tuinder is deze meestal gedimensioneerd op basis van de elektriciteitsbehoefte van het tuinbouwbedrijf. De installatie kan ook gedimensioneerd worden op basis van de warmtebehoefte waarbij elektriciteit aan het openbare net wordt teruggeleverd. Dit is vanwege de geringe terugleververgoeding meestal niet interessant. Het voordeel van dimensionering op basis van de warmtebehoefte is dat de gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte op een grotere schaal plaats vindt (een grotere installatie); hierdoor wordt er meer brandstof bespaard.

Omtrent het aantal bedrijven en het type bedrijf dat een dergelijke installatie heeft aangeschaft is geen exacte informatie bekend. Volgens Projectbureau Warmte/Kracht was in 1990 ongeveer 150 MW elektrisch vermogen aan w/k-installaties door tuinders in gebruik. Dit betekent dat de meeste tuinders geen w/k-installatie hebben.

Een subsidie op de investering en een hogere terugleververgoeding kan leiden tot het meer gebruiken van w/k-installaties. Een hogere terugleververgoeding heeft ook een positieve invloed op het dimensioneren van de installaties op basis van de warmtebehoefte.

Het stimuleren van de aanschaf van een w/k-installatie door tuinders kan tot gevolg hebben dat de elektriciteitskosten voor het tuinbouwbedrijf dalen. Dit kan een stimulans zijn voor het toepassen van assimilatiebelichting hetgeen het energieverbruik kan doen toenemen. Verwacht wordt dat dit effect in de praktijk mee zal vallen daar de elektriciteitskosten maar een deel van de kosten voor assimilatiebelichting bepalen en het bedrijfseconomisch voordeel van belichting in hoofdzaak bepaald wordt door het effect op de hoogte en de kwaliteit van de produktie en dus op de extra opbrengsten. Daarnaast is het nog maar de vraag of door genoemde maatregelen de elektriciteitskosten dalen en het energieverbruik door belichting belangrijk toeneemt. De meeste elektriciteit wordt in de lampen immers omgezet in warmte. De hoogte van de kosten van elektriciteit geproduceerd met w/k-installaties is naast de hoogte van de subsidie en van de terugleververgoeding eveneens afhankelijk van de hoogte van de heffing op de gasprijs en eventueel de elektriciteitsprijs.

- *Warmte/kracht-installaties van nutsbedrijven*

Een w/k-installatie kan ook worden aangeschaft door een nutsbedrijf en geplaatst op een tuinbouwbedrijf. Meestal wordt dan de geproduceerde elektriciteit aangewend in het openbare net en de warmte geleverd aan het tuinbouwbedrijf. Het voordeel is dat de installatie gedimensioneerd wordt op basis van de warmtebehoefte van het tuinbouwbedrijf en er meer brand-

stof wordt bespaard. Op deze wijze was volgens Projectbureau Warmte/Kracht in 1990 ongeveer 50 MWe in exploitatie genomen.

Het nutsbedrijf kan ook gezamenlijk met een tuinder een w/k-installatie exploiteren (joint venture). Het voordeel is eveneens dat de installatie gedimensioneerd wordt op basis van de warmtebehoefte. Voor de tuinder betekent deze optie meestal dat er warmte wordt gekocht en dat het economisch voordeel afhankelijk is van de gezamenlijke exploitatie van de installatie. De verschillen liggen dus op het juridische en financiële vlak.

Het gebruik van warmte van w/k-installaties van nutsbedrijven of van nuts- en tuinbouwbedrijven gezamenlijk kan eveneens worden bevorderd door een gunstige tariefstelling van de warmte.

4. EFFECTEN VAN SUBSIDIES EN TARIEFSTELLINGEN

4.1 Inleiding

Het gebruik van energiebesparende voorzieningen en de gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte kan worden bevorderd door subsidies op investeringen en een gunstige tariefstelling. De mate waarin wordt bepaald door het gedrag van de tuinders; dit is van vele factoren afhankelijk. Gesteld kan worden dat tuinders pas bereid zijn tot investeren of het gebruik van een alternatieve bron indien hier bedrijfseconomisch voordeel tegenover staat. Hoe groter het voordeel hoe groter de bereidheid. Om inzicht te krijgen in het bedrijfseconomisch voordeel en de invloed van subsidies en de tariefstelling hierop zijn berekeningen gemaakt.

Het bedrijfseconomisch voordeel van de afzonderlijke opties is voor een belangrijk deel afhankelijk van de technische prestaties. Deze hangen voor een deel samen met de bedrijfssituatie. De berekeningen zijn gemaakt voor een bepaalde bedrijfssituatie. Daar niet bij alle opties inzicht bestaat in de mogelijke technische prestaties zijn deze ingeschat. De resultaten mogen daarom niet te absoluut worden geïnterpreteerd. Het gaat hier echter primair om de invloed van de subsidies en een gunstige tariefstelling en minder om het wel of niet rendabel zijn van de opties op zich.

Gekozen is voor een bedrijf met een stookteelt en met de volgende kenmerken:

- oppervlakte glas 12.500 m²;
- warmtevraag 50 m³ a.e./m² per jaar (1582,5 MJ/m².jaar), ofwel 19.780 GJ/jaar;
- bij de energiebesparende voorzieningen is er van uitgegaan dat hiervoor 50 m³ gas/m².jaar, ofwel 625.000 m³ per jaar nodig is - opbrengstniveau f 80,-/m².jaar, ofwel f 1.000.000,- per jaar
- benodigde ketelcapaciteit 240 W/m², ofwel 3 MW

4.2 Energiebesparende voorzieningen

Bij de energiebesparende voorzieningen is het bedrijfseconomisch voordeel afhankelijk van de kosten en de gasbesparing van de betreffende optie en van de gasprijs. De kosten hangen samen met de hoogte van de investering en de gasbesparing wordt bepaald door de technische prestaties. Berekend is de gasprijs waarboven een investering voordeel oplevert; dit wordt de equivalentieprijs genoemd. Dit is gedaan met en zonder subsidie. Voor de hoogte van de subsidie is 25% aangehouden.

De uitgangspunten en de berekeningen per energiebesparende voorziening staan vermeld in de bijlagen 1 t/m 4. Bij de optie ketelisolatie is de investering afhankelijk van de in gebruik zijnde ketel. Er zijn ketels waar de isolatie relatief eenvoudig is aan te brengen en er zijn ketels waarbij dit wat moeilijker uitvoerbaar is. Beide situaties zijn in beschouwing genomen.

