

NN31545.0668

NOTA 668

maart 1972

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

DE INVLOED VAN DE AFMETINGEN VAN KASSEN
OP DE EXPLOITATIEKOSTEN

C. G. J. van Oostrom

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

544222

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

ARTICLE I. THE LEGISLATIVE BRANCH

SECTION 1. SHORT TITLE

This chapter shall be known as the

CHAPTER 101

SECTION 1. SHORT TITLE
This chapter shall be known as the
SECTION 2. SCOPE
This chapter shall apply to
SECTION 3. DEFINITIONS
As used in this chapter, the following terms shall have the following meanings:
SECTION 4. [REDACTED]

INHOUD

	blz.
INLEIDING	1
DE FACTOREN DIE VAN INVLOED ZIJN	1
EXPLOITATIEVERSCHILLEN ALLEEN AFHANKELIJK VAN DE KASBREEDTE	2
De interne ontsluiting	2
De beteelbare oppervlakte	2
EXPLOITATIEVERSCHILLEN AFHANKELIJK VAN KASBREEDTE EN OPPERVLAKTE	4
Kosten duurzame produktiemiddelen	4
Het brandstofverbruik	5
De kosten van het oogsten	11
Het randeffect	11
GRAFISCHE WEERGAVE VAN DE RESULTATEN	12

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
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

SECRET

(S)

1. The purpose of this document is to provide information regarding the activities of the organization in the area of international relations. This information is being provided to you for your information only and should not be disseminated to other personnel.

2. The organization has been active in the area of international relations for many years. It has established a wide network of contacts and has been successful in its efforts to influence international affairs. The organization's activities are carried out through a variety of means, including the use of financial resources, the recruitment of personnel, and the dissemination of information.

3. The organization's activities are carried out in a variety of countries and regions. It has established a strong presence in the United States, Europe, and the Middle East. The organization's activities are carried out in a variety of ways, including the use of financial resources, the recruitment of personnel, and the dissemination of information.

4. The organization's activities are carried out in a variety of ways, including the use of financial resources, the recruitment of personnel, and the dissemination of information. The organization's activities are carried out in a variety of countries and regions, and it has established a strong presence in the United States, Europe, and the Middle East.

5. The organization's activities are carried out in a variety of ways, including the use of financial resources, the recruitment of personnel, and the dissemination of information. The organization's activities are carried out in a variety of countries and regions, and it has established a strong presence in the United States, Europe, and the Middle East.

INLEIDING

De laatste jaren is de georganiseerde vestiging van tuinbouwbedrijven met glasteelten in Nederland en ook elders goed op gang gekomen. De bezwaren die samenhangen met een zogenaamde vrije vestiging werden steeds meer gevoeld en zijn van planologische, technische en bedrijfseconomische aard.

Zo bestaat bij vestiging van een flink aantal glastuinbouwbedrijven in een groter complex de mogelijkheid te zorgen voor een passende landschappelijke aankleding en ontsluiting van het gebied. Verder zullen de aansluitkosten op de openbare nutsvoorzieningen in het algemeen lager zijn dan bij een meer verspreide vestiging het geval is. Van groot belang is ook dat meestal ten aanzien van de vorm, de afmetingen en de inrichting van de kavels waarop de bedrijven worden gevestigd een grote mate van vrijheid bestaat. Vroeger, toen nog alleen sprake was van individuele vestiging, was een tuinder meestal al lang blij wanneer hij ergens een stuk grond van geschikte kwaliteit kon bemachtigen. Vorm en afmetingen waren voor hem meestal een gegeven waaraan hij zonder medewerking van buren-grondgebruikers weinig of niets kon veranderen.

In het navolgende zal getracht worden de invloed van de kavelafmetingen op de bedrijfsresultaten te bepalen.

DE FACTOREN DIE VAN INVLOED ZIJN

De kosten- en opbrengstverschillen die samenhangen met de breedte en grootte van de kas i.c. de kavel zijn:

1. de investeringen in de interne ontsluiting;
2. de verschillen in beteelbare oppervlakte;
3. de investeringen in duurzame produktiemiddelen (kas, inventaris, werktuigen etc.);

4. het brandstofverbruik;
5. de kosten van het oogsten;
6. het zogenaamde randeffect.

