



Temperatuurgrenzen bij tomaat

Productie en opbrengsteffecten van kortere koudeperioden bij de teelt van tomaat, temperatuurgrenzen en compensatiemogelijkheden

R. (Ruud) Kaarsemaker en E. (Ernst) van Rijssel

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr 41705084 ; € 10,-

Dit project is gefinancierd door:



Productschap Tuinbouw

Louis Pasteurlaan 6
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Projectnummer: 41705084

PT-nummer: 10741

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk

: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk

Tel. : 0174 – 63 67 00

Fax : 0174 – 63 68 35

E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	4
2	PROEFOPZET	5
3	RESULTATEN	8
3.1	Ontwikkelingssnelheid gewas	8
3.2	Veranderingen bij suboptimale teelttemperaturen	8
3.2.1	Effect van verzetten	8
3.3	Productieverloop bij een korte koudeperiode van 13 °C	10
3.3.1	Effect van wortelverwarming	10
3.3.2	Kwaliteit van de vrucht en tros	10
3.4	Productieverloop bij een korte koudeperiode van 10 °C	12
3.4.1	Effect van wortelverwarming	12
3.4.2	Kwaliteit van de vrucht en tros	12
3.4.3	Effect van een langere compensatieperiode	12
3.5	Overzicht productieverlies door koudeperiode 10-13°C	12
4	FINANCIËLE GEVOLGEN VAN EEN KOUDEPERIODE.....	14
5	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	15
5.1	Discussie	15
5.2	Conclusies	15
	BIJLAGE 1: BEREKENING KASTEMPERATUREN, UITGANGSPUNTEN.....	16
	BIJLAGE 2: GEREALISEERDE KASTEMPERATUREN	20
	BIJLAGE 3: AFWIJKINGEN IN AANTALLEN VRUCHTEN TEN OPZICHTE VAN DE REFERENTIE BIJ 19 °C	21

1 Inleiding

Het openstellen van de gasmarkt betekent een verandering in de tarieven en tariefstructuren. Een kleinere aansluiting op het gasnet bespaart kosten, maar vergroot de kans op een te lage kastemperaturen onder winterse omstandigheden. Om de afweging te kunnen maken van een kostenbesparing door een lage aansluitwaarde tegen het risico op opbrengstvermindering tijdens een extreme koudeperiode moeten de effecten van en een wat langere koudeperiode op de productie kwantitatief bekend zijn.

De tariefstructuur in de vrije gasmarkt koppelt de prijs van het afgenomen gas los van de kosten voor aansluiting en transport via het gasnet naar het bedrijf. De kosten voor een piekverbruik gedurende een incidentele, extreem koude periode worden in een af te sluiten gascontract direct zichtbaar. Het is verleidelijk om direct te besparen op te maken kosten en het risico te nemen dat de gewenste kastemperatuur onder extreme weersomstandigheden niet kunnen worden gerealiseerd. De kans dat extreme kou zich gedurende meerdere dagen voordoet is af te meten uit de weersgegevens van het KNMI. De gevolgen voor het gewas, dus de kosten voor de teler, moeten helder zijn om de afweging verantwoord te kunnen maken.

De proefopzet om het effect van koude op de groei en ontwikkeling te onderzoeken is gebaseerd op kastemperaturen die in een extreme koudeperiode onder Nederlandse omstandigheden kunnen worden verwacht. Daartoe is in een eerste fase van dit project uitgerekend wat de kastemperatuur wordt tijdens de koudste episoden die in Nederland optreden, bij verschillend maximum van de aansluiting op het gasnet¹. Hierbij is gebleken dat er in een extreme koudeperiode van twee weken, zoals begin 1997, een aansluitwaarde nodig is van 200 m³/uur. ha om een etmaaltemperatuur van 19 °C volledig te kunnen realiseren. Met een aansluitwaarde van 150 m³/uur. ha daalt de gemiddelde temperatuur met 0,5 °C, maar met aansluitwaarden van 100 of zelfs 75 m³/uur. ha daalt de gemiddelde etmaaltemperatuur tot resp. 13,3 en 9,5 °C.

Binnen deze koudeperiode zijn de mogelijkheden om via een warmtebuffer of via temperatuurintegratie de gemiddelde etmaaltemperatuur te verhogen vrij beperkt. Slechts met inzet van een scherm, gecombineerd met een warmtebuffer en temperatuurintegratie, is de gewenste etmaaltemperatuur van 19 °C ook bij extreme koude en met een lage aansluitwaarde te realiseren.

Dit rapport doet verslag van het onderzoek waarin is gekeken naar de effecten op het gewas als de kastemperatuur gedurende één tot maximaal drie weken zakt naar temperaturen van resp. 13 of 10 °C. Het temperatuurtekort is direct na afloop van de koudeperiode gecompenseerd met een periode van verhoogde kastemperaturen.

De verlaagde kastemperaturen zijn zo laag dat het gewas zich daarbij nauwelijks verder kan ontwikkelen doch waarbij het gewas geen grote directe schade oploopt. Compensatie van de gegeven kou is ingegeven vanuit voorgaand onderzoek waaruit bleek dat de groei en ontwikkeling gestuurd wordt door de gemiddelde etmaaltemperatuur. De grenzen waarbinnen de kastemperatuur mag bewegen bleken vrij ruim te zijn. De koudeperiode is gegeven twee tot tien weken na het planten.

Ook is gekeken of wortelverwarming de gevolgen van lage ruimtetemperaturen kon verminderen. De elektrische verwarmingsmatten zijn beschikbaar gesteld door Multiheater.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de effecten op gewasontwikkeling, productie en opbrengst.

De project is uitgevoerd onder leiding van Ruud Kaarsemaker, teeltspecialist tomaat, en Ad Wiskerke, Proefbeheerder. Voorts hebben meegewerkt: Rinse Elgersma en Dick Klinkspoor. Het verslag is geschreven door Ernst van Rijssel.

¹ Zie bijlage 1

2 Proefopzet

De proef is uitgevoerd met het ras Aromata in vier kasafdelingen met een ingestelde kasttemperatuur van resp. 10, 13, 19 en 22 °C. Er is gezaaid op 8 november en geplant op 20 december 2000. Tot 2 januari 2001 is geteeld bij 19 °C. In de afdeling met een ingestelde kasttemperatuur van 19 °C kwam de 1^e tros in week één in bloei, de 5^e tros in week vijf en de 8^e tros in week negen.

De tomaten werden geteeld bij een gemiddelde temperatuur van 19°C. De koudebehandeling is gegeven door de planten tijdelijk naar een koude afdeling over te brengen. Na een koudeperiode werden de tomaten overgezet naar een afdeling van 22°C totdat het gemiddelde van 19°C weer bereikt was. Om het effect van verplaatsing te toetsen zijn ook planten in dezelfde afdeling verplaatst, behandeling 23 t/m 26.

Bij de behandelingen 27 t/m 25 werd naast kou ook wortelverwarming gegeven om te zien of dit het effect van een koude ruimtetemperatuur kon verminderen.

