

STICHTING LABORATORIUM VOOR BLOEMBOLLENONDERZOEK

LISSE



BIBLIOTHEEK
PPO sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

AUTOMATISERING VAN DE BEREKENING VAN DE KOSTEN VOOR BENODIGDE
ENERGIE BIJ TEELT IN DE KAS

L.A.J.M. van de Rotten

P-12
ISN : 217993

INHOUD

	<u>Blz.</u>
Voorwoord	1
1. Inleiding	2
1.1. Aanleiding tot automatisering van de berekening	2
1.2. Het energieverbruik bij teelt in de kas	2
1.3. Methode van berekening	3
2. Beschrijving van het rekenmodel	3
2.1. Symbolen	3
2.2. Berekeningen	3
3. Voorbeeld	4
3.1. Uitgangspunten	4
3.2. Invullen van de ponsconcepten	6
3.3. Uitgewerkte berekeningen	6
3.4. Toelichting op de uitdraai	11
4. Discussie	12
4.1. Toepassingsmogelijkheden	12
4.2. Verbeteringen	13
5. Geraadpleegde literatuur	13
Bijlage 1. Omschrijving symbolen	14
Bijlage 2. Fig. 1. Schema basis energieberekening met formules	15
Fig. 2. Schema energiekostenberekening voor een kas met belichting waarvoor de elektriciteit geleverd wordt door elektriciteitsbedrijven	16
Fig. 3. Schema energieberekening voor een kas met belichting en T.E.-installatie	17
Fig. 4. Schema slotberekeningen	18
Bijlage 3. Ponsconcept	
Bijlage 4. Uitdraai van de automatische berekening	

Voorwoord

Als gevolg van het toenemen van de energiekosten in de bolbloementrekkerij is de behoefte ontstaan deze kosten nauwkeuriger te kunnen berekenen dan tot nu toe het geval was. Tevens nam het aantal malen dat een kostenberekening moest worden uitgevoerd sterk toe. Deze gang van zaken deed de gedachte opkomen aan automatisering van het rekenwerk.

Hiertoe is in 1977 door L.A.J.M. van de Rotten, assistent bij de sectie Bedrijfseconomie op het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse, het initiatief genomen. Het rekenmodel dat werd gehanteerd is door de heer H.C.J.M. van de Rotten, als geïnteresseerd particulier, in een computerprogramma vertaald. De benodigde technische gegevens betreffende total-energy-installaties zijn verkregen van Nedalo B.V. te Uithoorn. Het uiteindelijke programma is tenslotte overgedragen aan het computercentrum van het Landbouw-Economisch Instituut te Den Haag, alwaar het door de heer J. Neuteboom is bewerkt en operationeel gemaakt.

Omdat velen thans van dit rekenprogramma gebruik maken, is de behoefte ontstaan de wijze van rekenen en de mogelijkheden en beperkingen van het model bij een ruimer publiek bekend te maken. Om in die behoefte te voorzien is het voor U liggende rapport samengesteld.

Lisse, januari 1984

Ir. K.J. van Ast,
Waarnemend hoofd van de Afdeling
Teeltkunde van het Laboratorium
voor Bloembollenonderzoek.

1. Inleiding

1.1. Aanleiding tot automatisering van de berekening

Het brandstofverbruik en de kosten daarvan werden in het verleden voor glasteelten slechts globaal berekend. De totale omvang van deze kostenpost was in relatie tot de overige teeltkosten maar klein, waardoor er geen grote behoefte bestond aan nauwkeurige berekeningen.

Door de sterk gestegen prijzen van brandstoffen is deze situatie gewijzigd. Een globale berekening kan bij het huidige prijsniveau een te groot verschil met de werkelijke kosten geven. Daarom moest worden overgegaan tot een meer gedetailleerde berekening, die echter bewerkelijker is. Bovendien ontstond een toenemende vraag naar vergelijkende berekeningen ter bepaling van de invloed van energiebesparende maatregelen en aanpassingen van de teeltmethoden op het energieverbruik.

Om aan deze toenemende vraag naar een groot aantal gedetailleerde berekeningen te kunnen voldoen, is het rekenwerk geautomatiseerd. In dit rapport wordt een beschrijving gegeven van de gehanteerde formules en rekenvolgorde. Tevens wordt ter illustratie een berekening volledig uitgewerkt weergegeven.

1.2. Het energieverbruik bij teelt in de kas

Het verwarmen van een ruimte (kas) heeft tot doel in die ruimte een bepaalde temperatuur te verkrijgen en te handhaven die hoger is dan de omgevings-temperatuur. Daar warmte zich verplaatst van een ruimte met een hoge temperatuur naar een plaats met een lagere temperatuur, staat een verwarmde ruimte voortdurend warmte af aan de omgeving; dit noemen we warmteverlies.

In de berekeningen is met de volgende warmteverliezen rekening gehouden:

1. verplaatsing door de wanden
2. verplaatsing naar de ondergrond
3. verplaatsing door ventilatie.

Behalve warmteverliezen kunnen er in een ruimte ook warmtewinsten optreden; de laatste ontstaan vooral door instraling. In de navolgende berekeningen is rekening gehouden met:

1. zoninstraling
2. stralings- en convectiewarmte van lampen in de ruimte.

In de totale warmtehuishouding van een ruimte spelen nog meer factoren een rol, zoals opwarm- en afkoeltijden van het gebouw en het produkt en warmte-winsten en -verliezen als gevolg van condensatie en verdamping.

Deze laatste factoren hebben relatief gezien een beperkte invloed op de totale warmteverliezen of -winsten en bovendien compenseren zij elkaar gedeeltelijk. Om praktische reden zijn deze invloeden niet in de berekeningen opgenomen.

Behalve de warmteverliezen en -winsten van de ruimte die op temperatuur moet worden gehouden, treden er ook verliezen op in de installatie die de warmte opwekt en transporteert naar de plaats van gebruik. Deze verliezen worden berekend door middel van een rendementsfactor voor de installatie.