Al deze factoren hebben betrekking op de kosten die op de bedrijven zelf worden gemaakt. Daarnaast zijn er nog kosten verschillen die samenhangen met verschillen in benodigde weglengte per bedrijf, verschillen in aansluitkosten voor de openbare nutsvoorzieningen, verschillen in aan- en afvoerkosten van water etc. Deze laatste kostenfactoren zijn sterk aan plaats en vooral ook aan de grondsoort gebonden. Hierna zullen deze factoren buiten beschouwing blijven.

De factoren genoemd onder 1 tot en met 6 zullen stuk voor stuk worden behandeld. Hierbij zullen steeds de exploitatieverschillen worden uitgedrukt in guldens per vierkante meter grondoppervlakte onder glas.

EXPLOITATIEVERSCHILLEN ALLEEN AFHANKELIJK VAN DE KAS-BREEDTE

Van de zes genoemde factoren die de exploitatiekosten beïnvloeden zijn er twee die alleen van de breedte van de kas afhankelijk zijn. Dit zijn de interne ontsluiting en daarmee samenhangend de beteelbare oppervlakte onder glas.

1. De interne ontsluiting

Voor de interne ontsluiting (transportpad) van de glasopstanden is in alle gevallen uitgegaan van een betonpad met een breedte van 1,80 meter, dat in de kas is gelegen. Het transport van de produkten vanuit de kas naar de schuur kan dus binnen plaatsvinden. De benodigde investeringen voor dit betonpad zijn gesteld op f 18,- per m². Voor de bepaling van de jaarkosten is 8% van dit bedrag genomen. Stellen we de breedte van de kas voor door B dan is per vierkante meter kasoppervlakte $\frac{1,8}{B}$ m² betonpad nodig. De jaarlijkse kosten hiervan bedragen dus in guldens: $\frac{1,8}{B} \times \frac{18 \times 8}{100} = \frac{2,6}{B}$.

2. De beteelbare oppervlakte

De oppervlakte betonpad is uiteraard gelijk aan het verlies in beteelbare oppervlakte onder glas. De waarde van een vierkante meter beteelbare oppervlakte is bepaald door de bruto-produktiewaarde te stellen op f 20,-. Hierbij is gedacht aan de teeltcombinaties tomaten/sla of komkommers/sla onder zwaar verwarmd glas. Van deze bruto-produktiewaarde is volgens LEI-gegevens 60% niet variabel met de beteelbare oppervlakte. In dit geval is dit dus f 12,- per m² en dit bedrag dient als verliezen te worden aangemerkt. Deze verliezen kan men zich ongeveer als volgt opgebouwd denken:

Kosten duurzame produktiemiddelen	f 6,-
kosten brandstofverbruik	f 4,-
arbeidskosten	f 1,-
netto-overschot	<u>f 1,-</u>
totaal	f 12,-

Per vierkante meter kasoppervlakte met een breedte van B meter hebben we dus een verlies in guldens van: $\frac{1,8}{B} \times 12 = \frac{21,6}{B}$. Hieruit blijkt dat de jaarkosten van het betonpad slechts van geringe betekenis zijn in vergelijking met de verliezen aan beteelbare oppervlakte. Dit verlies is de belangrijkste oorzaak geweest, dat men vooral in de oudere glasopstanden de transportpaden buiten de kassen aantreft, een toestand die niet meer past bij een moderne bedrijfsvoering. Vooral wanneer in de kas verwarmingsbuizen aanwezig zijn is het naar binnen verleggen van het transportpad echter meestal een dure aangelegenheid.