De volgende combinaties zijn gemaakt:

Temperatuurbehandelingen vanaf 2 januari 2001

nr.	voorbehandeling	behandeling	compensatie	nabehandeling
1		20 weken 19,		
2		20 weken 22,		
3		20 weken 13,		
4		20 weken 10, (7),		
5	0 weken 19,	1 week 13,	2 weken 22,	17 weken 19
6	0 weken 19,	1 week 10,	3 weken 22,	16 weken 19
7	0 weken 19,	2 weken 13,	4 weken 22,	14 weken 19
9	0 weken 19,	3 weken 13,	6 weken 22,	11 weken 19
10	4 weken 19,	1 week 13,	2 weken 22,	13 weken 19
11	4 weken 19,	1 week 10,	3 weken 22,	12 weken 19
12	4 weken 19,	2 weken 13,	4 weken 22,	10 weken 19
13	4 weken 19,	2 weken 10,	6 weken 22,	8 weken 19
14	4 weken 19,	3 weken 13,	6 weken 22,	7 weken 19
15	8 weken 19,	1 week 13,	2 weken 22,	9 weken 19
16	8 weken 19,	1 week 10,	3 weken 22,	8 weken 19
17	8 weken 19,	2 weken 13,	4 weken 22,	6 weken 19
18	8 weken 19,	3 weken 13,	6 weken 22,	3 weken 19
19	9 weken 19,	2 weken 10,	6 weken 22,	4 weken 19
20 ²	2 weken 19,	1 week 7,	4 weken 22,	13 weken 19
21	6 weken 19,	1 week 7,	4 weken 22,	9 weken 19
22	10 weken 19,	1 week 7,	4 weken 22,	5 weken 19
23	20 weken 19, met overzetten			
24	20 weken 22, met overzetten			
25	20 weken 13, met overzetten			
26	20 weken 10, met overzetten			
27	0 weken 19,	1 week 10,	3 weken 22,	16 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)
28	0 weken 19,	2 weken 13,	4 weken 22,	14 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)
29	4 weken 19,	1 week 10,	3 weken 22,	12 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)
30	4 weken 19,	2 weken 13,	4 weken 22,	10 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)
31	8 weken 19,	1 week 10,	3 weken 22,	8 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)
32	8 weken 19,	2 weken 13,	4 weken 22,	6 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)
33	2 weken 19,	1 week 7,	4 weken 22,	13 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)
34	6 weken 19,	1 week 7,	4 weken 22,	9 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)
35	10 weken 19,	1 week 7,	4 weken 22,	5 weken 19 +wortelverwarming (Multiheater)

² Temperaturen van 7 °C konden niet worden gerealiseerd, de laagst haalbare temperatuur was 10 °C .

Waarnemingen

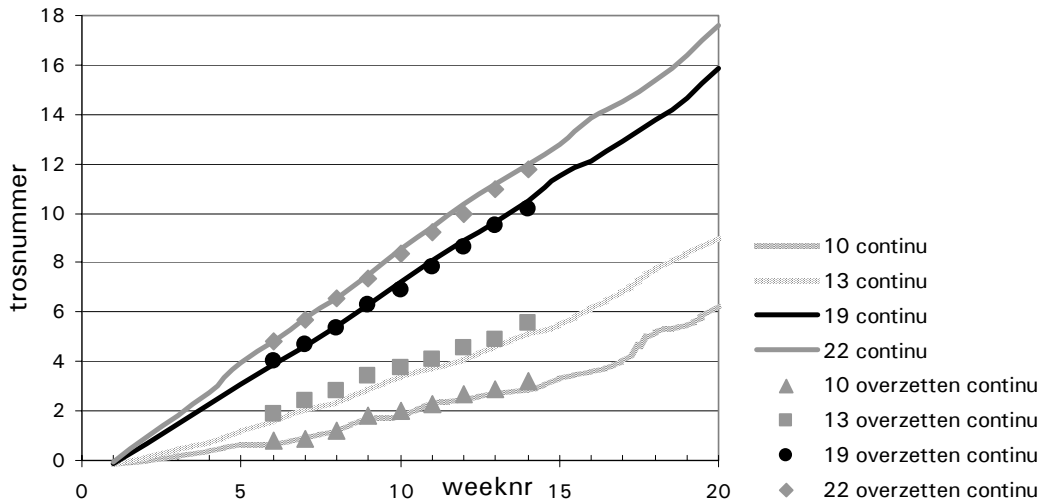
1. Bloeistadium per plant op vaste dag in de week waarop de planten worden overgezet: Trosnummer en bloemnummer, bloei als bloem volledig is geopend.
2. Aantal gezette vruchten per tros
3. Afwijkingen: splittrossen
 trossen < 6 vruchten
 bonken
 afwijken aantal bladeren tussen trossen (notatie 3-4 2 dwz tussen tros drie en vier 2 bladeren)
4. Aantal en gewicht vruchten per veldje, aantal en gewicht neusrot.
5. Groene vruchten aan het einde van de teelt.

Waarnemingen vervolg:

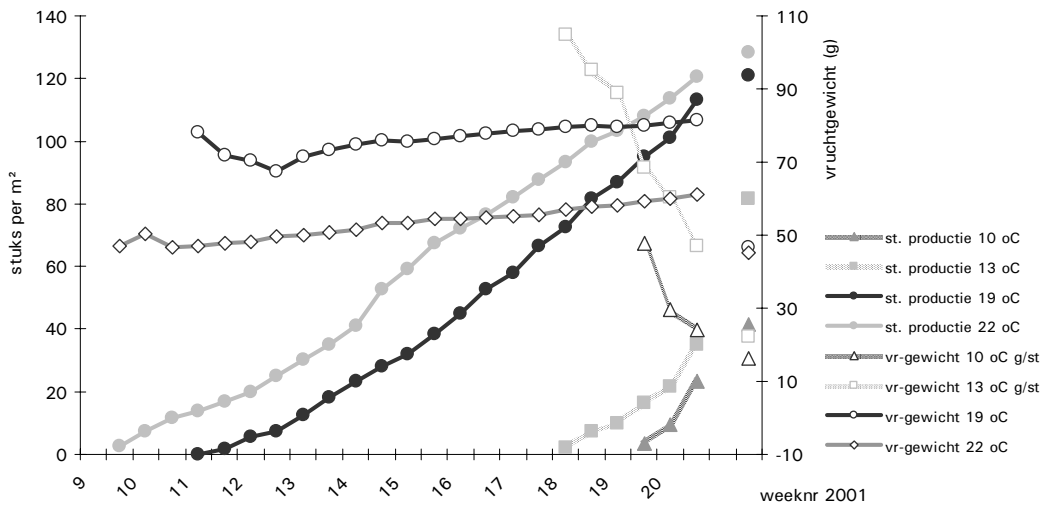
6. Geoogste aantal en gewicht van de vruchten per week
7. Groene vruchten aan het einde van de teelt

8. Bloeistadium vanaf begin koude tot 8 weken na koude behandeling en vervolgens berekenen:
9. Ontwikkelingssnelheid koudeperiode
10. Ontwikkelingssnelheid in periode temperatuurcompensatie
11. Ontwikkelingssnelheid na afloop proef

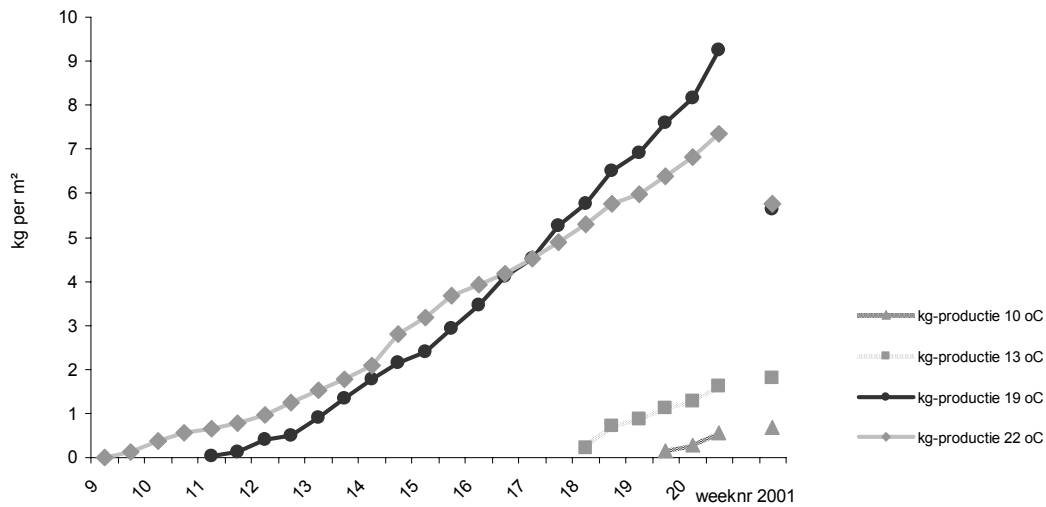
Figuur 1: Bloeiverloop bij de diverse constante temperaturen



Figuur 2: Ontwikkeling stuksproductie en vruchtgewicht



Figuur 3: Ontwikkeling kg-productie



3 Resultaten

3.1 Ontwikkelingssnelheid gewas

De ontwikkelingssnelheid van het gewas werd steeds geheel bepaald door de actuele kasttemperatuur in de afdeling waar het gewas stond. Direct nadat een gewas naar een andere afdeling werd overgezet nam het gewas de ontwikkelingssnelheid aan van de betreffende teelttemperatuur (tabel 1). Een tijdelijke koudeperiode tot drie weken was niet van invloed op de ontwikkelingssnelheid van het gewas in de periode daarna, bij een hogere temperatuur.