1.3. Methode van berekening

De berekeningsmethode is gebaseerd op de hiervoor omschreven warmtebalans, dat wil zeggen dat uitgaande van een constante temperatuur in de ruimte warmte moet worden toegevoerd indien de warmteverliezen groter zijn dan de warmtewinsten en dat in geval de warmtewinsten de -verliezen overschrijden deze warmte moet worden afgevoerd. De op deze wijze berekende warmtebehoefte wordt vervolgens onttrokken aan een warmteproducerende installatie, waaruit dan vervolgens via de rendementsfactor van deze installatie uiteindelijk het quantum van de benodigde brandstof kan worden afgeleid. Daar temperatuur en straling gedurende dag en nacht sterk verschillen, ~~is de behoefte gesplitst in een dag- en nachtbehoefte, bij de berekening waarvan de verschillen in dag-/nachtlengte kunnen worden ingevoerd.~~ In principe kunnen alle grootheden in de berekeningen per 24 uur worden gewijzigd.

2. Beschrijving van het rekenmodel

2.1. Symbolen

Bij de berekeningen wordt een groot aantal formules gebruikt waarin verscheidene variabelen steeds terugkeren.

In de schema's en formules die hierna worden gepresenteerd, zijn hiervoor symbolen gebruikt. De betekenis van deze symbolen is omschreven in bijlage 1.

2.2. Berekeningen

In de figuren 1 t/m 4 (bijlage 2) zijn schema's van en formules voor de berekeningen gegeven:

figuur 1: voor de basissituatie, te weten een kas zonder belichtingsinstallatie

figuur 2: als 1, maar uitgebreid met een belichtingsinstallatie welke van energie voorzien wordt door elektriciteitsbedrijven

figuur 3: als 2, maar de electriciteit wordt geleverd door een total-energy-installatie

figuur 4: schema van de slotberekening.

De gehanteerde formules berusten op gegevens uit de in de literatuurlijst opgenomen publicaties (zie paragraaf 5) en behoeven geen nadere toelichting. Het is echter denkbaar dat de warmtewinsten groter zijn dan de warmteverliezen. Onder zulke omstandigheden gaat de overtollige warmte verloren.

Voor de straling van zon en lampen is dit wel juist, echter niet voor de restwarmte van de T.E.-installatie. Hiervoor is echter impliciet aangenomen dat deze alleen in de belichte kas wordt aangewend.

In figuur 4 wordt aangegeven op welke wijze de energiebehoefte wordt omgerekend in energiekosten. Tevens worden hier de kosten berekend per m^2 en per geproduceerde eenheid.

3. Voorbeeld

3.1. Uitgangspunten

Een teelt van lelie cv. Enchantment met assimilatiebelichting waarvoor de electriciteit geleverd wordt door een T.E.-installatie.

Teeltgegevens

plantdichtheid	: 80 stuks per netto m^2
uitvalspercentage	: 10%
percentage oppervlakte	
voor paden	: 33%
aanvang van de teelt	: 10 januari 1982
aanvang belichting	: 22 februari 1982
einde van de teelt	: 17 maart 1982
gewenste temperatuur	: van 10 januari t/m 21 februari: dag 18°C, nacht 16°C van 22 februari t/m 17 maart : dag 18°C, nacht 18°C

Kasgegevens

grondoppervlak	: 1000 m ²
glasoppervlak	: 1320 m ²
kasinhoud	: 3420 m ³
k-waarde van glas + roeden zonder isolatie	: 5,95 $\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{S}}$
warmteverlies naar de ondergrond	: 17,5 $\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{S}}$
ventilatievoud	: 1,5 x per uur

Belichtingsinstallatie

Lampen: 110 stuks van 400 watt met een voorschakelapparaat van 36 watt.

De lampen worden op 22 februari boven het gewas gehangen en branden continu gedurende 4 weken.

Van het opgenomen vermogen van de lampen wordt 67% in warmte omgezet die in de kas wordt benut.

De total-energy-installatie wekt de benodigde electriciteit op.

Van de ingevoerde energie wordt 45% benut voor de verwarming.

Klimaatgegevens (gemiddelden per maand)

<u>Maand</u>	<u>Daglengte</u> in uren/in sec 10 ³	<u>Nachtlengte</u> in uren/in sec 10 ³	<u>Dagtemp.</u> in °C	<u>Nachttemp.</u> in °C	<u>Zonne- straling</u> in kJ/m ²
januari	8,17 / 29,41	15,83 / 36,99	2,2	1,4	967
februari	10,00 / 36,00	14,00 / 50,40	2,6	1,3	1.892
maart	11,83 / 42,59	12,17 / 43,81	6,3	3,6	3.492
april	13,92 / 50,11	10,08 / 36,29	9,7	6,6	5.514
mei	15,67 / 56,41	8,33 / 29,99	13,6	10,6	7.034
juni	16,67 / 60,01	7,33 / 26,39	16,3	12,5	7.691
juli	16,20 / 58,32	7,80 / 28,08	18,1	14,6	6.766
augustus	14,67 / 52,81	9,33 / 33,59	18,3	14,6	5.807
september	12,67 / 45,61	11,33 / 40,79	15,6	12,3	4.258
oktober	10,67 / 38,41	13,33 / 47,99	11,7	8,7	2.453
november	8,83 / 31,79	15,17 / 54,61	6,7	5,4	1.156
december	7,67 / 27,61	16,33 / 58,79	3,6	2,7	737

(Bron K.N.M.I.)

Gemiddelde windsnelheid in m/sec : 5

Brandstofkosten

aardgas: f 0,396 per m³

3.2. Invullen van de ponsconcepten

Om de computer een berekening uit te laten voeren moeten de gegevens eerst ingevoerd worden. Dit gebeurt aan de hand van een ponsconcept (bijlage 3).

Het ponsconcept is uit drie delen opgebouwd, namelijk uit:

1. M-kaarten
2. R-kaarten
3. V-kaarten

1. M-kaarten: hierop worden de klimaatgegevens ingevuld.

M 1: gemiddelde daglengte per maand

M 2: gemiddelde nachtlengte per maand

M 3: gemiddelde dagtemperatuur per maand (1 decimaal)

M 4: gemiddelde nachttemperatuur per maand (1 decimaal)

M 5: gemiddelde zoninstraling per maand door het kasdek (= 65% van de globale zonnestraling buiten).

2. R-kaarten: hierop worden de teelt- en kastechnische gegevens van de verdere installatie ingevuld.

R 1: omschrijving, plantdichtheid, uitvalpercentage, percentage van de oppervlakte voor paden, glasoppervlak, grondoppervlak en kasinhoud

R 2: aantal lampen, vermogen per lamp, warmte-afgifte lampen, ketelrendement, rendement T.E.-installatie, energievoorziening (z = zelf; n = elektriciteitsbedrijven), windinvloed, ventilatie, warmtedoorgangscoefficiënt, warmteverlies naar de grond, gasprijs en kwatt/h-prijs.