In tabel 1 zijn voor een aantal kasbreedten de jaarlijkse kosten- en opbrengstverschillen weergegeven ten opzichte van de kasbreedte van 80 m. Hieruit blijkt dat een grotere breedte dan 80 m zeer weinig voordeel meer zal opleveren. De grootste winst wordt immers behaald bij een verbreding van 30 m naar 45 m. De verbreding van 60 m naar 80 m levert al weinig kostenbesparing meer op.

Tabel 1. Jaarlijkse kosten- en opbrengstverschillen (gld/m² glas), die alleen afhankelijk zijn van de kasbreedte (referentieniveau 80 m kasbreedte)

Breedte glas-perceel in m	Beteelbare oppervlakte	Kosten betonpad	Totaal
30	0,45	0,05	0,50
45	0,21	0,03	0,24
60	0,09	0,01	0,10
80	0	0	0

EXPLOITATIEVERSCHILLEN AFHANKELIJK VAN KASBREEDTE EN OPPERVLAKE

3. Kosten duurzame produktiemiddelen

De verschillen in jaarkosten van de duurzame produktiemiddelen bij verschillen in breedte en grootte van de kas zijn ontleend aan gegevens van het LEI (MEIJAARD en VAN VEEN). De berekende exploitatieverschillen hebben betrekking op de kosten van rente, onderhoud en afschrijving van de duurzame produktiemiddelen.

Voor zwaar verwarmde Venlo-kassen met verschillen in grootte is in tabel 2 een overzicht gegeven van de investeringskosten en de jaarlijkse kosten.

Tabel 2. Kostendegressie voor zwaar verwarmde Venlo-warenhuizen met verschillen in grootte (MEIJAARD, 1970)

Opp. kas	Investeringskosten gld/m ²	Jaarkosten gld/m ² . jaar	Kostenverschil t.o.v. een kas van 18000 m ²
3000	62,14	7,06	1,92
6000	53,90	5,96	0,82
9000	50,72	5,53	0,39
12000	49,21	5,38	0,24
15000	48,21	5,24	0,10
18000	47,41	5,14	0

Naast de invloed van de kasgrootte is er ook nog sprake van een geringe invloed van de kasbreedte op de jaarkosten (tabel 3).

Tabel 3. Verschillen in jaarkosten van duurzame produktiemiddelen bij een zwaar verwarmd Venlo-warenhuis van verschillende breedte (referentieniveau 80 m kasbreedte)

Breedte kas (m)	Kostenverschil in gld/m ² . jaar	
	3000 m ²	6000 m ²
30	0,18	0,23
45	0,07	0,11
60	0,03	0,05
80	0	0

Voor een kas met een oppervlakte van meer dan 6000 m² veranderen de bedragen genoemd in de laatste kolom niet noemenswaardig. De kostenverschillen hebben vooral betrekking op de verschillen in bouwkosten van de kas. De gunstigste bouwkosten bereikt men als de verhouding tussen omtrek en oppervlakte zo klein mogelijk is; dan immers is de gevellengte ook zo klein mogelijk. Beschouwen we alleen rechthoekige percelen dan is dit het geval bij het vierkant. Daarnaast zijn er natuurlijk ook verschillen in kosten van machines, gebouwen, aanlegkosten buizenet etc.

4. Het brandstofverbruik

Voor het bepalen van de verschillen in kosten van brandstofverbruik is het nodig dat de warmteverliezen van kassen met verschillen in vorm en grootte worden bepaald. Omdat de oppervlakte van het glasedek in alle gevallen per vierkante meter kasoppervlakte gelijk blijft, zijn de warmteverliezen door de grond en het dek niet van belang voor een vergelijking. De warmteverliezen die ontstaan door verversing van de lucht in de kas kunnen eveneens buiten beschouwing blijven, daar immers het luchtvolume in de kas per vierkante meter grond onder glas steeds gelijk is.

Voor zover bekend is er in Nederland nooit empirisch onderzoek gedaan naar verschillen in warmteverliezen bij verschillende kasafmetingen. Wel echter in Duitsland o. a. door Dr. Hiller en Prof. Renard uit Hannover. Zij hebben ook een theoretische grondslag aan deze verliezen gegeven.