Tabel 1: Invloed van teelttemperatuur en overzetten op de ontwikkelingssnelheid gewas, aantal trossen per week

Temperatuur	Continu	Overzetten
10	0.27	0.30
13	0.44	0.45
19	0.83	0.77
22	0.90	0.87

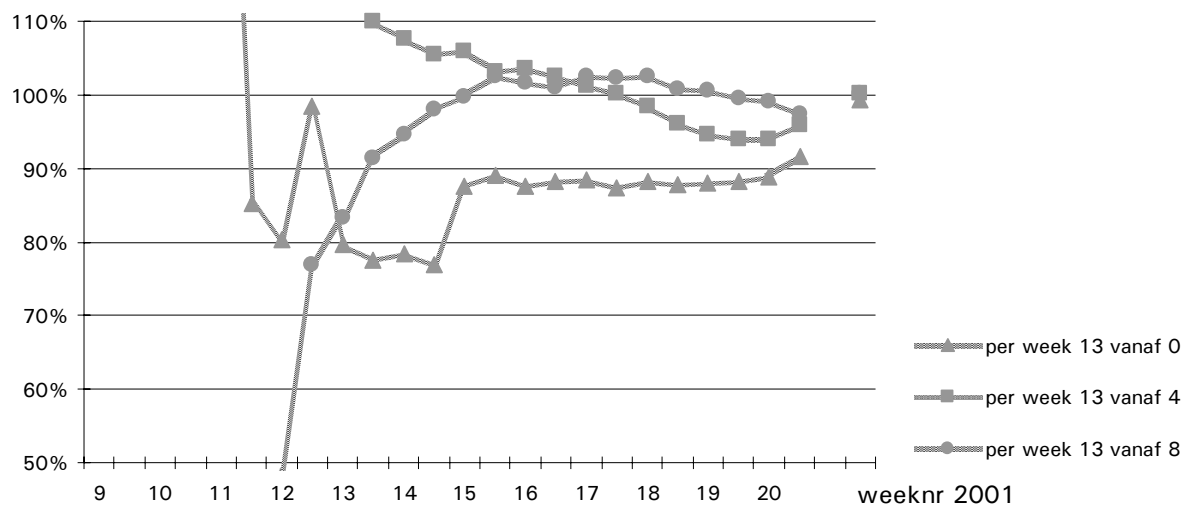
3.2 Veranderingen bij suboptimale teelttemperaturen

In de proef zijn behandelingen uitgevoerd bij constante kasttemperaturen. Er is geplant op 20 december 1999 met daarna 2 weken 19 °C . Vervolgens begonnen de behandelingen die in dit geval bestonden uit een constante doch verschillende temperatuur van week 1 t/m 16, en vervolgens een zelfde ingestelde temperatuur van 19°C voor alle behandelingen. Voor de gerealiseerde temperaturen zie bijlage 2. De hoogste productie werd gerealiseerd bij een ingestelde temperatuur van 19°C en een gerealiseerde temperatuur van 18,2 °C, zie figuur 3. Deze is daarom als controlebehandeling genomen. Een verhoogde kasttemperatuur van ingesteld van 22 °C en gerealiseerd van 20,8 °C, resulteert aanvankelijk in een snellere ontwikkeling en een eerdere productie, zie figuur 1,2. Dit positieve effect zet door tot in week 13, daarna blijft de voorsprong in ontwikkeling wel in stand doch wordt niet meer groter. Nadeel van de versnelde ontwikkeling is dat de voorsprong in geoogste vruchten langzaam terugloopt, het aantal vruchten per tros neemt bij hogere temperaturen iets af. Daarnaast blijkt het vruchtgewicht sterk negatief beïnvloed te worden door te hoge temperaturen, het loopt terug van 80 naar 60 gram per vrucht. Dit negatieve effect geeft de doorslag en doet de productievoorsprong van ruim 0,5 kg/m² in week 16 omslaan in een productieachterstand. Deze achterstand loopt in week 20 uit tot ruim 2 kg/m². De plantbelasting wordt door een hogere teelttemperatuur niet blijvend aangetast, zie tabel 1. Zowel het aantal vruchten als het gemiddeld vruchtgewicht van nog niet geoogste vruchten is gelijk, zie figuur 2. Een verlaagde kasttemperatuur in week 1 t/m 15 van 13,1 of zelfs 10,6°C geeft een sterke vertraging in de ontwikkeling. De productie komt pas in week 16 op gang als de kasttemperatuur verhoogd wordt tot een normale waarde. Zelfs bij het afbreken van de proef is de plantbelasting nog lang niet op het niveau dat bij de normale kasttemperaturen is bereikt, zie tabel 1. Het vruchtgewicht van de eerste vruchten is wel hoog, met name bij de teelt bij 13 °C maar loopt zeer snel terug zodra de productie op gang komt.

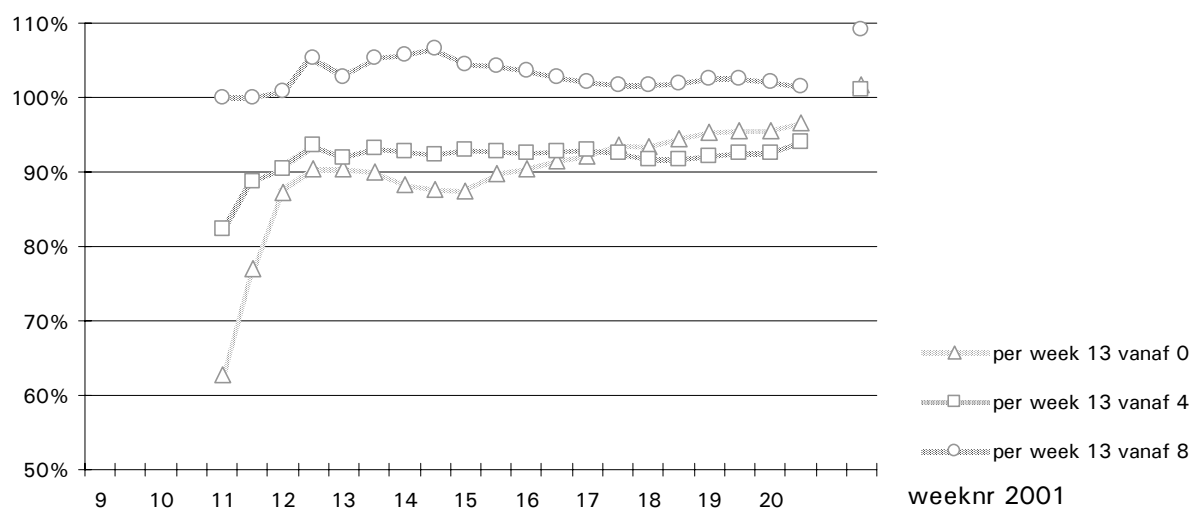
3.2.1 Effect van verzetten

Verzetten van het gewas in week 6 en week 14 heeft geen meetbare invloed gehad op de ontwikkeling en de productie van het gewas. De ontwikkeling wordt niet merkbaar vertraagd, zie figuur 1. De oogst lijkt wel iets vertraging op te lopen waardoor de plantbelasting iets verhoogd is, tabel 2.