3. V-kaarten: in deze kaarten worden de gewenste temperatuur en belichtingsduur vermeld; er kunnen maximaal 25 stappen per berekening zijn.

V 1 t/m V 25: begintatum, einddatum, gewenste dagtemperatuur, gewenste nachttemperatuur, belichtingsduur dag, belichtingsduur nacht enz.

3.3. Uitgewerkte berekeningen

De berekening wordt zowel voor de dag als voor de nacht uitgevoerd in gedeelten.

1: januari, van 10 t/m 31, berekend volgens schema 1.

2: februari, van 1 t/m 21, berekend volgens schema 1.

3: februari, van 22 t/m 28, berekend volgens schema 2.

4: maart, van 1 t/m 17, berekend volgens schema 2.

1: januari van 10 t/m 31

Day

$$Q1 \ 22 \times 29,41 \times 1.320 \times 5,95 \times (18,0 - 2,2) \times \frac{100 + 5}{100}$$

$$84.305.321 \text{ kJ}$$

$$Q2 \ 22 \times 29,41 \times 17,5 \times 1.000$$

$$11.322.850 \text{ kJ}$$

$$Q3 \ 22 \times 29,41 \times 3.420 \times \frac{1,5}{3,600} \times 1,29 \times (18,0 - 2,2)$$

$$18.792.275 \text{ kJ}$$

$$Y \ 22 \times 1.000 \times 967$$

$$21.274.000 \text{ kJ}$$

$$93.146.446 \text{ kJ} \times \frac{100 + 10}{100} = 102.461.091 \text{ kJ}$$

Nacht

$$Q5 \ 22 \times 56,99 \times 1.320 \times 5,95 \times (16,0 - 1,4) \times \frac{100 + 5}{100}$$

$$150.957.394 \text{ kJ}$$

$$Q6 \ 22 \times 56,99 \times 17,5 \times 1.000$$

$$21.941.150 \text{ kJ}$$

$$Q7 \ 22 \times 56,99 \times 3.420 \times \frac{1,5}{3,600} \times 1,29 \times (16,0 - 1,4)$$

$$33.649.512 \text{ kJ}$$

$$206.548.056 \text{ kJ} \times \frac{100 + 10}{100} = 227.202.862 \text{ kJ}$$

$$299.694.502 \text{ kJ}$$

$$329.663.953 \text{ kJ}$$

$$31.648$$

$$31.648$$

$$9.470 \text{ m}^3 \text{ aardgas}$$

$$10.417 \text{ m}^3 \text{ aardgas}$$

2: februari van 1 t/m 21

Dag

Q1 21 x 36,00 x 1.320 x 5,95 x (18,0 - 2,6) x $\frac{100 + 5}{100}$

96.011.380 kJ
+
13.230.000 kJ

Q2 21 x 36,00 x 17,5 x 1.000

13.230.000 kJ
+
21.401.642 kJ

Q3 21 x 36,00 x 3.420 x $\frac{1,5}{3,6}$ x 1,29 x (18,0 - 2,6)

21.401.642 kJ
-
39.732.000 kJ

Y 21 x 1.000 x 1.892

90.911.022 kJ x $\frac{100 + 10}{100}$ = 100.002.124 kJ

Nacht

Q5 21 x 50,40 x 1.320 x 5,95 x (16,0 - 1,3) x $\frac{100 + 5}{100}$

128.306.117 kJ
+
18.522.000 kJ

Q6 21 x 50,40 x 17,5 x 1.000

18.522.000 kJ
+
28.600.376 kJ

Q7 21 x 50,40 x 3.420 x $\frac{1,5}{3,6}$ x 1,29 x (16,0 - 1,3)

28.600.376 kJ

175.428.493 kJ x $\frac{100 + 10}{100}$ = 192.971.342 kJ

266.339.515 kJ

292.973.466 kJ

31.648
x
=

31.648
x
=

8.416 m³ aardgas

9.257 m³ aardgas

3: februari van 22 t/m 28

Daag

Q1 7 x 36,00 x 1.320 x 5,95 x (18,0 - 2,6) x $\frac{100 + 5}{100}$
 Q2 7 x 36,00 x 17,5 x 1.000
 Q3 7 x 36,00 x 3.420 x $\frac{1,5}{3,6}$ x 1,29 x (18,0 - 2,6)
 Q4 7 x 1.000 x 47,96 x 0,4 x 31.648
 Y 7 x 10,00 x 1.892
 Z1 7 x 10,00 x 47,96 x 3.600 x $\frac{67}{100}$
 B1 7 x 10,00 x 47,96 x 0,4 x 31.648 x $\frac{45}{100}$

32.003.793 kJ
 +
 4.410.000 kJ
 +
 7.133.881 kJ
 -
 42.499.466 kJ
 13.244.000 kJ
 -
 8.097.566 kJ
 -
 19.124.760 kJ
 3.081.348 kJ x $\frac{100 + 10}{100}$ = 3.389.483 kJ

42.499.466 kJ
 +
 3.389.483 kJ
 = 45.888.949 kJ

Nacht

Q5 7 x 50,40 x 1.320 x 5,95 x (18,0 - 1,3) x $\frac{100 + 5}{100}$
 Q6 7 x 50,40 x 17,5 x 1.000
 Q7 7 x 50,40 x 3.420 x $\frac{1,5}{3,6}$ x 1,29 x (18,0 - 1,3)
 Q8 7 x 14,00 x 47,96 x 0,4 x 31.648
 Z2 7 x 14,00 x 47,96 x 3.600 x $\frac{67}{100}$
 B2 7 x 14,00 x 47,96 x 0,4 x 31.648 x $\frac{45}{100}$

48.587.577 kJ
 +
 6.174.000 kJ
 +
 10.830.528 kJ
 -
 59.499.253 kJ
 11.336.593 kJ
 -
 26.774.664 kJ
 27.480.848 kJ x $\frac{100 + 10}{100}$ = 30.228.933 kJ

59.499.253 kJ
 +
 30.228.933 kJ
 = 89.678.186 kJ
 132.560.915 kJ
 -
 31.648
 = 4.189 m³ aardgas