Zoals bekend zijn er bij een warmtestroom door een vlakke wand een drietal fasen te onderscheiden, namelijk:

- A. de warmte-afgifte van de lucht in de kas aan de glaswand;
- B. de geleiding;
- C. de warmte-afgifte van de glaswand aan de buitenlucht.

A. De warmte-afgifte van de lucht in de kas aan de glaswand

De lucht in de kas, de grond en de planten staan warmte af aan het glasoppervlak door: konvektie (a_k), geleiding (a_i), straling (a_s) en condensatie (a_o). Voor de totale warmte-afgifte moeten we dus de som van deze vier componenten bepalen.

$$a = a_i + a_k + a_s + a_o \quad (1)$$

We zullen deze waarden steeds uitdrukken in $\text{kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

a. Konvektie en geleiding ($a_i + a_k = a_{\text{kon}}$)

De warmte-overgang door geleiding en konvektie kan niet afzonderlijk worden beschouwd. Voor de warmte-afgifte als gevolg van deze twee factoren is door Dr. Hiller een empirische vergelijking afgeleid. In de kas hebben we te doen met het probleem der vrije konvektie, welk proces goed beschreven kan worden door de vergelijking van

Hauser:

$$N_u = 0,11 (G_r P_r)^{1/3} + (G_r P_r)^{0,1} \quad (2)$$

Hierbij is N_u het getal van Nusselt en is gedefinieerd als

$$N_u = \frac{a_{\text{kon}} L}{\lambda}$$

G_r is het getal van Grashof en kan worden weergegeven als

$$G_r = \frac{L^3 g \beta (t_i - t_w)}{\nu^2}$$

P_r is het getal van Prandtl en dit is gedefinieerd als: $P_r = \frac{n C_p}{\lambda}$

De gebruikte symbolen hebben de volgende betekenis:

- L : karakteristieke afmeting (hier de hoogte van de kas)
g : versnelling van de zwaartekracht
 β : ruimtelijke uitzettingscoëfficiënt
 $t_i - t_w$: het verschil in temperatuur tussen de lucht in de kas (gem. temperatuur) en de glaswand
 ν : de kinematische viscositeit ($0,15 \text{ cm}^2/\text{sec}$)
n : dynamische viscositeit lucht ($1,75 \times 10^{-4} \text{ g/cm. sec}$)
 λ : warmtegeleidingsvermogen lucht ($6 \times 10^{-5} \text{ cal/cm sec } ^\circ\text{C}$)
 C_p : soortelijke warmte lucht ($24 \times 10^{-2} \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$).

Wanneer het temperatuurverschil ($t_i - t_w$) en de afmeting bekend zijn kunnen we a_{kon} oplossen. Nemen we voor het verschil in temperatuur tussen de lucht in de kas en de glaswand 10 graden aan en voor de hoogte van de kas 200 cm, dan vinden we voor $a_{\text{kon}} = 2,6 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

b. Warmte-overgang door condensatie

Bij het glasoppervlak van de kas wordt de verzadigingstemperatuur van het mengsel waterdamp-lucht lang niet bereikt. Als gevolg daarvan slaat op het glasoppervlak water neer, waardoor condensatiewarmte vrijkomt. Deze condensatiewarmte wordt aan het glasoppervlak overgedragen. Zij bedraagt volgens de betrekking van Lewis:

$$Q = \frac{a_{\text{kon}}}{C_p} F (x_i - x_w) r \quad (3)$$

Hierin is:

- Q : de vrijkomende hoeveelheid warmte
 C_p : de soortelijke warmte van het water-lucht mengsel ($0,25 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$)
F : de oppervlakte
r : de verdampingswarmte van water bij de temperatuur in de kas (580 cal/g)
 x_i : de vochtigheidsgraad in g water per g lucht bij de temperatuur in de kas (bij een temperatuur van 20°C en een luchtvochtigheid van 70% geldt: $x_i = 0,010 \text{ gram}$)
 x_w : de verzadigingsgraad bij de temperatuur van de glaswand (bij een temperatuur van de glaswand van 10°C geldt: $x_w = 0,0075 \text{ gram}$).