Bij de rookgascondensor worden de drie typen onderscheiden (zie pag. 10). De enkelvoudige condensor op het aparte net wordt het meest gebruikt terwijl de combicondensor de hoogste gasbesparing met zich meebrengt. De situatie waarin de enkelvoudige condensor op apart net vervangen wordt door een combicondensor wordt ook in beschouwing genomen.

Bij het energiescherm is een licht en een zwaar scherm in beschouwing genomen, bij het lichte scherm is onderscheid gemaakt tussen wel en geen voordeel van een verbetering van het klimaat. Bij de optie warmte-

opslag is zowel een kleine als een grote tank in beschouwing genomen. Zowel bij het energiescherm als bij warmte-opslag is de informatie over technische prestaties beperkt. Bij de berekeningen zijn daarom twee situaties, relatief gunstige en relatief ongunstige technische prestaties, in beschouwing genomen.

- *Resultaten*

De berekeningen en de resultaten zijn weergegeven in de bijlage 1 t/m 4. In tabel 4.1 zijn de resultaten samengevat. Vermeld is de equivalentieprijs zonder en met subsidie en het verschil door subsidie. Uit de tabel blijkt dat de ketelisolatie het eerst (bij de laagste gasprijs) bedrijfseconomisch voordeel oplevert gevolgd door de condensor. Het energiescherm levert pas bij een hogere gasprijs voordeel op; warmte-opslag neemt een tussenpositie in. De hoge equivalentieprijs bij het scherm wordt veroorzaakt doordat deze optie naast brandstofbesparing ook lichtverlies en dus opbrengstderving met zich meebrengt.

Het verschil tussen de equivalentieprijs zonder en met subsidie bedraagt bij alle opties behalve het scherm ongeveer 24%. Bij een scherm is dit ongeveer 10%; dit wordt veroorzaakt doordat bij een scherm de kosten niet alleen samenhangen met de hoogte van de investering maar ook bepaald worden door de invloed op de produktie (lichtverlies en klimaatvoordelen).

Tabel 4.1 *Equivalentieprijs van de energiebesparende voorzieningen in de situatie zonder en met subsidie en het verschil door subsidie (cent/m³ gas)*

Optie	Equivalentieprijs		Verschil door subsidie
	zonder subs.	met subs.	
ketelisolatie			
- rel. éénvoudig uitvoerbaar	8,4	6,3	2,1 (25%)
- rel. moeilijk uitvoerbaar	14,0	10,5	3,5 (25%)
condensor			
- enkelv. op retour (a)	12,0	9,2	2,8 (23%)
- enkelv. op a.n. (b)	15,8	12,2	3,6 (23%)
- combicondensor (c)	12,4	9,6	2,8 (23%)
- vervanging (b) door (c)	18,0	13,8	4,2 (23%)
warmte-opslag			
- kleine tank			
- rel.gunst.techn.prest.	18,5	14,2	4,3 (23%)
- rel.ongunst.techn.prest.	37,0	28,4	8,6 (23%)
- grote tank			
- rel.gunst.techn.prest.	16,7	12,8	3,9 (23%)
- rel.ongunst.techn.prest.	33,3	25,6	7,7 (23%)
scherm			
- zwaar			
- rel.gunst.techn.prest.	38,2	34,5	3,7 (10%)
- rel.ongunst.techn.prest.	45,9	41,1	4,8 (10%)
- licht zonder klimateffect			
- rel.gunst.techn.prest.	57,4	52,5	4,9 (9%)
- rel.ongunst.techn.prest.	76,5	70,0	6,5 (8%)
- licht met klimateffect			
- rel.gunst.techn.prest.	32,9	29,7	3,2 (10%)
- rel.ongunst.techn.prest.	39,5	35,6	3,9 (10%)

4.3 Gecombineerde productie van elektriciteit en warmte

Bij de alternatieve bronnen hebben we te maken met een w/k-installatie aangeschaft door een tuinder of hoogwaardige warmtelevering door derden aan een tuinbouwbedrijf. Het bedrijfseconomisch voordeel van een investering in een w/k-installatie door een tuinder hangt samen met de kosten van het apparaat en de gas- en elektriciteitsprijs. De aanschaf van een installatie kan worden bevorderd door een subsidie op de investering of een hogere terugleververgoeding voor de elektriciteit. Berekend is het bedrijfseconomisch voordeel voor een tuinder in de situatie zonder en met subsidie en met een hogere terugleververgoeding. Dit is gedaan voor een grote en een kleine w/k-installatie. Een mogelijke besparing op het niet behoeven te investeren in een kabelverzwaring is bij de berekeningen buiten beschouwing gelaten evenals een grotere dimensionering van het apparaat bij een hogere terugleververgoeding. Van de w/k-installaties bestaat zeer weinig kwantitatief inzicht in de technische prestaties in relatie tot de bedrijfssituatie, het type installatie en de hoogte van de investeringen. De berekeningen moeten daarom alleen als een voorbeeld worden gezien.

Bij warmtelevering door derden wordt het bedrijfseconomisch voordeel bepaald door de verhouding van de warmteprijs tot de gasprijs. De afname van warmte kan worden bevorderd door subsidie op de investering in het warmtetransportsysteem en een gunstige tariefstelling. Daar in Nederland door de tuinders (nog) niet wordt geïnvesteerd in het warmtetransportsysteem heeft een subsidie op de investering in het transportsysteem alleen effect indien dit resulteert in een gunstige tariefstelling. Bij de berekeningen is daarom alleen gekeken naar de tariefstelling.

In Nederland komen relatief gunstige en relatief minder gunstige tariefstellingen voor (Bennings, 1987); twee situaties zijn in beschouwing genomen. Dit is de tariefstelling gebaseerd op de onderste verbrandingswaarde en de tariefstelling gebaseerd op de bovenste verbrandingswaarde van het aardgas. Ook is de "Deense" tariefstelling voor restwarmte in beschouwing genomen. Hierbij is de warmteprijs echter niet zoals in Denemarken gebaseerd op de olieprijs maar op de gasprijs. De investering in het warmtetransportsysteem door de tuinders bij de laatste tariefstelling is bij gebrek aan goede informatie niet meegenomen in de berekeningen.

Het voordeel voor een tuinbouwbedrijf van warmtelevering door derden is sterk afhankelijk van de efficiency waarmee de warmte op het eigen bedrijf wordt geproduceerd. Dit is afhankelijk van het gebruik van een condensor en het type condensor. De berekeningen zijn daarom gemaakt voor de situatie met de verschillende condensortypen en zonder condensor.