4.284 m³ aardgas

4: maart van 1 t/m 17

Dag

- Q1 17 x 42,59 x 1.320 x 5,95 x (18,0 - 6,3) x $\frac{100 + 5}{100}$
- Q2 17 x 42,59 x 17,5 x 1.000
- Q3 17 x 42,59 x 3.420 x $\frac{1,5}{3,6}$ x 1,29 x (18,0 - 6,3)
- Q4 17 x 11,83 x 47,96 x 0,4 x 31.648
- Y 17 x 1.000 x 3.492
- Z1 17 x 11,83 x 47,96 x 3.600 x $\frac{67}{100}$
- B1 17 x 11,83 x 47,96 x 0,4 x 31.648 x $\frac{45}{100}$

	69.859.041 kJ		
	+		
	12.670.525 kJ		
	+		
	15.572.093 kJ		
		122.100.966 kJ	
	59.364.000 kJ		
	-		
	23.266.634 kJ	+	
	-		
	54.945.434 kJ		122.100.966 kJ
		0 kJ	x $\frac{100 + 10}{100}$
		0 kJ	
		= 122.100.966 kJ	= 122.100.966 kJ

Nacht

- Q5 17 x 43,81 x 1.320 x 5,95 x (18,0 - 3,6) x $\frac{100 + 5}{100}$
- Q6 17 x 43,81 x 17,5 x 1.000
- Q7 17 x 43,81 x 3.420 x $\frac{1,5}{3,6}$ x 1,29 x (18,0 - 3,6)
- Q8 17 x 12,17 x 47,96 x 0,4 x 31.648
- Z2 17 x 12,17 x 47,96 x 3.600 x $\frac{67}{100}$
- B2 17 x 12,17 x 47,96 x 0,4 x 31.648 x $\frac{45}{100}$

	88.443.284 kJ		
	+		
	13.033.475 kJ		
	+		
	19.714.657 kJ		
	+	125.610.208 kJ	
		125.610.208 kJ	
		+ 0 kJ	
		+ 0 kJ	
		= 166.344.096 kJ	= 170.417.484 kJ
		40.733.888 kJ x $\frac{100 + 10}{100}$	= 44.807.276 kJ
		= 288.445.062 kJ	= 292.518.450 kJ
		31.648	31.648
		= 9.114 m ³ aardgas	= 9.242 m ³ aardgas

Slotberekening

1: januari van 10 t/m 31	10.417 m ³	aardgas	x f 0,396	=	4.125,13
2: februari van 1 t/m 21	9.257 m ³	"	x f 0,396	=	3.665,77
3: februari van 22 t/m 28	4.284 m ³	"	x f 0,396	=	1.696,46
4: maart van 1 t/m 17	9.242 m ³	"	x f 0,396	=	3.659,83
Totaal	33.200 m ³	aardgas		f	13.147,19

Kengetallen

Brandstofkosten per m² bruto kasoppervlak $f \frac{13.147,19}{1000} = f 13,15$

Brandstofkosten per m² netto kasoppervlak $f \frac{13.147,19}{1000 - \left(\frac{33 \times 1000}{100}\right)} = f 19,62$

Brandstofkosten per geproduceerde eenheid:

$f \frac{13.147,19}{1000 - \left(\frac{33 \times 1000}{100}\right) \times \frac{80(100 - 10)}{100}} = f 0,272/\text{lelietak.}$

3.4. Toelichting op de uitdraai

Nadat de computer de berekening heeft uitgevoerd worden de gegevens afgedrukt (bijlage 4).

In het eerste gedeelte van de output worden de ingevoerde gegevens ter controle afgedrukt, namelijk:

Regel 1: omschrijving van de te berekenen teelt.

Regel 2: hoofdkolommen.

Regel 3: onderverdeling in kolommen.

periode	- begindatum
	- einddatum
aantal dagen lengte van de periode	- dag
	- nacht
belichtingsduur	- uren dag
	- uren nacht
gemiddelde temperatuur	- dag
	- nacht
warmteverlies (= warmtebehoefte)	
wordt afgerond op 1000-tallen	- dag
	- nacht

In deze behoefte is tevens het rendement van de ketel teruggerekend naar dag en nacht.

gasverbruik	- verwarming in m ³
	- totaal, dit is inclusief rendement ketelinstallatie
kosten	- hoeveelheid gas x prijs
elektriciteit	- kWh
	- hoeveelheid x prijs
totaal kosten	

Dit zijn de totale energiekosten van verwarming en, eventueel, belichting. Al deze factoren worden per maand uitgerekend of voor een gedeelte van een maand indien de temperatuur of belichtingsduur een verandering heeft ondergaan.

Voorts worden deze factoren getotaliseerd per berekeningsopdracht in de slotregel.

Totaal aantal m³ gas: de hoeveelheid gas voor alle activiteiten
Totale prijs gas : hoeveelheid x prijs.
Totale kW licht : totale verbruik elektriciteit.
Totale prijs licht : hoeveelheid x prijs/h.
Totale kosten : som van kosten gas en kosten elektriciteit.
Kosten per eenheid : kosten in guldens per geproduceerde bloem.
Plantdichtheid : ingevoerde plantdichtheid per netto m².
Kosten per bruto m²
Kosten per netto m²

4. Discussie

4.1. Toepassingsmogelijkheden

Het rekenmodel is ontworpen om vergelijkbare brandstofkosten te kunnen berekenen voor gestandaardiseerde teeltsituaties. Gebleken is echter dat het model ook zeer geschikt is om energiebesparingseffecten van kasisolatie en/of ingrepen in de teelttechniek te berekenen.

Voor berekeningen van de effecten van isolatiematerialen in kassen op het brandstofverbruik wordt eerst een berekening gemaakt met de k-waarde van de oude situatie. Vervolgens wordt de invloed van de besparingsmaatregelen per m² gevel of dek met de hand omgerekend naar een nieuwe k-waarde voor de hele kas, welke dan als nieuwe variabele wordt ingevoerd.

Door vergelijking van de eindcijfers leert men het effect op het brandstofverbruik kennen. Indien ook aanpassingen in de plantdichtheid of anderszins op de produktie van toepassing zijn, kan door aanpassing van het plantdichtheidsgetal ook het effect hiervan worden berekend.

Er is geen relatie tussen lichtverlies en opbrengst in het model opgenomen. Voor bolgewassen als tulp, narcis en hyacint waarvoor het model is ontworpen, was dit niet nodig. Ingeval een ander temperatuurregime wordt ingevoerd (bijvoorbeeld door verlaging van de buisligging), kan het effect hiervan worden berekend. In het model kan een zeer groot aantal (vrijwel alle) gegevens worden gevarieerd zodat ook nog andere varianten dan de hiervoor genoemde kunnen worden berekend.