De hoeveelheid warmte Q die door de condensatie vrijkomt kan men ook met behulp van een equivalente warmte-overgang beschrijven. We vinden dan:

$$Q = a_o F (t_i - t_w) \quad (4)$$

Uit de vergelijkingen (3) en (4) kan worden afgeleid:

$$a_o = a_{kon} \frac{(x_i - x_w) r}{C_p(t_i - t_w)}$$

Wanneer we dit uitrekenen voor het geval dat de temperatuur in de kas (t_i) en de temperatuur van de kaswand (t_w) resp. 20°C en 10°C zijn vinden we $a_o = 1,7 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

c. Warmte-overgang door straling

Reeds bij kleine temperatuurverschillen wisselen de glasoppervlakten van de kassen warmte uit met de grond door middel van straling. Volgens de wet van Stephan Boltzmann is de emissie van een volkomen zwart lichaam E evenredig met de vierde macht van de temperatuur $E = \sigma T^4$. De constante σ is onafhankelijk van het betreffende materiaal en van de temperatuur en heeft een waarde van $4,95 \times 10^{-8} \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{k}^4$.

Gewoonlijk schrijft men $Q \approx E = C_z \left(\frac{T}{100}\right)^4$. Hierin is Q de uitgestraalde warmte en C_z het stralingsgetal van het zwarte lichaam en is dus gelijk aan $10^8 \sigma$. Voor een lichaam met absorptieverhouding A geldt dus: $Q = 4,95 A \left(\frac{T}{100}\right)^4$.

Wanneer twee lichamen aan elkaars straling zijn blootgesteld moet voor ieder geval worden uitgemaakt welk deel van de straling van het eerste lichaam het tweede treft. In het bijzondere geval dat het ene lichaam het andere geheel omsluit is dit niet zo moeilijk.

We krijgen dan:

$$Q = F \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_z}} = a_s F (T_1 - T_2) \quad (5)$$

met $a_s = a C$

Hierin is:

c_1 = stralingscoëfficiënt van het lichaam dat warmte afgeeft

c_2 = stralingscoëfficiënt van het lichaam dat warmte opneemt

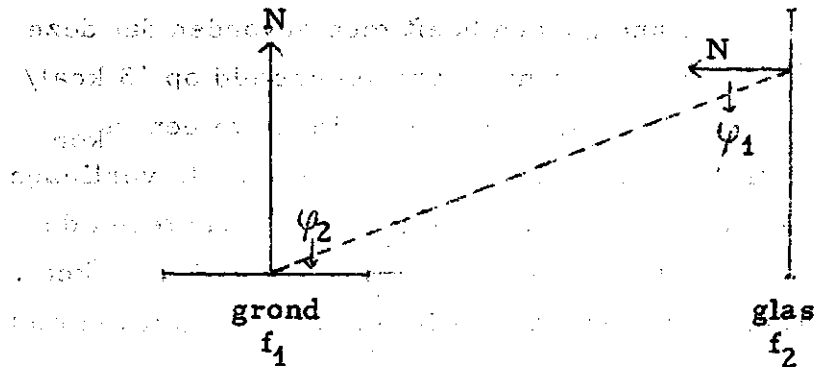
$$a = \text{temperatuurfactor} \left\{ a = \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{T_1 - T_2} \right\}$$

$$c = \text{het stralingsgetal met } \frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_z}$$

Bij oppervlakten die elkaar niet omsluiten (het geval waar we ook hier mee te maken hebben), is de situatie veel ingewikkelder. Er geldt dan:

$$a_s = a \frac{c_1 c_2}{\pi c_z} \int_{f_1} \int_{f_2} \frac{\cos \psi_1 \cos \psi_2}{r^2} d f_1 d f_2$$

Hierin zijn ψ_1 en ψ_2 de hoeken tussen de normalen op de stralende lichamen en hun verbindingslijnen.