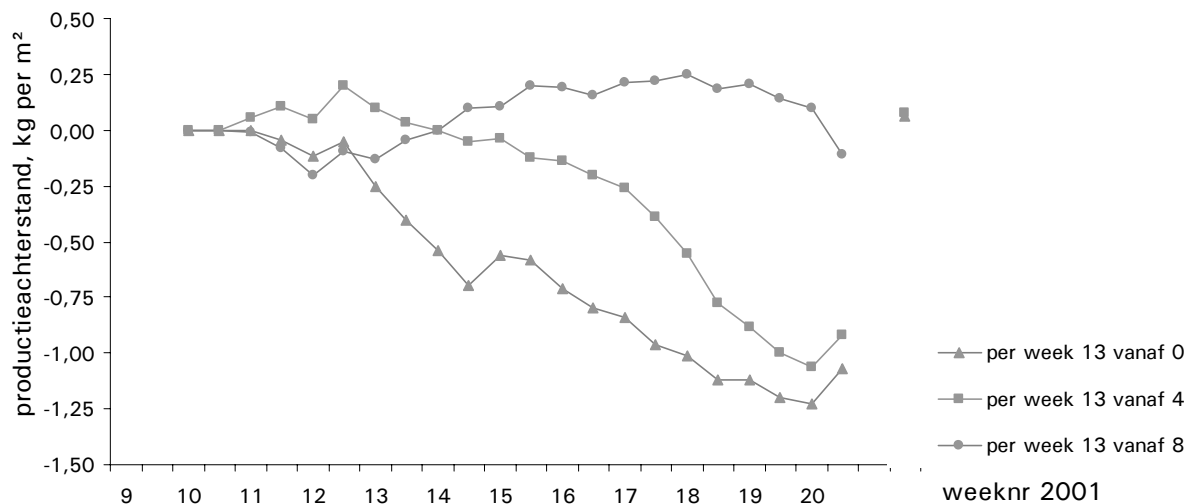
Figuur 4: Ontwikkeling achterstand stuksproductie per week 13°C, ten opzichte van 19°C constant



Figuur 5: Ontwikkeling vruchtgewicht per week 13°C, ten opzichte van 19°C constant



Figuur 6: Ontwikkeling productieverlies per week 13 °C, ten opzichte van 19°C constant



Tabel 2: Effect van verzetten in kg/m²

verzetten	geogst t/m wk 20		Plantbelasting in week 21		Totaal vr.gewicht	
	nee	ja	nee	ja	Nee	ja
10 oC continu	0,52	0,60	0,69	0,67	1,22	1,27
13 oC continu	1,80	1,47	1,54	2,09	3,34	3,56
19 oC continu	9,52	8,95	5,29	5,97	14,81	14,93
22 oC continu	7,53	7,20	5,70	5,85	13,23	13,04
Gemiddeld	4,99	4,55	3,31	3,64	8,30	8,20

3.3 Productieverloop bij een korte koudeperiode van 13 °C

Er is een koudeperiode gegeven van één, twee of drie weken 13°C. Deze koudeperiode is gegeven in week 1, 5 of 9. Dat is na 0, 4 of 8 weken voorbehandeling met 19°C en 2, 6 of 10 weken na planten. Na de koudeperiode zijn de planten per week 13°C ter compensatie twee weken bij 22°C gezet. Bij een deel van de behandelingen is matverwarming toegepast om de mat gedurende de koudeperiode op temperatuur te houden.

De ontwikkelingssnelheid is door de koudeperiode met compensatie niet achtergebleven bij de controlebehandeling, bijlage 3. Er is wel effect geweest op de productie waarbij zowel de productie als het vruchtgewicht achter bleven bij de controle behandeling van 19°C constant. De plantbelasting op het einde van de proef week niet af van de controlebehandeling zodat verwacht mag worden dat het gerealiseerde productieverlies niet verder opliep.

Als de koudeperiode direct vanaf de 1^e week van januari werd gegeven bleef de stuksproductie al snel na begin van de oogst achter, met meer dan 20%. Het verlies aan stuks werd procentueel wel kleiner maar bedroeg aan het einde van de proef nog altijd 10%, figuur 4. Omdat de ontwikkelingssnelheid van het gewas niet werd beïnvloed door de koudeperiode wordt de achterstand in geogste vruchten toe geschreven aan een kleiner aantal vruchten per tros. Daarnaast bleef ook het vruchtgewicht achter bij de controle, figuur 5. Dit resulteerde in een steeds verder oplopend productieverlies vanaf week 13 tot week 21. Het productieverlies liep uiteindelijk op tot ruim 1 kg/m², zie figuur 6. Bij een tweede of zelfs een derde week 13°C werd het productieverlies dubbel resp. drie maal zo groot, zie tabel 2.

Werd de koudeperiode vanaf week 5, begin februari, gegeven dan werden, door de compensatie met een verhoogde kasttemperatuur, aanvankelijk meer vruchten geogst. De voorsprong is echter na enkele weken verloren gegaan en omgezet in een lichte achterstand ten opzichte van het aantal geogste vruchten in de controle behandeling. Het gemiddeld vruchtgewicht bleef ook hier achter bij de 19°C behandeling. Het resultaat was een productieverlies dat ontstond vanaf week 18. Het verlies aan productie bleef lager dan bij de koudebehandeling vanaf week 1. Ook hier werd bij een verlengde koudeperiode het effect groter.

Werd de koudeperiode pas vanaf week 8 gegeven dan kwam de oogst weliswaar wat later op gang maar er is nauwelijks verlies aan stuks of vruchtgewicht geconstateerd. Er was aan het einde van de proef dan ook geen meetbaar productieverlies. Dit bleef ook zo als de koudeperiode lager aanhield, zie figuur 4,5.

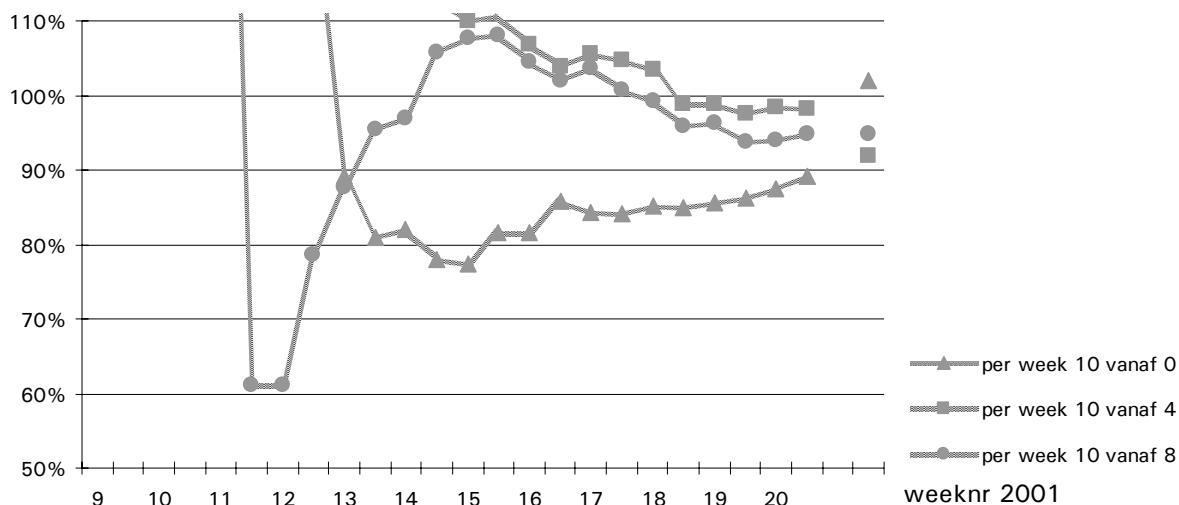
3.3.1 Effect van wortelverwarming

Wortelverwarming die ervoor zorgde dat de mat in de koudeperiode op temperatuur bleef, heeft geen meetbare invloed gehad op het verdere productieverloop.