4.2. Verbeteringen

De gemiddelde k-waarde moet nu nog met de hand worden berekend, deze berekening kan echter worden geautomatiseerd. De T.E.-warmte kan thans uitsluitend worden gebruikt in dezelfde ruimte als waarin de lampen van de lichtinstallatie hangen; afvoer van deze warmte naar een 2e ruimte zou tot de mogelijkheden moeten behoren. Tot slot is het denkbaar dat dit model wordt gekoppeld aan andere programma's; met name wordt hier gedacht aan het energiebeslissingsmodel voor energiebesparende voorzieningen van het LEI (zie LEI-mededeling no 265).

5. Geraadpleegde literatuur

Huys, J.P.G., 1975. Perspectieven voor total-energy en warmte-pompen in de glastuinbouw. IMAG Wageningen, publ. 14.

Huys, J.P.G., 1976. Economische aspecten van electriciteits-opwekking met total-energy-systeem. IMAG Wageningen, publ. 70.

Breuer, J.J.G., 1976. Rekenmodel energie-behoeften in kassen. IMAG Wageningen, publ. 77.

K.N.M.I. Klimatologische gegevens van Nederlandse stations. Meded. 150-1.

Anoniem, 1972. Verwarmingstechniek in de tuinbouw. Centrale school voor tuinbouwtechniek.

Bijlage 1.

Omschrijving van de symbolen

Q1/Q5	Warmteverlies dag/nacht in kJ via de wanden.
Q2/Q6	Warmteverlies dag/nacht in kJ naar de grond.
Q3/Q7	Warmteverlies dag/nacht in kJ door ventilatie.
Q4/Q8	Energieverbruik TE-installatie dag/nacht in kJ.
Y	Warmtewinst door zoninstraling in kJ.
Z1/Z2	Warmtewinst van de lampen dag/nacht in kJ.
B1/B2	Warmtewinst TE-installatie dag/nacht in kJ.
F1, F2, etc.	Energieverbruik lampen in kWatt/h.
N	Aantal dagen waarop de omstandigheden gelijk zijn.
DL	Daglengte in seconden 10^3 .
NL	Nachtlengte in seconden 10^3 .
G	Grondoppervlak in m^2 (bruto kasoppervlak).
V	Volume van de kas in m^3 .
A	Oppervlakte van de wanden en dek van de kas in m^2 .
t_1	Te stoken temperatuur in °C.
t_2	Gemiddelde buitentemperatuur in °C.
W	Windinvloed in m/seconden.
ins	Gemiddelde zoninstraling (= 65% van de globale zoninstraling per dag kJ/m^2).
k	k-waarde in $\frac{J}{m^2 \cdot s}$.
k_1	Warmteverlies naar de grond in $\frac{J}{m^2 \cdot s}$.
vf	Ventilatievoud, aantal verversingen per uur.
sw	Soortelijke warmte van lucht = 1,29.
p	Stookwaarde gas in kJ (onderwaarde 31.648 kJ)
X	Aantal kJ per kWatt (1 kW = 3.600 kJ)
n_1	Rendementsverlies van de verwarmingsinstallatie in % van het gasverbruik.
n_2	Warmteafgifte van de lampen in % van geïnstalleerd vermogen.
n_3	Warmteafgifte TE-installatie in % van het gasverbruik.
D	Aantal lampen x vermogen in kWatt.
R	Energieverbruik TE-installatie in m^3 aardgas.
C	Percentage niet beplant grondoppervlak in m^2 .
pl	Plantdichtheid in stuks per netto m^2 beplant.
U	Uitvalspercentage van de opplant in stuks.
M	Prijs aardgas in gld.
BDL	Belichtingslengte dag in uren (2 decimalen)
BNL	Belichtingslengte nacht in uren (2 decimalen)
$3,6 =$	$\frac{\text{seconden per uur}}{1000}$

Bijlage 2

Figuur 1: Schema basis energieberekening met formules.

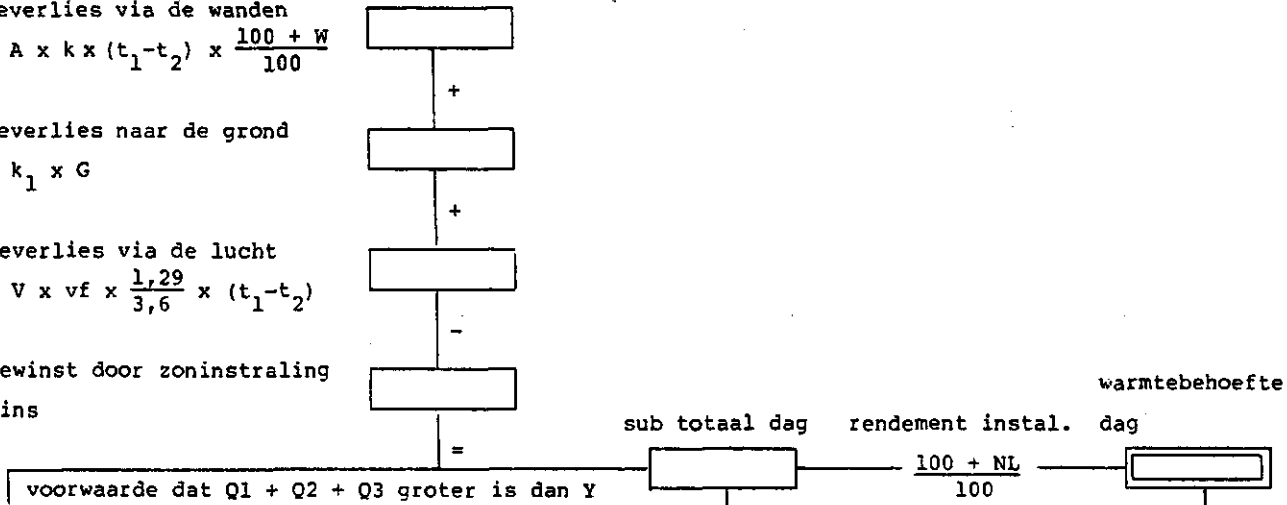
Dag

Q1 Warmteverlies via de wanden
 $N \times DL \times A \times k \times (t_1 - t_2) \times \frac{100 + W}{100}$

Q2 Warmteverlies naar de grond
 $N \times DL \times k_1 \times G$

Q3 Warmteverlies via de lucht
 $N \times DL \times V \times vf \times \frac{1,29}{3,6} \times (t_1 - t_2)$