- Resultaten w/k-installaties van tuinbouwbedrijven

De voorbeeldberekeningen van het bedrijfseconomisch voordeel van een investering in een w/k-installatie door een tuinder zijn vermeld in bijlage 5. In tabel 4.2 zijn de resultaten samengevat; vermeld is het bedrijfseconomisch voordeel in de situatie zonder en met subsidie en met een hogere terugleververgoeding. Uit de tabel blijkt dat een subsidie op de investering en een hogere terugleververgoeding het voordeel aanzienlijk doen toenemen.

Vermeld moet worden dat het effect van een hogere terugleververgoeding sterk afhankelijk is van de technische prestaties (elektriciteitsproductie, aandeel eigen gebruik enz.); bij een hoger aandeel eigen gebruik zal het effect van een hogere terugleververgoeding kleiner zijn en andersom. De invloed van de technische prestaties op het effect van een subsidie is veel minder. Berekeningen bij hogere energieprijzen (gas en elektriciteit) geven een overeenkomstige beeld te zien.

Tabel 4.2 *Het bedrijfseconomisch voordeel van een investering in een grote en een kleine w/k-installatie door een tuinder, zonder en met subsidie en met een hogere terugleververgoeding (f/jaar)*

Installatie	Zonder subsidie	Met subsidie	Met hogere terugleververgoeding
Groot	f 9.250,-	f 33.750,-	f 39.250,-
Klein	f 1.450,-	f 4.960,-	f 5.060,-

- Resultaten warmtelevering door derden

Het bedrijfseconomisch voordeel van de drie afzonderlijke tariefstellingen is berekend in bijlage 6. In tabel 4.3 zijn de resultaten samengevat. Het voordeel is afhankelijk van het door het tuinbouwbedrijf in gebruik zijnde condensortype. Bij de tariefstelling met een korting van 10% op onderwaarde loopt het voordeel afhankelijk van het condensortype uiteen van f 2.350,- tot f 10.200,- per jaar. Bij een korting van 10% op bovenwaarde is dit respectievelijk f 9.150,- tot f 17.000,- en bij de "Deense" tariefstelling f 22.580,- tot f 27.800,- per jaar.

De korting op bovenwaarde geeft dus een groter voordeel dan de korting op onderwaarde. De "Deense" tariefstelling geeft het grootste voordeel. Hiertegenover staat wel een bijdrage in de investering in het transportsysteem welke niet is meegenomen in de berekening.

Tabel 4.3 *Het bedrijfseconomisch voordeel voor een tuinder van warmtelevering door derden bij drie tariefstellingen, afhankelijk van het condensortype (f/jaar)*

Condensortype	Tariefstelling		
	10% op o.w.	10% op b.w.	"Deense"
Geen	f 10.200,-	f 17.000,-	f 27.800,-
Condensator op retour	f 4.980,-	f 11.780,-	f 22.580,-
Condensator op apart net	f 4.580,-	f 11.380,-	f 26.050,-
Combicondensator	f 2.350,-	f 9.150,-	f 23.820,-

5. CONCLUSIES

- heffingen

Verwacht wordt dat een extra stijging van de gasprijs van 10 cent binnen het traject van 20 tot 46 cent per m³ resulteert in een extra verlaging van de gemiddelde brandstofintensiteit in de glastuinbouw van 4 m³ aardgas per m² kas (alles prijspeil 1990).

- extra gasbesparing door energiebesparende voorzieningen

Verwacht wordt dat door het gebruik van een combicondensator in de gehele glastuinbouw ongeveer 5% extra brandstof kan worden bespaard.

Verwacht wordt dat door een betere ketelisolatie in de gehele glastuinbouw ongeveer 2 tot 3% extra brandstof kan worden bespaard.

Warmte-opslag zal niet zozeer een extra brandstofbesparing tot gevolg hebben maar kan wel de toename van het brandstofverbruik door CO₂-dosereren in perioden zonder warmtevraag beperken.

Voor het energiescherm kan bij gebrek aan kwantitatief inzicht in de technische prestaties en de in gebruik zijnde schermen geen nauwkeurige schatting worden gemaakt.

- gasbesparing door alternatieve energiebronnen

Door de gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte kan bij een penetratiegraad van 100% en een warmte dekking van 50% landelijk en uitgedrukt in het brandstofverbruik van de glastuinbouw ongeveer 30 tot 40% brandstof worden bespaard. Door het niet beschikbaar zijn van kwantitatief inzicht in de technisch prestaties van met name van w/k-installaties is het niet goed mogelijk de haalbare penetratiegraad en warmte dekking in te schatten.

- subsidies en energiebesparende voorzieningen

Het effect op het bedrijfseconomisch voordeel van een subsidie op een investering in energiebesparende voorzieningen is het grootst bij de opties ketelisolatie, rookgascondensator en warmte-opslag en beperkt bij het energiescherm.

- subsidies en terugleververgoeding bij w/k-installaties

Het effect op het bedrijfseconomisch voordeel van een subsidie op de investering in een w/k-installatie door tuinders-zelf en een hogere vergoeding voor levering van elektriciteit aan het openbare net is groot.

- tariefstelling warmtelevering door derden

Er bestaan grote verschillen in het bedrijfseconomisch voordeel voor een tuinder van warmtelevering door derden door verschillen in tariefstelling.

LITERATUUR

Bennings, J.

Leveringsvoorwaarden bij de toepassing van afval- en restwarmte
Den Haag, LEI, 1987; Mededeling 367

Holsteijn, G.P.A. van

"Op welk scherm valt de keus?"

In: Groenten en Fruit, 28 september 1990, pp54-57

Nawrocki, K.R.