Deze vergelijking is geïntegreerd door Prof. Renard en voor een temperatuur van de glaswand van 10°C en van de grond van 15°C vond hij: $a_s = 1,3 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

De totale warmte-overgang van de lucht in de kas naar de glaswand kan nu worden berekend door de drie gevonden waarden te sommeren:

$$a = a_i + a_k + a_s + a_o = 2,6 + 1,7 + 1,3 = 5,6 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

Voor de verdere berekening is het dienstig om met het omgekeerde van a te rekenen. We noemen dit de warmte-overgangsweerstand $r = \frac{1}{5,6} = 0,18 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$.

B. De warmtegeleiding

De warmte-overgangsweerstand voor gewoon vensterglas van 2,8 mm dikte bedraagt $r = 0,004 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$ en is dus praktisch verwaarloosbaar.

C. De warmte-overgang naar buiten (glaswand - buitenlucht)

De warmte-overgang door middel van geleiding en konvektie is sterk afhankelijk van de windsnelheid. Holtinger vond de formule $a_{\text{kon}} = 2 + 10 \sqrt{w}$ waarbij w de windsnelheid in meters per seconde is. Gedurende perioden van regen of van sneeuwval kon deze waarde echter tijdelijk verveelvoudigd worden. De warmteverliezen ten gevolge van afstraling naar buiten zijn van een groot aantal factoren afhankelijk zoals:

- luchtvochtigheid
- wolkenhoogte en bedekkingsgraad
- temperatuur
- hoek tussen kaswand en grondoppervlak

Voor Nederlandse omstandigheden heeft men gevonden dat deze warmteverliezen (a_g) ongeveer kunnen worden gesteld op $13 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$. Bij een windsnelheid van 4 m/sec krijgen we een a_{kon} (geleiding en konvektie) van 22 kcal en bedragen de totale verliezen dus $a = 22 + 13 = 35 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. De totale weerstand tegen de warmte-overgang naar buiten is dan $r_b = \frac{1}{35} \approx 0,03 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$. We zien hieruit dat deze weerstand relatief klein is vergeleken met de weerstand die optreedt bij de overdracht van warmte van de lucht in de kas naar de glaswand, die $0,18 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$ bedroeg. Zelfs bij volkomen windstil weer is r_b niet meer dan $0,07 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$. Voor de totale weerstand vinden we dus $r_t = 0,18 + 0,03 = 0,21 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$. Het omgekeerde hiervan is weer het totale warmteverlies en dit bedraagt dus ongeveer $\frac{1}{21} \approx 5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

Stellen we het aantal stookdagen op 150 en het gemiddelde temperatuurverschil tussen binnen en buiten op 15°C , dan bedraagt het warmteverlies per m^2 glas dus: $5 \times 15 \times 150 \times 24 = 270\,000 \text{ kcal}$. De prijs van zware stookolie kan momenteel worden gesteld op $f\,70,-$ per ton met een verbrandingswaarde van 10 miljoen kcal en een rendement van 70% . De kosten van het warmteverlies per m^2 glas bedragen dan $f\,2,70$. Dit betekent dat ca 70% van de totale stookkosten benodigd zijn om de verliezen door het glas goed te maken.

Voor de hoogte van de zijwanden van de kas kan $2,20 \text{ m}$ worden aangehouden en voor de gemiddelde hoogte van de kopgevels $2,60 \text{ m}$. In feite zijn deze afmetingen wat groter, maar bij deze berekening is

rekening gehouden met een wat lager warmteverlies door de betonvoet. De algemene formule voor de oppervlakte kaswand per oppervlakte-eenheid grond onder glas wordt dan:

$$\frac{2L \times 2,6 + 2B \times 2,2}{O}$$

waarin L de kaslengte, B de kasbreedte en O de kasoppervlakte voorstellen.