Y Warmtewinst door zoninstraling
 $N \times G \times ins$

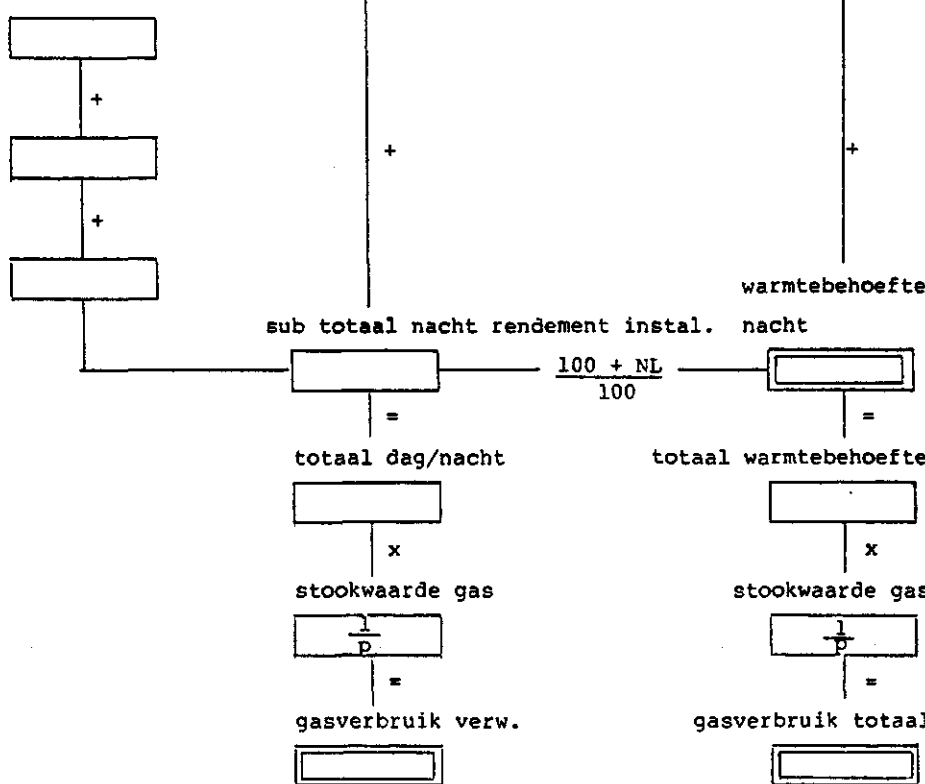


Nacht

Q5 Warmteverlies via de wanden
 $N \times NL \times A \times k \times (t_1 - t_2) \times \frac{100 + W}{100}$

Q6 Warmteverlies naar de grond
 $N \times NL \times k_1 \times G$

Q7 Warmteverlies via de lucht
 $N \times NL \times V \times vf \times \frac{1,29}{3,6} \times (t_1 - t_2)$



= wordt geprint in output.

Bijlage 2 (vervolg)

Figuur 2: Schema energiekostenberekening voor een kas met belichting waarvoor de electriciteit geleverd wordt door electriciteitsbedrijven.

Dag

Q1 Warmteverlies via de wanden
 $N \times DL \times A \times k \times (t_1 - t_2) \times \frac{100 + W}{100}$

Q2 Warmteverlies naar de grond
 $N \times DL \times k_1 \times G$

Q3 Warmteverlies via de lucht
 $N \times DL \times V \times v_f \times \frac{1,29}{3,6} \times (t_1 - t_2)$

F1 Energieverbruik lampen
 $N \times BDL \times D$

Y Warmtewinst door zoninstraling
 $N \times G \times ins$

Z1 Warmtewinst door lampen
 $N \times BDL \times D \times X \times \frac{n_2}{100}$

voorwaarde dat $Q1 + Q2 + Q3$ groter is dan $Y + Z1$

Nacht

Q5 Warmteverlies via de wanden
 $N \times NL \times A \times k \times (t_1 - t_2) \times \frac{100 + W}{100}$

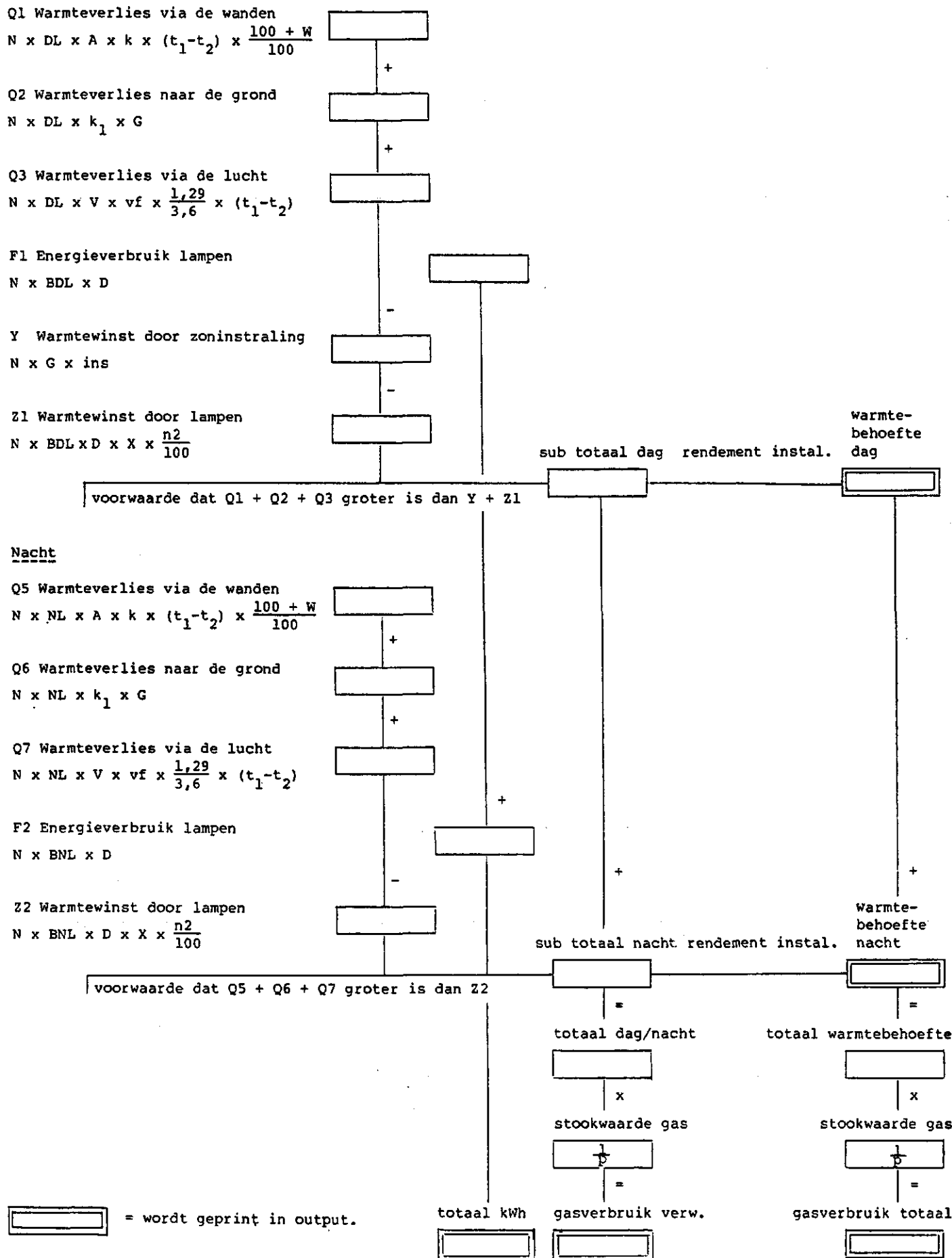
Q6 Warmteverlies naar de grond
 $N \times NL \times k_1 \times G$