De relatie tussen CO₂-doseren en het brandstofverbruik bij het stoken met
aardgas in de glastuinbouw

Wageningen, IMAG, 1984; rapport 62

Nawrocki, K.R. en N.J.A. van der Velden

Gebruiksrendementen aardgasgestookte ketels in de glastuinbouw; Gissen is
missen, meten is weten

Wageningen, IMAG, (in voorbereiding)

Rijssel, E. van

Stoken met voorbedachte rade; Verslag van een onderzoek naar de oorzaken
van verschillen in brandstofverbruik bij de teelt van vroege stooktomaten
Den Haag, LEI, 1983; Onderzoekverslag 3

Velden, N.J.A. van der, K.R. Nawrocki en H.J. de Sterke

Afstandsverwarming in de glastuinbouw van Denemarken en de Bondsrepubliek;
Verslag van een studiereis

Den Haag, LEI, 1986; Mededeling 353

Velden, N.J.A. van der

Laagwaardige warmte in de glastuinbouw; Een bedrijfseconomische evaluatie
Den Haag, LEI, 1989; Onderzoekverslag 57

Velden, N.J.A. van der, V.P. Fonville en A.P. Verhaegh

Energie-efficiency en CO₂-emissie in de glastuinbouw

Den Haag, LEI, 1990; Publikatie 4.126

Verhaegh, A.P. en N.J.A. van der Velden

Brandstofverbruik in de glastuinbouw van Denemarken, België en de Bondsrepubliek

Den Haag, LEI, 1986; Mededeling 350

Verhaegh, A.P.

"Concentratie van produktie een steeds grotere noodzaak"

In: Bedrijfsontwikkeling, 5 mei 1987, pp 154-157

Verhaegh, A.P., C.J.M. Vernooy, B.J. van der Sluis en N.J.A. van der Velden

Vermindering van de milieubelasting door de glastuinbouw in Zuid-Holland

Den Haag, LEI, 1990; Interne Nota 386

Vernooy, C.J.M.

Toepassing van total energy in de glastuinbouw

Den Haag, LEI, 1988; Publikatie 4.121

BIJLAGEN (Berekeningen)

Bijlage 1 Ketelisolatie

Bij de optie ketelisolatie worden twee situaties in beschouwing genomen:

1. relatief ééenvoudig uitvoerbaar;
2. relatief moeilijk uitvoerbaar.

1. relatief ééenvoudig uitvoerbaar

Uitgangspunten:

verwijderen oude isolatie en nieuw aanbrengen (dikte 8 cm) investering
f 6.000

gasbesparing 200 m³ per week ofwel 10.000 m³ per jaar

jaarkosten

afschrijving 10 jaar 10,0%
rente 8% * 0,5 = 4,0%

totaal 14,0% * f 6.000,- = f 840,-

met subsidie wordt dit f 630,-

De equivalentieprijs zonder subsidie = $\frac{f 840,-}{10.000 \text{ m}^3} = 8,4 \text{ cent/m}^3$

De equivalentieprijs met subsidie = $\frac{f 630,-}{10.000 \text{ m}^3} = 6,3 \text{ cent/m}^3$

Vershil door subsidie 2,1 cent/m³
(25%)

2. relatief moeilijk uitvoerbaar

In deze situatie wordt de investering f 10.000,-. De equivalentieprijs zonder subsidie wordt 14,0 en met subsidie 10,5 cent/m³. Het verschil door subsidie is 3,5 cent/m³ (25%).

Bijlage 2 (1e vervolg)

2. Enkelvoudige condensor op apart net

Uitgangspunten:

investering	
condensor	f 25.000,-
net incl. meengroep	45.000,-

totaal	f 70.000,-

gasbesparing 11% ofwel 68.750 m³ per jaar

jaarkosten	
afschrijving 10 jaar 10,0%	
rente 8% * 0,5 =	4,0%
onderhoud	1,5%

totaal	15,5% * f 70.000,- = f 10.850,-
met subsidie wordt dit	f 8.400,-

$$\text{De equivalentieprijs zonder subsidie} = \frac{f 10.850,-}{68.750 \text{ m}^3} = 15,8 \text{ cent/m}^3$$

$$\text{De equivalentieprijs met subsidie} = \frac{f 8.400,-}{68.750 \text{ m}^3} = 12,2 \text{ cent/m}^3$$

$$\text{Verschil door subsidie} \quad \quad \quad 3,6 \text{ cent/m}^3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad (23\%)$$

Bijlage 2 (2e vervolg)

3. Combicondensator

Uitgangspunten:

investering	
condensator	f 30.000,-
net incl. meengroep	45.000,-

totaal	f 75.000,-

gasbesparing 15% ofwel 93.750 m³ per jaar

jaarkosten	
afschrijving 10 jaar 10,0%	
rente 8% * 0,5 =	4,0%
onderhoud	1,5%

totaal	15,5% * f 75.000,- = f 11.625,-

met subsidie wordt dit f 9.000,-

De equivalentieprijs zonder subsidie = $\frac{f 11.625,-}{93.750 \text{ m}^3} = 12,4 \text{ cent/m}^3$

De equivalentieprijs met subsidie = $\frac{f 9.000,-}{93.750 \text{ m}^3} = 9,6 \text{ cent/m}^3$

Verskil door subsidie 2,8 cent/m³
(23%)

Bijlage 2 (3e vervolg)

4. Vervanging enkelvoudige condensor op apart net door een combicondensor

Uitgangspunten:

investering f 30.000,-
extra gasbesparing 4% ofwel 25.000 m³ per jaar

jaarkosten

afschrijving 10 jaar 10 %
rente 8% * 0,5 = 4 %
onderhoud 1 %

totaal $15\% * f 30.000,- = f 4.500,-$

met subsidie wordt dit $f 3.450,-$

De equivalentieprijs zonder subsidie = $\frac{f 4.500,-}{25.000 \text{ m}^3} = 18,0 \text{ cent/m}^3$

De equivalentieprijs met subsidie = $\frac{f 3.450,-}{25.000 \text{ m}^3} = 13,8 \text{ cent/m}^3$

Vershil door subsidie $4,2 \text{ cent/m}^3$
(23%)

Bijlage 3 Warmte-opslag

Bij de optie warmte-opslag is de informatie omtrent de technische prestatie welke de gasbesparing bepalen beperkt. Bij de berekeningen is een kleine (40 m³) en een grote tank (80 m³) in beschouwing genomen. Bij beide is gerekend met relatief gunstige en relatief ongunstige technische prestaties.

1. Kleine tank

uitgangspunten:

investering tank (inhoud 40 m³ water) f 40.000,-

jaarkosten

afschrijving 10 jaar 10,0%

rente 8% * 0,5 = 4,0%

onderhoud 1,0%

totaal 15,0% * f 40.000,- = f 6.000,-

met subsidie wordt dit f 4.600,-

relatief gunstige technische prestaties

gasbesparing:

1200 uur * 30 m³ gas/uur * 90% nuttig gebruik = 32.400 m³

De equivalentieprijs zonder subsidie = $\frac{f\ 6.000,-}{32.400\ m^3}$ = 18,5 cent/m³

De equivalentieprijs met subsidie = $\frac{f\ 4.650,-}{32.400\ m^3}$ = 14,2 cent/m³

Vershil door subsidie 4,3 cent/m³
(23%)

relatief ongunstige technische prestaties

gasbesparing:

600 uur * 30 m³ gas/uur * 90% nuttig gebruik = 16.200 m³

De equivalentieprijs zonder subsidie wordt 37,0 en met subsidie 28,4 cent/m³.
Het verschil door subsidie is 8,6 cent/m³ (23%).