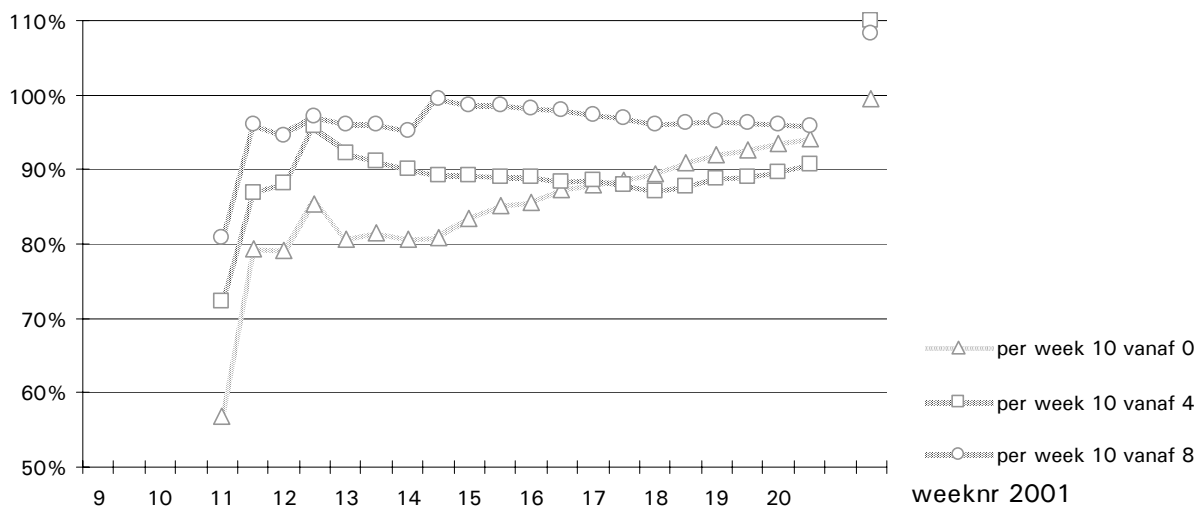
3.3.2 Kwaliteit van de vrucht en tros

Een week 13°C had geen invloed op de kwaliteit van vrucht en tros. Een langere koudeperiode gaf 30% splitstrossen en enkele misvormde vruchten. De misvormde vruchten kwamen voor in de trossen die in de koudeperiode hebben gebloeid. De splitstrossen vormden zich 4 à 5 trossen boven de in de koudeperiode bloeiende tros. Drie weken 13°C verminderde de zetting.

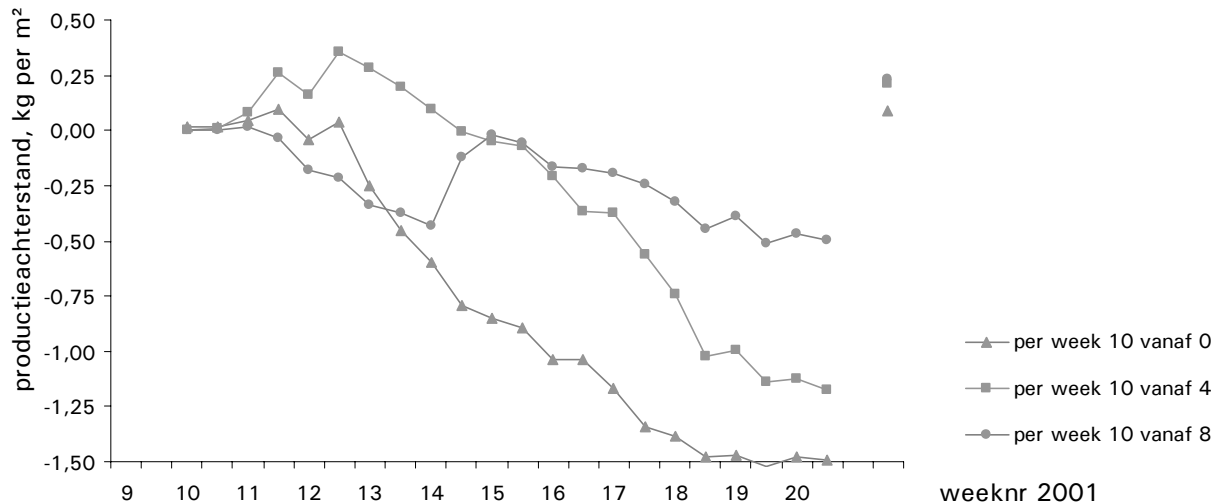
Figuur 7: Ontwikkeling achterstand stuksproductie per week 10°C, ten opzichte van 19°C constant



Figuur 8: Ontwikkeling vruchtgewicht per week 13°C, ten opzichte van 19°C constant



Figuur 9: Ontwikkeling productieverlies per week 10 °C, ten opzichte van 19°C constant



3.4 Productieverloop bij een korte koudeperiode van 10 °C

In deze behandelingen is de kasttemperatuur tijdens de koudeperiode lager geweest, bijna 10°C in plaats van 13°C. De koudeperiode is gedurende één of twee weken gegeven. Hier is ter compensatie per week 10°C drie weken 22°C gevolgd. Ook hier heeft een deel van de planten wortelverwarming gehad om de mat gedurende de koudeperiode op temperatuur te houden. Bovendien is er een behandeling geweest met een verlengde compensatieperiode tot 4 weken per week 10°C.

Ook bij de koudebehandelingen van 10°C liep de ontwikkeling geen blijvende achterstand op. De effecten van de koudeperiode op de productie kwamen vrijwel overeen met een koude periode van 13°C, alleen waren de effecten wat groter. Ook bij een koudeperiode vanaf week 8 werd nu nog een negatief effect gevonden al is dit duidelijk kleiner dan wanneer de koudeperiode eerder in de teelt werd gegeven, zie figuur 7 en 8. Ook bij de behandeling met 10°C werd het effect duidelijk kleiner naarmate de koudeperiode later in het jaar werd gegeven, zie figuur 6.

3.4.1 Effect van wortelverwarming

Wortelverwarming had ook in de koudebehandeling van 10°C geen meetbaar effect. Zowel het gewicht van de geoogste vruchten als de plantbelasting waren voor de behandelingen met en zonder wortelverwarming geheel gelijk.

3.4.2 Kwaliteit van de vrucht en tros

Een of twee weken 10°C splitstrossen en enkele misvormde vruchten. De misvormde vruchten kwamen voor in de trossen die in de koudeperiode hebben gebloeid. De splitstrossen vormden zich 4 à 5 trossen boven de in de koudeperiode bloeiende tros. Twee weken 10°C verminderde de zetting.

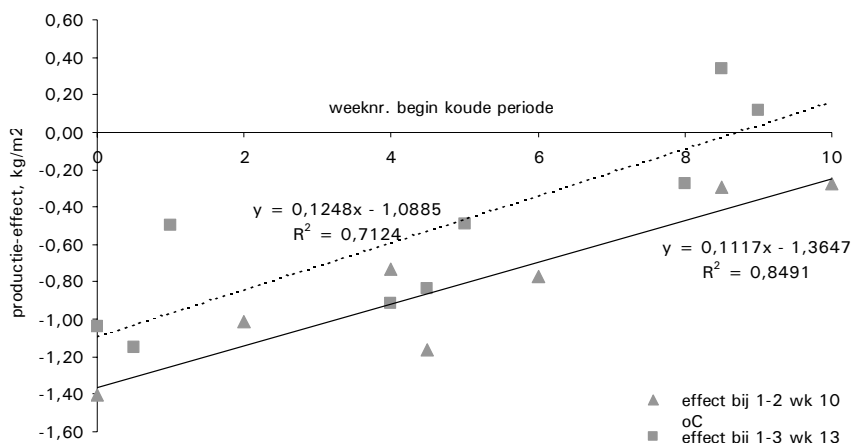
3.4.3 Effect van een langere compensatieperiode

Een compensatieperiode van vier in plaats van drie weken 22°C had een gering positief effect op het geoogste gewicht. Gemiddelde daalde het productieverlies naar schatting met 180 gram, dat is 18%. Of een verlengde compensatieperiode bij een koudebehandeling vanaf week 8 nog effect had kon niet worden vastgesteld.

3.5 Overzicht productieverlies door koudeperiode 10-13°C

Vanuit de analyse van de effecten van koude op de productie kon een schatting worden gemaakt op basis van alle behandelingen die in deze proef zijn uitgevoerd, zie figuur 8. Deze schatting geeft een meer betrouwbaar beeld van wat verwacht mag worden dan de uitkomsten van de individuele proefbehandelingen.