Q7 Warmteverlies via de lucht
 $N \times NL \times V \times v_f \times \frac{1,29}{3,6} \times (t_1 - t_2)$

F2 Energieverbruik lampen
 $N \times BNL \times D$

Z2 Warmtewinst door lampen
 $N \times BNL \times D \times X \times \frac{n_2}{100}$

voorwaarde dat $Q5 + Q6 + Q7$ groter is dan $Z2$



= wordt geprint in output.

totaal kWh gasverbruik verw. gasverbruik totaal

Bijlage 2 (vervolg)

Figuur 3: Schema energieberekening voor een kas met belichting en T.E.-installatie.

Dag

Q1 Warmteverlies via de wanden
 $N \times DL \times A \times k \times (t_1 - t_2) \times \frac{100 + W}{100}$

Q2 Warmteverlies naar de grond
 $N \times DL \times k_1 \times G$

Q3 Warmteverlies via de lucht
 $N \times DL \times V \times vf \times \frac{1,29}{3,6} \times (t_1 - t_2)$

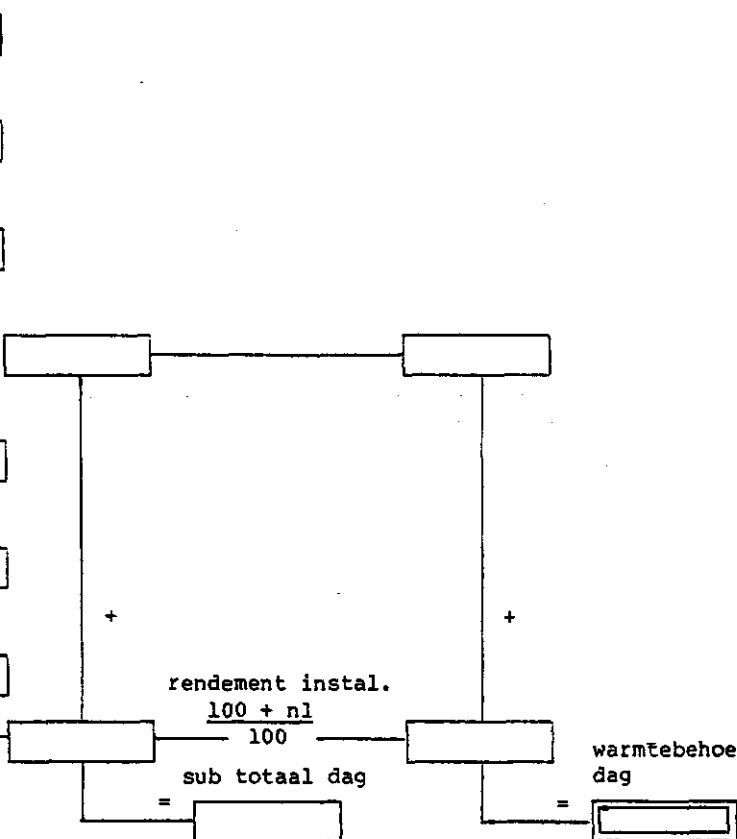
Q4 Energieverbruik T.E.-installatie
 $N \times BDL \times D \times R \times p$

Y Warmtewinst door zoninstraling
 $N \times G \times ins$

Z1 Warmtewinst door lampen
 $N \times BDL \times D \times X \times \frac{n_2}{100}$

B1 Warmtewinst door T.E.-installatie
 $N \times BDL \times D \times R \times O \times \frac{n_3}{100}$

voorwaarde Q1 + Q2 + Q3 groter is dan
 Y + Z1 + B1



Nacht

Q5 Warmteverlies via de wanden
 $N \times NL \times A \times k \times (t_1 - t_2) \times \frac{100 + W}{100}$

Q6 Warmteverlies naar de grond
 $N \times NL \times k_1 \times G$

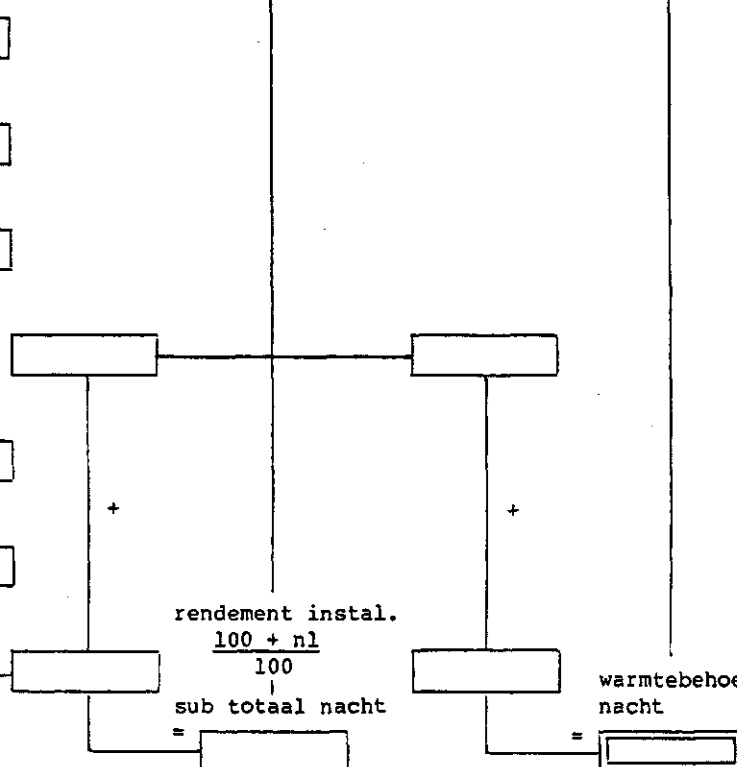
Q7 Warmteverlies via de lucht
 $N \times NL \times V \times vf \times \frac{1,29}{3,6} \times (t_1 - t_2)$