Bijlage 3 (1e vervolg)

2. Grote tank

uitgangspunten:

investering tank (inhoud 80 m³ water) f 60.000,-

jaarkosten

afschrijving 10 jaar 10,0%

rente 8% * 0,5 = 4,0%

onderhoud 1,0%

totaal 15,0% * f 60.000,- = f 9.000,-

met subsidie wordt dit f 6.900,-

relatief gunstige technische prestaties

gasbesparing:

1000 uur * 60 m³ gas/uur * 90% nuttig gebruik = 54.000 m³

De equivalentieprijs zonder subsidie = $\frac{f\ 9.000,-}{54.000\ m^3} = 16,7\ \text{cent}/m^3$

De equivalentieprijs met subsidie = $\frac{f\ 6.900,-}{54.000\ m^3} = 12,8\ \text{cent}/m^3$

Vershil door subsidie 3,9 cent/m³
(23%)

relatief ongunstige technische prestaties

gasbesparing:

500 uur * 60 m³ gas/uur * 90% nuttig gebruik = 27.000 m³

De equivalentieprijs zonder subsidie wordt 33,3 en met subsidie 25,6 cent/m³.
Het verschil door subsidie is 7,7 cent/m³ (23%).

Bijlage 4 Energiescherm

Bij het energiescherm worden drie typen onderscheiden:

1. zwaar (aluminium) scherm
2. licht (doorzichtig) scherm zonder klimaat effect
3. licht (doorzichtig) scherm met klimaat effect

Per type worden relatief gunstige en relatief ongunstige technische prestaties (gasbesparingen) in beschouwing genomen.

1. Zwaar (aluminium) scherm

relatief gunstige technische prestaties

Uitgangspunten:

investering installatie excl. doek f 11,-/m²

doek f 5,-/m²

gasbesparing 30% ofwel 15 m³/m² per jaar

lichtverlies 4%, opbrengstderving 4%

jaarkosten

afschrijving 10 jaar 10,0%

rente 8% * 0,5 = 4,0%

subtotaal

14,0% * f 11,- =

f 1,54 / m²

aanvullende jaarkosten (verv. doek per 5 jaar) =

f 1,00 / m²

opbrengstverlies 4% * f 80,- =

f 3,20 / m²

totaal

f 5,74 / m²

met subsidie wordt dit

f 5,18 / m²

De equivalentieprijs zonder subsidie = $\frac{f 5,74}{15 \text{ m}^3} = 38,2 \text{ cent/m}^3$

De equivalentieprijs met subsidie = $\frac{f 5,18}{15 \text{ m}^3} = 34,5 \text{ cent/m}^3$

Vershil door subsidie 3,7 cent/m³
(10%)

Bij relatief ongunstige technische prestaties wordt uitgegaan van een gasbesparing van 25% ofwel 12,5 m³/m².

De equivalentieprijs zonder subsidie wordt 45,9 en met subsidie 41,1 cent/m³. Het verschil door subsidie is 4,8 cent/m³ (10%).

Bijlage 4 (1e vervolg)

2. Licht (doorzichtig) scherm zonder klimaat effect

relatief gunstige technische prestaties

Uitgangspunten:

investering installatie excl. doek f 11,-/m²

doek f 3,-/m²

gasbesparing 20% ofwel 10 m³/m² per jaar

lichtverlies 4%, opbrengstderiving 4%

jaarkosten

afschrijving 10 jaar 10,0%

rente 8% * 0,5 = 4,0%

subtotaal

14,0% * f 11,- =

f 1,54 / m²

aanvullende jaarkosten (verv. doek per 3 jaar) =

f 1,00 / m²

opbrengstverlies 4% * f 80,- =

f 3,20 / m²

totaal

f 5,74 / m²

met subsidie wordt dit

f 5,25 / m²

De equivalentieprijs zonder subsidie = $\frac{f 5,74}{10 \text{ m}^3} = 57,4 \text{ cent/m}^3$

De equivalentieprijs met subsidie = $\frac{f 5,25}{10 \text{ m}^3} = 52,5 \text{ cent/m}^3$

Verschil door subsidie 4,9 cent/m³
(9%)

Bij relatief ongunstige technische prestaties wordt uitgegaan van een gasbesparing van 15%, ofwel 7,5%.

De equivalentieprijs zonder subsidie wordt 76,5 en met subsidie 70,0 cent/m³. Het verschil door subsidie is 6,5 cent/m³ (8%).

Bijlage 4 (2e vervolg)

3. Licht (doorsichtig) scherm met klimaat effect

relatief gunstige technische prestaties

Uitgangspunten:

investering installatie excl. doek f 11,-/m²

doek f 3,-/m²

gasbesparing 30% ofwel 15 m³/m² per jaar

lichtverlies 4%, opbrengstderving 4%

opbrengstverhoging door klimaateffect stel 1%

jaarkosten

afschrijving 10 jaar 10,0%

rente 8% * 0,5 = 4,0%

subtotaal

14,0% * f 11,- =

f 1,54 / m²

aanvullende jaarkosten (verv. doek per 3 jaar) =

f 1,00 / m²

opbrengstverlies 4% * f 80,- =

f 3,20 / m²

klimaateffect 1% * f 80,- =

-f 0,80 / m²

totaal

f 4,94 / m²

met subsidie wordt dit

f 4,45 / m²

De equivalentieprijs zonder subsidie = $\frac{f 4,94}{15 \text{ m}^3} = 32,9 \text{ cent/m}^3$

De equivalentieprijs met subsidie = $\frac{f 4,45}{15 \text{ m}^3} = 29,7 \text{ cent/m}^3$

Vershil door subsidie

3,2 cent/m³
(10%)

Bij relatief ongunstige technische prestaties wordt uitgegaan van een gasbesparing van 25%, ofwel 12,5 m³/m².

De equivalentieprijs zonder subsidie wordt 39,5 en met subsidie 35,6 cent/m³. Het verschil door subsidie is 3,9 cent/m³ (10%).