Figuur 8: Effect van een koudeperiode in de maanden januari tot maart, kg/m² per week



Er was weliswaar variatie in de uitkomsten van de behandelingen van 1 week 10°C maar er is een duidelijke lijn herkenbaar die aangeeft dat het effect kleiner wordt naarmate de koudeperiode later in de teelt optreedt. Bij een tweeweekse koudeperiode is het effect globaal 2x zo groot als bij een koudeperiode van 1 week, de uitkomsten in kg/week wijken niet af.

Bij de koudeperiode van 13°C is de spreiding in uitkomsten tussen de behandelingen groter. Ook hier is echter de lijn van een lager productieverlies naarmate de koude later gegeven is duidelijk. De lijn loopt vrijwel parallel aan de lijn bij 10°C, zie figuur 8.

Aangezien de effecten van alle koudebehandelingen goed op één lijn te brengen zijn kan het effect voor de verschillende koudeperiodes betrouwbaar worden afgeleid uit de gevonden lijnen. Het resultaat daarvan is te zien in tabel 3.

Tabel 3: Schatting productieverlies door tijdelijke koudeperiode

weeknr	0	2	4	6	8	10	
1 wk 13 oC	-1,09		-0,59		-0,09		kg/m ²
2 wk 13 oC	-2,05		-1,05		-0,06		kg/m ²
3 wk 13 oC	-2,89		-1,39		0,10		kg/m ²
1 wk 10 oC	-1,49	-1,25	-1,00	-0,76	-0,51	-0,27	kg/m ²
1 wk 10 oC+overcomp	-1,22	-1,02	-0,82	-0,61	-0,41	-0,21	kg/m ²
2 wk 10 oC			-1,27		-0,27		kg/m ²

4 Financiële gevolgen van een koudeperiode

Het effect van het geconstateerde productielies is met de te verwachten weerprijs om te rekenen in een opbrengstverlies. In 2001 was het prijsverloop als volgt:

Tabel 4: Prijsverloop volgens KWIN 2001, € per kilogram per week

Weeknr	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Prijs	0,96	1,43	1,44	1,33	1,14	1,18	1,29	1,03	1,04	0,95	0,99	0,69

Met dit prijsverloop, en het verloop van de productie zoals geschetst in hoofdstuk 3, komt het berekende productieverlies uit op:

Tabel 5: Schatting opbrengstverlies door tijdelijke koudeperiode

	weeknr	0	2	4	6	8	10	
1 wk 13 oC		-1,23		-0,59		-0,01		€/m ²
2 wk 13 oC		-2,32		-1,05		0,00		€/m ²
3 wk 13 oC		-3,26		-1,39		0,01		€/m ²
1 wk 10 oC		-1,64	-1,38	-0,93	-0,70	-0,55	-0,29	€/m ²
1 wk 10 oC+overcomp		-1,35	-1,13	-0,76	-0,57	-0,44	-0,22	€/m ²
2 wk 10 oC				-1,18		-0,29		€/m ²

Met deze resultaten is een afweging te maken van een goedkoper energiecontract tegen het risico van opbrengstderving als de gewenste temperatuur één of meer weken niet te realiseren is. Als men het risico te hoog inschat dan zijn de kosten van een tijdelijk vast of een beweegbaar scherm af te wegen tegen het risico van opbrengstverlies.

5 Discussie en conclusies

5.1 Discussie

Het effect van een koudeperiode bestaat steeds uit een verlies aan vruchten en een lager gewicht van de geoogste vruchten. Het verlies aan vruchten is toe te schrijven aan een kleiner aantal gezette vruchten per tros. Het lagere vruchtgewicht is toe te schrijven aan de koude. Door de lage temperaturen wordt het gewas traag opgebouwd. Doordat het bladoppervlak achterblijft zal minder assimilatie plaatsvinden. Daarnaast worden suikers te langzaam afgevoerd bij de lage teelttemperatuur en zal de fotosynthese minder efficiënt plaatsvinden. Het gevolg is dat de totale hoeveelheid drogestof afneemt. Omdat de drogestof productie meer afneemt dan het aantal vruchten neemt het gemiddeld vruchtgewicht af. Gezien het feit dat het vruchtgewicht vooral afneemt bij temperaturen in week 1 en het minste bij koude in week 9 lijkt de trage gewasopbouw de belangrijkste verklaring te zijn voor de afname van het gemiddelde vruchtgewicht.

5.2 Conclusies

1. Teelttemperaturen die afwijken van het optimum van ca. 19°C resulteren in productieverlies, bij een verhoogde temperatuur door een lager vruchtgewicht, bij een verlaagde temperatuur door een combinatie van een vertraagde ontwikkeling en een lager vruchtgewicht.
2. Een koudeperiode van 1 week 13°C in begin januari met een jong gewas levert een productieverlies van ca. 1,1 kg/m² en een opbrengstverlies van ca. €1,25 op. Elke week dat deze kou langer duurt levert eenzelfde verlies op.
3. Elke week dat de koudeweek later in de teelt optreedt wordt het verlies 0,125 kg/m² kleiner zodat een week koude in maart nauwelijks nog in de productie en opbrengst valt terug te vinden.
4. Een koudeperiode van 1 week 10°C in begin januari met een jong gewas levert een productieverlies van ca. 1,5 kg/m² en een opbrengstverlies van ca. €1,65 op. Elke week dat deze kou langer duurt levert eenzelfde verlies op.
5. Elke week dat deze koude later in de teelt optreedt wordt het productieverlies 0,11 kg/m² terug. Het opbrengstverlies loopt aanvankelijk sneller terug vanwege de lagere prijzen vanaf week 16, doch blijft merkbaar tot eind maart.
6. Een koudeperiode met compensatie beïnvloedt het productieverloop, schommelingen in teelttemperatuur geven een onregelmatig verloop in de productie.

Bijlage 1: Berekening kastemperaturen, uitgangspunten

ECP model

Een gevalideerd kas- en gewasmodel (ECP model; Rijdsijk en Houter, 1993) is toegepast om het energiegebruik te berekenen van een standaard tomatenteelt onder extreem koude buitenomstandigheden. Het model is zo aangepast dat het mogelijk is een maximum branderstand in te voeren. Het model berekent wat de kastemperatuur wordt indien onder koude omstandigheden de maximum branderstand onvoldoende is om de verwarmingstemperatuur te handhaven.

Buitenklimaat

Het model rekent met uurgemiddelden van het buitenklimaat. Voor het bepalen van de koudste periode van afgelopen 10 jaar zijn datafiles van de weertoren van het PBG te Naaldwijk genomen. Van deze weertoren zijn de meest complete datafiles beschikbaar. De gerealiseerde extremen zullen minder zijn dan in het binnenland mag worden verwacht, omdat de zee voor nivellering van het klimaat zorgt. De winter van 1996 – 1997 bleek de laagste temperatuur te hebben en tevens de langste periode met een lage temperatuur. De laagste temperatuur werd gerealiseerd in de nacht van 1 op 2 januari 1997 en bedroeg $-12,1$ °C. Vanaf 20 december werden nachttemperaturen van -4 á -5 °C gemeten. De koudste periode liep van 31 december 1996 tot 12 januari 1997. De gemiddelde temperatuur over deze hele periode was $-5,6$ °C, bij een gemiddelde windsnelheid van $3,8$ m.s⁻¹. Verder werd in dit teeltseizoen nog een periode met lichte koude gemeten rond 11 december. Het verloop van buitentemperatuur en windsnelheid is grafisch weergegeven in bijlage 1. De gemaakte berekeningen zijn beperkt tot bovengenoemde perioden.