We kunnen nu de warmteverliezen door de wanden van kassen met verschil in oppervlakte en breedte berekenen. Als voorbeeld dient hierbij een kas van $18\ 000\text{ m}^2$ met een breedte van 80 m en een kas van $3\ 000\text{ m}^2$ met een breedte van 30 m. In het eerste geval bedraagt de wandoppervlakte $0,085\text{ m}^2$ per vierkante meter kasoppervlakte vergeleken met $0,217\text{ m}^2$ in het laatste geval. Het verschil is dus $0,132\text{ m}^2$. In geld uitgedrukt betekent dit een extra kostenpost voor de kas met een oppervlakte van $3\ 000\text{ m}^2$ van:

$$0,132 \times f\ 2,70 = f\ 0,36 /\text{m}^2 \text{ kasoppervlakte per jaar.}$$

5. De kosten van het oogsten

De kosten van het oogsten hangen samen met de wisselende loopafstanden in de kas. Bij doorrekening van een aantal mogelijkheden door het Rijkstuinbouwconsulentenschap te Naaldwijk bleken deze verschillen minimaal te zijn. Dit komt voornamelijk doordat de laatste jaren apparatuur op de markt is gekomen, die de nadelige gevolgen van een grotere loopafstand grotendeels compenseert (plukrails, plukwagentjes e. d.). De mogelijk optredende kleine verschillen in de kosten van het oogsten zijn daarom buiten beschouwing gebleven. Ook ten aanzien van de andere werkzaamheden (grondbewerking, planten en verzorging) gaat het slechts om minimale verschillen in arbeids- en overige kosten.

6. Het randeffect

Door een betere belichting van de planten die langs de wanden van de kas staan geven deze in de regel ook een hogere opbrengst. Dit geldt echter niet voor laag blijvende gewassen zoals sla. Bovendien gaat het voordeel van een hogere kg-opbrengst vaak teniet door een

kwaliteitsvermindering als gevolg van mechanische beschadeging en verbranding. Dit facet is dus moeilijk te kwantificeren en is hier eveneens buiten beschouwing gelaten.

Een samenvatting van de exploitatieverschillen die samenhangen met zowel de kasbreedte als de oppervlakte van de kas geeft tabel 4. Als referentieniveau is een kas gekozen met een oppervlakte van 18 000 m².

Tabel 4. Jaarlijkse kosten- en opbrengstverschillen (gld/m²) die afhankelijk zijn van de kasbreedte en de oppervlakte van de kas (referentieniveau 80 m kasbreedte-18 000 m² glasoppervlakte

Breedte glasperceel	Oppervlakte glas (m ²)						
	3000	6000	9000	12000	15000	18000	
30 m	(warmteverliezen	0,36	0,30	0,28	0,27	0,26	0,26
	(bouwkosten	2,05	1,00	0,57	0,42	0,28	0,18
45 m	(warmteverliezen	0,26	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11
	(bouwkosten	1,96	0,90	0,47	0,31	0,17	0,08
60 m	(warmteverliezen	0,24	0,12	0,08	0,07	0,03	0,04
	(bouwkosten	1,93	0,85	0,42	0,27	0,13	0,03
80 m	(warmteverliezen	0,26	0,11	0,05	0,02	0,01	0
	(bouwkosten)	1,92	0,82	0,39	0,24	0,10	0

Ook hier blijkt dat de grootste winst wordt verkregen bij vergroting van de kleinste oppervlakte respectievelijk verbreding van de smalste kassen. Vooral de daling van de kosten van de duurzame produktiemiddelen bij toeneming van de oppervlakte is zeer aanzienlijk.

GRAFISCHE WEERGAVE VAN DE RESULTATEN

Door sommering van de bedragen genoemd in tabel 1 en 4 wordt de totale invloed van de kasbreedte en -oppervlakte op de exploitatiekosten verkregen. Hierbij werd, zoals gezegd, een kas met een oppervlakte van 18 000 m² en een breedte van 80 m als referentieniveau

gekozen. In fig. 1 zijn deze resultaten weergegeven door middel van iso-kostenlijnen. Op de horizontale as is de oppervlakte glas uitgezet en de daarmee verband houdende kavelgrootte, welke is afgerond op 5 are. Op de verticale assen staan de kavelbreedten en de daarvan afgeleide kasbreedte (breedte glasperceel). Als verschil tussen kavelbreedte en kasbreedte is steeds 7 m aangehouden. De verschillen in exploitatiekosten kunnen worden weergegeven door de formule:

$$E = \frac{2,14 \cdot 10^4}{F^{1,13} B^{1,32}} \quad r = 0,94$$

Hierin is:

E = verschillen in exploitatiekosten (gld/m² kasopp. jaar)

F = oppervlakte glasperceel (are)

B = breedte glasperceel (m)

Binnen de begrenzingen van fig. 1 kunnen de exploitatieverschillen oplopen tot ongeveer 15% van de bruto opbrengst. Berekeningen voor onverwarmde kassen met dezelfde teeltcombinatie geven als uitkomst dat de totale verschillen in exploitatiekosten met ca 50% dalen. Omdat echter ook de bruto geldopbrengst, vergeleken met de zwaar verwarmde teelten met ongeveer de helft afneemt, blijft het verschil van ca 15% van de bruto geldopbrengst ook in dit geval bestaan.

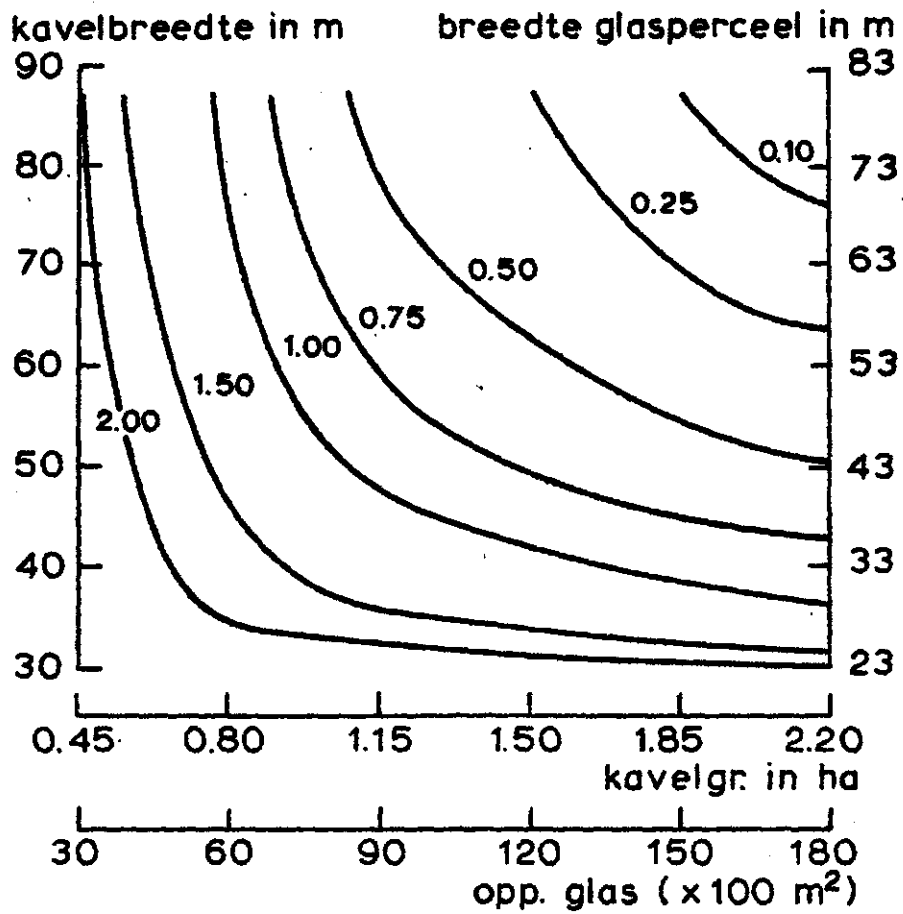


Fig. 1. Exploitatiekostenverschillen (gld/m² glas/jr) als afhankelijke van opp. glas en breedte glasperceel (zwaar verwarmd)