Bijlage 5 Warmte/kracht-installaties van tuinbouwbedrijven

Bij een investering in w/k-installaties door tuinbouwbedrijven worden twee situaties in beschouwing genomen:

- een kleine installatie (60 kW) en
- een grote installatie (500 kW)

De algemene uitgangspunten die voor beide situaties gelden zijn:

- ketelisolatie 8 cm
- combicondensor
- gebruiksrendement gasgestookte installatie bij volledig gasstook (zonder w/k-installatie) is 104,4 % o.w.
- het gasverbruik per jaar bij volledig gasstook is

$$\begin{array}{r} 19.780 \text{ GJ} * 1000 \\ \hline 31,65 \text{ MJ/m}^3 * 104,4\% \end{array} = 598.620 \text{ m}^3$$

- gasprijs = 23 cent per m³

Bijlage 5 (1e vervolg)

1. Grote installatie

specifieke uitgangspunten:

- elektrisch vermogen = 500 kW
- elektriciteitsproduktie per jaar = 1.500.000 kWh
- hiervan wordt 50% gebruikt door het tuinbouwbedrijf en 50% geleverd aan het openbare net, ofwel beiden 750.000 kWh
- elektrisch rendement = 33% o.w.
- warmte rendement = 50% o.w.
- nuttig gebruik van de warmte w/k-installatie = 90%
- investering w/k-installatie = f 700.000,-
- economische levensduur = 10 jaar
- onderhoudskosten 2 cent/kWh
- prijs elektriciteit van het openbare net = 15 cent/kWh
- prijs elektriciteit bij levering aan het openbare net = 11 cent/kWh
- besparing aan vastrecht door w/k-installatie = f 6.000,-/jaar
- vermogensvergoeding voor levering elektriciteit aan het openbare net = f 5.000,-/jaar
- onderste verbrandingswaarde aardgas = 31,65 MJ/m³ = 8,79 kWh/m³

berekeningen:

- het gasverbruik van de w/k-installatie is
$$\frac{1.500.000 \text{ kWh}}{8,79 \text{ kWh/m}^3 * 33\%} = 517.018 \text{ m}^3 \text{ gas}$$
- de warmteproduktie door de w/k-installatie is
$$\frac{517.018 \text{ m}^3 * 31,65 \text{ MJ/m}^3 * 50\%}{1000} = 8.182 \text{ GJ}$$
- hiervan wordt 8.182 GJ * 90% = 7.364 GJ nuttig gebruikt door het tuinbouwbedrijf
- de gasketel moet dus nog 19.780 GJ - 7.364 GJ = 12.416 GJ aan warmte produceren (dekking w/k-installatie = 37,2%)
- het gebruiksrendement van de gasgestookte installatie daalt hierdoor van 104,4 naar 103,1% o.w.
- het gasverbruik van de gasgestookte installatie bedraagt
$$\frac{12.416 \text{ GJ} * 1000}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 103,1\%} = 380.495 \text{ m}^3$$
- de gasbesparing in de ketel is
$$598.621 \text{ m}^3 - 380.495 \text{ m}^3 = 218.125 \text{ m}^3$$

Bijlage 5 (2e vervolg)

berekening bedrijfseconomisch voordeel:

opbrengsten per jaar

- elektriciteitsbesparing bedrijf 750.000 kWh * 15 cent/kWh =	f 112.500,-
- levering elektriciteit aan het openbare net 750.000 kWh * 11 cent/kWh =	f 82.500,-
- gasbesparing ketel 218.125 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 50.170,-
- besparing vastrecht	f 6.000,-
- vermogensvergoeding	f 5.000,-

totaal	f 256.170,-

jaarkosten

- afschrijving f 700.000,-/10 jaar =	f 70.000,-
- rente f 700.000,- * 0,5 * 8% =	f 28.000,-
- onderhoudskosten 1.500.000 kWh * 2 cent/kWh =	f 30.000,-
- gasverbruik w/k-installatie 517.018 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 118.910,-

totaal	f 246.910,-

jaarlijks voordeel f 9.250,-

Bij een subsidie van 25% op de investering worden de afschrijving- en rentekosten lager en bedraagt het voordeel f 33.750,- per jaar.

Bij een hogere terugleververgoeding voor levering van elektriciteit aan het openbare net (van 11 naar 15 cent/kWh) worden de opbrengsten hoger en wordt het voordeel f 39.250,- per jaar.

Bijlage 5 (3e vervolg)

2. Kleine installatie

specifieke uitgangspunten:

- elektrisch vermogen = 60 kW
- elektriciteitsproduktie per jaar = 180.000 kWh
- hiervan wordt 50% gebruikt door het tuinbouwbedrijf en 50% geleverd aan het openbare net, ofwel beiden 90.000 kWh
- elektrisch rendement = 25% o.w.
- warmte rendement = 50% o.w.
- nuttig gebruik van de warmte w/k-installatie = 90%
- investering w/k-installatie = f 100.000,-
- economische levensduur = 10 jaar
- onderhoudskosten 2 cent/kWh
- prijs elektriciteit van het openbare net = 20 cent/kWh
- prijs elektriciteit bij levering aan het openbare net = 11 cent/kWh
- besparing aan vastrecht door w/k-installatie = f 1.000,-/jaar
- vermogensvergoeding voor levering elektriciteit aan het openbare net = f 1.000,-/jaar
- onderste verbrandingswaarde aardgas = $31,65 \text{ MJ/m}^3 = 8,79 \text{ kWh/m}^3$

berekeningen:

- het gasverbruik van de w/k-installatie is

$$\begin{array}{r} 180.000 \text{ kWh} \\ \text{-----} \\ 8,79 \text{ kWh/m}^3 * 25\% \end{array} = 81.911 \text{ m}^3 \text{ gas}$$

- de warmteproduktie door de w/k-installatie is

$$\begin{array}{r} 81.911 \text{ m}^3 * 31,65 \text{ MJ/m}^3 * 50\% \\ \text{-----} \\ 1000 \end{array} = 1.296 \text{ GJ}$$

- hiervan wordt $1296 \text{ GJ} * 90\% = 1.166 \text{ GJ}$ nuttig gebruikt door het tuinbouwbedrijf
- de gasketel moet dus nog $19.780 \text{ GJ} - 1.166 \text{ GJ} = 18.614 \text{ GJ}$ aan warmte produceren (dekking w/k-installatie = 5,9%)
- het gebruiksrendement van de gasgestookte installatie daalt hierdoor van 104,4 naar 103,1% o.w.