Uitgangspunten teelt en kasklimaat

Er is gekozen voor een 'standaard' tomatenteelt met planting in week 48. Er wordt geteeld in een Venlokas met een CV-installatie met een rendement van 82% op de bovenwaarde. De rookgascondensor geeft een extra rendement van 5%. Er is een warmtebuffer van 100 m³.ha⁻¹ beschikbaar. Het model gaat uit van een oneindige kas, ofwel een kas zonder gevels. In de praktijk zal het gasverbruik 5 tot 10% hoger uitkomen dan berekend, afhankelijk van lengte / breedteverhouding en isolatie van de gevel. Om na te gaan of de gewenste kastemperatuur gerealiseerd kan worden bij verschillende gasaansluitingen zijn vooral de setpoints voor verwarming van belang. In de koude periode rondom de jaarwisseling stond een verwarmingstemperatuur ingesteld van $19,5$ °C overdag met een stralingsverhoging van 2 °C over het traject van 80 - 130 W.m⁻². De nachttemperatuur stond ingesteld op $18,5$ °C. Omschakeling van dag naar nacht geschiedde vanaf een half uur voor zonsopkomst tot aan zonsopkomst. Voor de overgang van nacht naar dag geldt hetzelfde.

Uitgangspunten voor compensatie warmtetekort

Standaard wordt de warmtebuffer alleen gebruikt om vanaf het voorjaar CO₂ te kunnen doseren. In de berekeningen wordt gekeken in hoeverre met een warmtebuffer een warmtetekort (negatieve temperatuursom) is te ondervangen. Uitgangspunt is een buffer van 100 m³.ha⁻¹. Verder wordt het nut van een beweegbaar scherm (LS-10) of foliescherm (PE-folie) berekend. Behalve in de techniek kan de oplossing ook worden gezocht in de klimaatregeling. Het effect van de toepassing van een meerdaagse temperatuurintegratieregeling wordt besproken, wel of niet in combinatie met technische oplossingen.

Kastemperaturen bij te lage aansluitwaarde

Aansluitwaarde en gerealiseerde temperatuur

De tomatenteelt is doorgerekend met verschillende maximum branderstanden, aflopend van 250 m³.ha⁻¹u⁻¹ tot 75 m³.ha⁻¹u⁻¹. Het effect hiervan op het temperatuurverloop in de kas is te zien in Bijlage 1. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de gemiddelde temperatuur die werd gerealiseerd.

Tabel 6. Gerealiseerde kastemperatuur bij verschillende aansluitwaarden over de periode van 31-12-'96 tot 12-01-'97.

Max. branderst. (m ³ .ha ⁻¹ u ⁻¹):	250	200	150	100	75
Tdag (°C)	20.0	19.9	19.3	13.9	10.2
Tnacht (°C)	18.5	18.5	18.1	12.9	9.1
Tetmaal (°C)	19.1	19.1	18.6	13.3	9.5
Verschil Tsom (graaddagen)	0.0	-0.1	-6.3	-69.6	-114.7

Opvallend is dat met een maximum branderstand van 200 m³.ha⁻¹u⁻¹ het gewenste kasklimaat zo goed als geheel kon worden gerealiseerd. Bij een lagere branderstand neemt het warmtekort snel toe. Vooral het verschil tussen 150 en 100 m³.ha⁻¹u⁻¹ is groot.

Effect Energiescherm op gerealiseerde temperatuur

Het effect van een aansluitwaarde van 100 m³.ha⁻¹u⁻¹ is ook berekend voor een bedrijf waar het energieverlies wordt beperkt door het gebruik van een energiescherm. Er is gerekend met een LS-10 doek en een PE-folie. Beide schermen waren continu gesloten. Het effect hiervan op het temperatuurverloop in de kas is te zien in Bijlage 2. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de gemiddelde temperatuur die werd gerealiseerd.

Tabel 7. Gerealiseerde kastemperatuur bij een aansluitwaarde van 100 m³.ha⁻¹u⁻¹ zonder en met gebruik van een scherm, over de periode van 31-12-'96 tot 12-01-'97.

Gebruikte scherm:	geen	LS-10	PE-folie
Tdag (°C)	13.9	19.8	18.1
Tnacht (°C)	12.9	18.4	16.9
Tetmaal (°C)	13.3	19.0	17.4
Verschil Tsom t.o.v. 250 m ³ .ha ⁻¹ u ⁻¹ (graaddagen)	-69.6	-1.0	-20.2

Een LS-10 doek heeft een besparing van rond de 30%. Dit blijkt genoeg te zijn om bij een branderstand van 100 m³.ha⁻¹u⁻¹ gemiddeld de gewenste kastemperatuur bijna te kunnen handhaven. Ten opzichte van een branderstand van 250 m³.ha⁻¹u⁻¹ bij een teelt zonder scherm wordt in de koude periode een temperatuurachterstand van slechts 1 graaddag gerealiseerd. Een PE-folie geeft duidelijk minder energiebesparing. De temperatuurachterstand loopt op tot ruim 20 graaddagen.

Effect Warmtebuffer op gerealiseerde temperatuur

In hoeverre een warmtebuffer de energie kan leveren om een temperatuurtekort teniet te doen is uit te rekenen. Er wordt verondersteld dat de buffer met 50 °C is op te warmen (bijvoorbeeld van 40 tot 90 °C). Het rendement is op 95% gesteld. De soortelijke warmte van water is 4,18 KJ.kg⁻¹.K⁻¹. Dat betekent dat een warmtebuffer van 100 m³.ha⁻¹ ca. 2000 KJ.m⁻² aan warmte kan leveren. Tijdens de koudeperiode bleek 5 tot 6 W.m⁻² nodig om 1°C tussen binnen en buiten te overbruggen. Dit is gelijk aan 18 tot 21,6 KJ.u⁻¹. Met een volle warmtebuffer kunnen 93 - 111 graaduren, ofwel 3,8 - 4,6 graaddagen worden geleverd. Bij gebruik van een energiescherm neemt de warmtebehoefte af. Bij een gesloten LS-10 scherm neemt het warmteverlies met 30% af tot 3,5 - 4,2 W.m⁻². In dat geval kan met dezelfde buffer een temperatuurtekort van 5,5 - 6,6 graaddagen worden overbrugd.

Effect Temperatuurintegratie op gerealiseerde temperatuur

In plaats van een tank met warm water kan ook het gewas zelf als een warmtebuffer worden benut. Er is aangetoond dat planten een warmtetekort tolereren als dit binnen bepaalde tijd maar wordt gecompenseerd, zodat de gemiddelde temperatuur over langere tijd op de gewenste waarde blijft (de Koning,). Bij tomaat bleek hierbij dat een afwijking gedurende twee weken nog goed gecompenseerd kan worden. In dit onderzoek is berekend of een branderstand van $100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{u}^{-1}$ voldoende is om binnen twee weken het temperatuurtekort te kunnen compenseren met temperaturen van maximaal $2,5$ of $5 \text{ }^\circ\text{C}$ boven het setpoint. Het resultaat is te zien in Bijlage 3.

Het blijkt dat de periode rondom de extreem koude weken ook nog zo koud zijn dat geen hogere temperatuur wordt gerealiseerd dan het setpoint. Er is maar een beperkte mogelijkheid tot compenseren. Als over een periode van twee weken wordt gecompenseerd met temperaturen van maximaal $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ boven het setpoint dan is de temperatuursomafwijking aan het eind $-58,9$ graaddagen. Wanneer een afwijking van maximaal $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ wordt getolereerd dan blijft een temperatuursomafwijking van $-46,4$ graaddagen over. Als in combinatie met een warmtebuffer wordt gewerkt dan kan een deel van de warmte (bijvoorbeeld tot $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$) naar het gewas worden gestuurd en een deel naar de opslagtank. Het is dan mogelijk om met een toegestane afwijking tot $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ toch op $-46,4$ graaddagen uit te komen. Als aan het begin van de periode met een volle buffer wordt gestart dan gaan hier nog eens $4,6$ graaddagen vanaf. Netto blijft een temperatuurtekort van $41,8$ graaddagen over.