Q8 Energieverbruik T.E.-installatie
 $N \times BNL \times D \times R \times p$

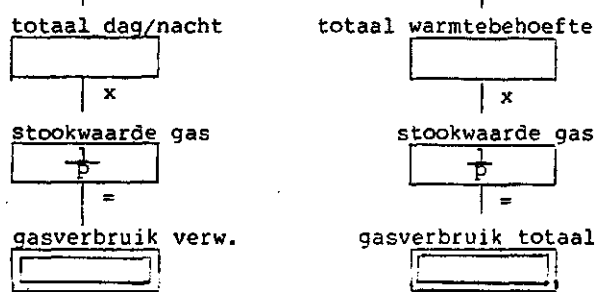
Z2 Warmtewinst lampen
 $N \times BNL \times D \times X \times \frac{n_2}{100}$

B2 Warmtewinst door T.E.-installatie
 $N \times BNL \times D \times R \times O \times \frac{n_3}{100}$

voorwaarde Q5 + Q6 + Q7 groter is dan
 Z2 + B2

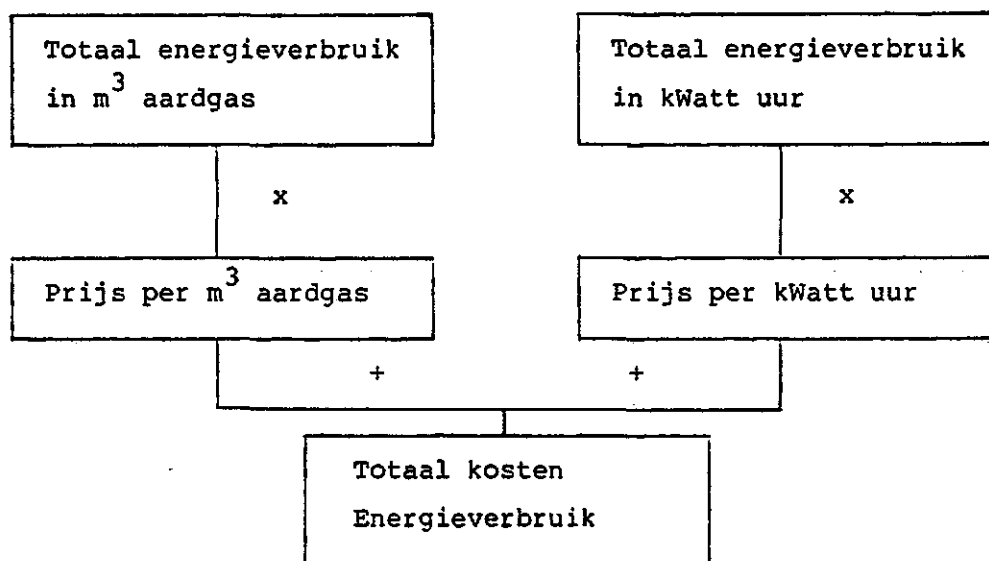


= wordt geprint in output.



Bijlage 2 (vervolg)

Figuur 4: Slotberekeningen



Kengetallen

- Brandstofkosten per m² bruto kasoppervlak
- Brandstofkosten per m² netto betoeld
- Brandstofkosten per geproduceerde eenheid

$$\frac{\text{totaalkosten}}{G}$$

$$G - \frac{C \times G}{100}$$

$$G - \frac{C \times G}{100} \times \frac{pl \times (100 - 4)}{100}$$

Bijlage 3. Ponsconcept

M-kaart

	januari	februari	maart	april	mei	juni	juli	augustus	september	oktober	november	december																				
2	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64		
M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
M	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
M	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
M	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					

daglengte (2 dec.)

nachtlengte (2 dec.)

gemiddelde dagtemperatuur (1 dec.)

gemiddelde nachttemperatuur (1 dec.)

instraling

percentage

plant- uitval- glas- kas-
dichtheid percentage beplant oppervlak oppervlak inhoud

R-kaart

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

warmte

rend.

lucht

var.

wind-

invoed

vent. f.

coëff.

prij

gas-

prij

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

bel.

V-kaart

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

Bijlage 4. Uitdraai van de automatische berekening

TEELT: REKENVOORBEELD ENCHANTMENT BEL'IE																						
PERIODE	AANT DAGEN	BELENTE	GEN.TEMP.	BIJDKTEMP.	NARHIEVERLIES	VERM.	TOTAAL	GAS	KWH	PRISJS	TOTAAL											
BEGIN	EINDE	DAG	NACHT	DAG	NACHT	DAG	NACHT	DAG	NACHT	DAG	NACHT											
10	102	31	102	22	8.17	19.63	1.00	2.2	1.4	10.0	16.0	24511	50331	9082	10430	4150.39	.00	.00	4130.39			
1	202	21	202	21	10.00	14.00	2.00	2.6	1.3	10.0	16.0	23926	46147	6427	9270	3670.95	.00	.00	3670.95			
22	202	20	202	7	10.00	14.00	10.00	2.6	1.3	10.0	10.0	10964	21439	3097	4287	1697.50	.00	.00	1697.50			
1	302	17	302	17	11.03	12.17	11.03	6.3	3.6	10.0	10.0	29163	40713	8404	9244	3660.69	.00	.00	3660.69			
TOTAAL												TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL	TOTAAL
MTR GAS												PRIS GAS	KW LICHT	PRIS LICHT	KOSTEN	ZEENHEID	DICHTHEID	BRUID	MTR	NETTO	MTR	KOSTEN
53251												13159.58	0	.00	13159.58	2.93	30	13.16	19.64			
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						