- het gasverbruik van de gasgestookte installatie bedraagt

$$\begin{array}{r} 18.614 \text{ GJ} * 1000 \\ \text{-----} \\ 31,65 \text{ MJ/m}^3 * 104,3\% \end{array} = 563.874 \text{ m}^3$$

- de gasbesparing in de ketel is

$$598.621 \text{ m}^3 - 563.874 \text{ m}^3 = 34.747 \text{ m}^3$$

Bijlage 5 (4e vervolg)

berekening bedrijfseconomisch voordeel :

opbrengsten per jaar

- elektriciteitsbesparing bedrijf 90.000 kWh * 20 cent/kWh =	f 18.000,-
- levering elektriciteit aan het openbare net 90.000 kWh * 11 cent/kWh =	f 9.900,-
- gasbesparing ketel 34.747 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 7.990,-
- besparing vastrecht	f 1.000,-
- vermogensvergoeding	f 1.000,-

totaal	f 37.890,-

jaarkosten

- afschrijving f 100.000,-/10 jaar =	f 10.000,-
- rente f 100.000,- * 0,5 * 8% =	f 4.000,-
- onderhoudskosten 180.000 kWh * 2 cent/kWh =	f 3.600,-
- gasverbruik w/k-installatie 81.911 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 18.840,-

totaal	f 36.440,-

jaarlijks voordeel f 1.450,-

Bij een subsidie van 25% op de investering worden de afschrijving- en rentekosten lager en bedraagt het voordeel f 4.960,- per jaar.

Bij een hogere terugleververgoeding voor levering van elektriciteit aan het openbare net (van 11 naar 15 cent/kWh) worden de opbrengsten hoger en wordt het voordeel f 5.060,- per jaar.

Bijlage 6 Warmtelevering door derden

Bij warmtelevering door derden zijn 3 tariefstellingen onderscheiden:

1. korting 10% op onderwaarde (o.w.)
2. korting 10% op bovenwaarde (b.w.)
3. "Deense" tariefstelling

Per tariefstelling worden 4 bedrijfssituaties onderscheiden:

- geen condensor
- enkelvoudige condensor op retour
- enkelvoudige condensor op apart net
- combicondensor

De algemene uitgangspunten die voor alle drie de tariefstellingen gelden zijn:

- ketelisolatie 8 cm
- jaarlijkse warmtebehoefte bedrijf = 19.780 GJ
- het aandeel van de alternatieve warmtebron in de jaarlijkse warmtebehoefte van het bedrijf (dekking) = 50%
- gebruiksrendement gasgestookte installatie (X o.w.) bij volledig gas (zonder warmtelevering) en bij pieklast gas (met warmtelevering) is afhankelijk van het condensortype (Nawrocki, in voorbereiding):

	Volledig gas	Pieklast gas
Geen condensor	93,8	92,1
Condensor op r.	100,6	98,6
Condensor op a.n.	101,2	99,2
Combicondensor	104,4	102,2

(Bij een dunnere isolatie van de ketel is het verschil in gebruiksrendement tussen volledig gas en pieklast gas groter)

- Het gasverbruik per jaar bij volledig gasstook is afhankelijk van het condensortype:

$$\begin{aligned} & 19.780 \text{ GJ} * 1000 \\ \text{geen condensor : } & \frac{\text{-----}}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 93,8\%} = 666.270 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 19.780 \text{ GJ} * 1000 \\ \text{condensor op r. : } & \frac{\text{-----}}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 100,6\%} = 621.230 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 19.780 \text{ GJ} * 1000 \\ \text{condensor op a.n. : } & \frac{\text{-----}}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 101,2\%} = 617.550 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 19.780 \text{ GJ} * 1000 \\ \text{combicondensor : } & \frac{\text{-----}}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 104,4\%} = 598.620 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Bijlage 6 (1e vervolg)

- Het gasverbruik per jaar bij pieklast gasstook is afhankelijk van het condensortype en de dekking:
 - bij een dekking van 50% produceert de gasketel
19780 GJ * 50% = 9.890 GJ

$$\text{geen condensor : } \frac{9.890 \text{ GJ} * 1000}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 92,1\%} = 339.280 \text{ m}^3$$

$$\text{condensor op r. : } \frac{9.890 \text{ GJ} * 1000}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 98,6\%} = 316.920 \text{ m}^3$$

$$\text{condensor op a.n. : } \frac{9.890 \text{ GJ} * 1000}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 99,2\%} = 315.000 \text{ m}^3$$

$$\text{combicondensor : } \frac{9.890 \text{ GJ} * 1000}{31,65 \text{ MJ/m}^3 * 102,2\%} = 305.750 \text{ m}^3$$

- gasprijs = 23 cent/m³

Bijlage 6 (2e vervolg)

1. Korting 10% op onderwaarde

specifieke uitgangspunten:

- verlies warmtewisselaar = 0,5%
- de hoeveelheid warmte die wordt ingekocht is

$$\begin{array}{r} 9.890 \text{ GJ} * 1000 \\ \hline \text{-----} = 314.050 \text{ m}^3 \text{ a.e.} \\ 99,5\% * 31,65 \text{ MJ/m}^3 \text{ a.e.} \end{array}$$

- warmteprijs = 90% * 23 cent/m³ a.e. = 20,7 cent/m³ a.e. (a.e. = 31,65 MJ)

Het bedrijfseconomisch voordeel is afhankelijk van het condensortype. De berekeningen zijn hieronder vermeld.

geen condensor

gaskosten volledig gas	666.270 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 153.240,-
gaskosten pieklast gas	339.280 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 78.030,-
warmtekosten	314.050 m ³ a.e. * 20,7 cent/m ³ a.e. =	f 65.010,-

subtotaal		f 143.040,-
voordeel		f 10.200,-

condensor op retour

gaskosten volledig gas	621.230 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 142.880,-
gaskosten pieklast gas	316.920 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 72.890,-
warmtekosten	314.050 m ³ a.e. * 20,7 cent/m ³ a.e. =	f 65.010,-

subtotaal		f 137.900,-
voordeel		f 4.980,-

condensor op apart net

gaskosten volledig gas	617.550 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 142.040,-
gaskosten pieklast gas	315.000 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 72.450,-
warmtekosten	314.050 m ³ a.e. * 20,7 cent/m ³ a.e. =	f 65.010,-

subtotaal		f 137.460,-
voordeel		f 4.580,-

Bijlage 6 (3e vervolg)

combicondensor

gaskosten volledig gas	598.620 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 137.680,-
gaskosten pieklast gas	305.750 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 70.320,-
warmtekosten	314.050 m ³ a.e. * 20,7 cent/m ³ a.e.=	f 65.010,-

subtotaal		f 135.330,-
voordeel		f 2.350,-

Bijlage 6 (4e vervolg)

2. Korting 10% op bovenwaarde

specifieke uitgangspunten:

- verlies warmtewisselaar n.v.t.

- de hoeveelheid warmte die wordt ingekocht is

$$\begin{aligned} & 9.890 \text{ GJ} * 1000 \\ & \text{-----} = 281.210 \text{ m}^3 \text{ a.e.} \\ & 100\% * 35,17 \text{ MJ/m}^3 \text{ a.e.} \end{aligned}$$

- warmteprijs = 90% * 23 cent/m³ a.e. = 20,7 cent/m³ a.e. (a.e. = 35,17 MJ)

Het bedrijfseconomisch voordeel is afhankelijk van het condensortype. De berekeningen zijn hieronder vermeld.

geen condensor

gaskosten volledig gas	666.270 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	153.240,-
gaskosten pieklast gas	339.280 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	78.030,-
warmtekosten	281.210 m ³ a.e. * 20,7 cent/m ³ a.e. =	f	58.210,-

subtotaal		f	136.240,-
voordeel		f	17.000,-

condensor op retour

gaskosten volledig gas	621.230 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	142.880,-
gaskosten pieklast gas	316.920 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	72.890,-
warmtekosten	281.210 m ³ a.e. * 20,7 cent/m ³ a.e. =	f	58.210,-

subtotaal		f	131.100,-
voordeel		f	11.780,-

condensor op apart net

gaskosten volledig gas	617.550 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	142.040,-
gaskosten pieklast gas	315.000 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	72.450,-
warmtekosten	281.210 m ³ a.e. * 20,7 cent/m ³ a.e. =	f	58.210,-

subtotaal		f	130.660,-
voordeel		f	11.380,-

Bijlage 6 (5e vervolg)

combicondensor

gaskosten volledig gas	$598.620 \text{ m}^3 * 23 \text{ cent/m}^3 =$	f 137.680,-
gaskosten pieklast gas	$305.750 \text{ m}^3 * 23 \text{ cent/m}^3 =$	f 70.320,-
warmtekosten	$281.210 \text{ m}^3 \text{ a.e.} * 20,7 \text{ cent/m}^3 \text{ a.e.} =$	f 58.210,-

subtotaal		f 128.530,-
voordeel		f 9.150,-

Bijlage 6 (6e vervolg)

3. "Deense" tariefstelling

specifieke uitgangspunten:

- verlies warmtewisselaar n.v.t
- de hoeveelheid warmte die wordt ingekocht = 9.890 GJ
- gemiddelde afkoeling van het warme water = 40°C
- per m³ water wordt hierdoor 168 MJ geleverd
- de hoeveelheid water die wordt gebruikt is

$$\begin{array}{r} 9.890 \text{ GJ} * 1000 \\ \text{-----} = 58.870 \text{ m}^3 \text{ water} \\ 168 \text{ MJ/m}^3 \text{ water} \end{array}$$

- De warmteprijs is gebaseerd op de gasprijs en een afkoeling van het warme water van 20°C. Per m³ water komt bij een afkoeling van 20°C 84 MJ beschikbaar. De warmteprijs bedraagt hierdoor:

$$\begin{array}{r} 84 \text{ MJ/m}^3 \text{ water} \\ \text{-----} * 23 \text{ cent/m}^3 \text{ gas} = 61 \text{ cent/m}^3 \text{ water} \\ 31,65 \text{ MJ/m}^3 \text{ gas} \end{array}$$

- verwarmingssysteem

In de situatie zonder alternatieve warmte wordt uitgegaan van een verwarmingssysteem van 5 51-mm pijpen per kap voor de ketel en 1 51-mm pijp per kap voor de condensor. In de situatie met alternatieve warmte wordt dit bij geen condensor en een condensor op de retour 4 51-mm pijpen voor de ketel en 2 51-mm pijpen voor de alternatieve warmte. Bij een condensor op een apart net en een combicondensor wordt dit 4 51-mm pijpen voor de ketel en 3-51 mm pijpen voor de alternatieve warmte en de condensor.

De extra jaarkosten van het aangepaste verwarmingssysteem bedragen in de situatie zonder condensor en met een condensor op de retour f 0,92/m² en in de situatie met een condensor op een apart net en een combicondensor f 0,61/m² (Van der Velden, 1989). Hierbij wordt er van uitgegaan dat er geen lichtverlies ontstaat door het aangepaste verwarmingssysteem.

Het bedrijfseconomisch voordeel is afhankelijk van het condensortype. De berekeningen zijn hieronder vermeld.

geen condensor

gaskosten volledig gas	666.270 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 153.240,-
gaskosten pieklast gas	339.280 m ³ * 23 cent/m ³ =	f 78.030,-
warmtekosten	58.870 m ³ water * 61 cent/m ³ =	f 35.910,-
verwarmingssysteem	92 cent/m ² * 12.500 m ² =	f 11.500,-

subtotaal		f 125.440,-
voordeel		f 27.800,-

Bijlage 6 (7e vervolg)

condensor op retour

gaskosten volledig gas	621.230 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	142.880,-
gaskosten pieklast gas	316.920 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	72.890,-
warmtekosten	58.870 m ³ water * 61 cent/m ³ =	f	35.910,-
verwarmingssysteem	92 cent/m ² * 12.500 m ² =	f	11.500,-

subtotaal		f	120.300,-
voordeel		f	22.580,-

condensor op apart net

gaskosten volledig gas	617.550 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	142.040,-
gaskosten pieklast gas	315.000 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	72.450,-
warmtekosten	58.870 m ³ water * 61 cent/m ³ =	f	35.910,-
verwarmingssysteem	61 cent/m ² * 12.500 m ² =	f	7.630,-

subtotaal		f	115.990,-
voordeel		f	26.050,-

combicondensor

gaskosten volledig gas	598.620 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	137.680,-
gaskosten pieklast gas	305.750 m ³ * 23 cent/m ³ =	f	70.320,-
warmtekosten	58.870 m ³ water * 61 cent/m ³ =	f	35.910,-
verwarmingssysteem	61 cent/m ² * 12.500 m ² =	f	7.630,-

subtotaal		f	113.860,-
voordeel		f	23.820,-