Discussie

Het ECP-model (Rijsdijk en Houter, 1993) gaat bij de berekeningen uit van een oneindige kas, ofwel een kas zonder gevels. Voor een modern, vierkant tuinbouwbedrijf met beperkte gevelisolatie moet het berekend gasverbruik met ca. 10% worden verhoogd om op het werkelijk verbruik uit te komen. Voor bedrijven met minder gunstige lengte-/breedteverhoudingen kan het meerverbruik oplopen tot zo'n 20%. Dat betekent dat de uitkomsten van de berekeningen gelden bij maximum branderstanden die 10 tot 20% hoger liggen. In dit onderzoek is de koudste periode binnen de afgelopen 10 jaar als uitgangspunt gekozen voor de berekeningen. Onderzoek door het LEI laat zien dat er in de afgelopen 30 jaar perioden zijn geweest waarin het nog kouder is geweest dan de periode waarmee is gerekend (Benninga en van der Velden, 2000). Zo is bijvoorbeeld door het weerstation in de Bilt tussen 4 en 10 januari 1985 een temperatuur van $-18,3 \text{ }^\circ\text{C}$ gemeten bij een windsnelheid van $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

De mogelijkheden die in dit rapport zijn genoemd om een periode met een warmtetekort op te vangen zijn allen betrekkelijk nieuw voor tomatentelers. Gebruik van de **warmtebuffer** is het eenvoudigst en meest voor de hand liggend. De meeste tomatentelers beschikken over een warmtebuffer en deze in de winter gebruiken geeft geen teeltrisico's. Het brengt wel extra moeite en/of kosten met zich mee. De buffer kan in de winter constant 'vol' gehouden worden als een soort verzekering, ook op momenten dat het niet nodig is. Dit kost warmteverlies maar vraagt verder geen aandacht. Om de warmteverliezen te beperken kan de buffer ook alleen gevuld worden als er een episode met zeer koud weer aankomt. Dit vraagt om een continue oplettendheid of een regelprogramma dat op basis van een weersverwachting werkt. Deze extra moeite of investering moet afgewogen worden tegen de energie die zo wordt bespaard. Verder moet in de overweging meegenomen worden dat de warmtebuffer maar een beperkte koudeperiode kan overbruggen. De tweede optie die met een beperkte investering kan worden toegepast is **temperatuurintegratie**. In de berekeningen is uitgegaan van de grenzen die in onderzoek zijn vastgesteld (de Koning, 1988). Deze liggen nog ver af van de grenzen die tuinders durven aan te houden, zo blijkt uit een praktijkproef met een gecombineerde temperatuurintegratieregeling (CTI-regeling), die het PBG momenteel in samenwerking van Hoogendoorn Automatisering B.V. uitvoert. Aan temperatuurintegratie zit een teeltrisico verbonden en dat is iets wat tuinders zoveel mogelijk uit de weg gaan. Korte koudeperiodes kunnen met een warmtebuffer en temperatuurintegratie uitstekend worden ondervangen. De enige manier om in een langere koudeperiode met een lage maximum branderstand te kunnen werken is gebruik maken van een **schermdoek of folie**. Aangezien scherminstallaties bij tomatenbedrijven nauwelijks aanwezig zijn is het voor de hand liggend om een folie in voorraad te nemen voor een eventuele koude periode. De moeilijke beslissing die hiermee gepaard gaat is wanneer het folie in de kas wordt getrokken en wanneer het er weer uit mag. Hierbij moet het lichtverlies en minder gunstige klimaat onder een folie worden afgewogen tegen de stookkosten en de

kans op het optreden van een opvolgende koudeperiode.

Conclusies

Uitgaande van een modern, groot warehouse met maximale gevelisolatie kan gesteld worden dat:

- een maximum branderstand onder de $200 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{u}^{-1}$ onder extreem koude buitenomstandigheden een temperatuurtekort oplevert.
- het temperatuurtekort snel toeneemt naarmate de maximum branderstand verder wordt verlaagd.
- slechts een beperkt deel van dat temperatuurtekort met een warmtebuffer en/of temperatuurintegratie kan worden gecompenseerd.
- de enige oplossing die echt 'zoden aan de dijk zet' het gebruik van een energiescherm is.
- bij gebruik van een scherm een warmtebuffer en temperatuurintegratie ook meer invloed hebben.

Literatuur

- Benninga, J. en N. van der Velden. Extreem lage buitentemperaturen komen regelmatig voor. Vakblad voor de bloemisterij 22: 48-49
- Koning, A.N.M. de, 1988. The effect of different day/night temperature regimes on growth, development and yield of glasshouse tomatoes. J. Hort. Sci. 63: 465-471
- Rijdsdijk A.A. en Houter G., 1993. Validation of a model for energy consumption, CO₂ consumption and crop production (ECP-model). Acta Hort. 328: 125-131.

Bijlage 2: Gerealiseerde kasttemperaturen

Gerealiseerde kasttemperaturen in de afd. met ingesteld:

	21°C	19°C	13°C	10°C
51	20,9	21,0	20,7	20,7
52	20,3	20,3	20,3	20,3
1	21,4	19,0	13,0	11,0
2	20,9	18,6	12,1	9,5
3	21,6	18,9	12,9	9,9
4	22,0	18,9	13,0	10,1
5	21,2	18,2	12,9	9,9
6	20,8	17,8	13,0	10,8
7	21,0	18,0	13,0	10,3
8	20,9	17,9	12,9	10,0
9	21,0	18,0	12,9	10,5
10	21,0	18,0	13,1	11,2
11	20,5	17,9	13,0	10,6
12	20,0	18,0	13,0	10,1
13	20,0	18,0	13,2	10,9
14	20,5	18,4	14,4	12,8
15	20,0	18,0	13,4	11,2
16	18,8	18,0	16,2	15,4
17	18,5	18,4	18,4	18,4
18	18,6	18,5	18,5	18,6

Bijlage 3: Afwijkingen in aantallen vruchten ten opzichte van de referentie bij 19 °C

Tabel 8: Aantal geoogste vruchten van de referentie (aantal/week)									
weeknr	Datum	19 continu	19 continu overzetten	22 continu	22 continu overzetten	13 continu	13 continu overzetten	10 continu	10 continu overzetten
8	19/02/2001 - 25/02/2001								
9	26/02/2001 - 04/03/2001			> 100%	> 100%				
10	05/03/2001 - 11/03/2001	0,5	0,0	> 100%	> 100%	-100%	-100%	-100%	-100%
11	12/03/2001 - 18/03/2001	7,5	5,5	31%	-8%	-100%	-100%	-100%	-100%
12	19/03/2001 - 25/03/2001	9,0	7,5	33%	64%	-100%	-100%	-100%	-100%
13	26/03/2001 - 01/04/2001	15,5	11,0	-6%	-2%	-100%	-100%	-100%	-100%
14	02/04/2001 - 08/04/2001	9,0	11,0	160%	80%	-100%	-100%	-100%	-100%
15	09/04/2001 - 15/04/2001	14,5	16,5	13%	-13%	-100%	-100%	-100%	-100%
16	16/04/2001 - 22/04/2001	15,0	16,0	-19%	-26%	-100%	-100%	-100%	-100%
17	23/04/2001 - 29/04/2001	16,5	19,0	-30%	-21%	-86%	-86%	-100%	-100%
18	30/04/2001 - 06/05/2001	17,0	17,5	-28%	-33%	-45%	-48%	-100%	-100%
19	07/05/2001 - 13/05/2001	19,0	15,0	-32%	-18%	15%	-50%	-32%	-32%
	Aantal geoogst	123,5	119,0	17%	8%	-74%	-84%	-91%	-91%
	Aantal aan plant	148,5	142,0	5%	6%	-41%	-25%	-66%	-66%
	Aantal aangemaakt	272,0	261,0	300,5	291,9	120,0	132,3	62,3	62,8
	Verschil met referentie	0,0	-11,0	28,5	19,9	-152,0	-139,7	-209,7	-209,2

Bijlage 3, vervolg

Tabel 9: Het verschil in geogoste vruchten (%) tussen de 13 °C behandelingen en de referentie.

weeknr	1 week 13 in week 1	2 weken 13 in week 1	2 weken 13 wortelverw in week 1	3 weken 13 in week 1	1 week 13 in week 5	2 weken 13 in week 5	2 weken 13 wortelverw in week 5	3 weken 13 in week 5	1 week 13 in week 9	2 weken 13 in week 9	2 weken 13 wortelverw in week 9	3 weken 13 in week 9
8												
9												
10	> 100%	-100%	-100%	-100%	> 100%	> 100%	> 100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%
11	-8%	-69%	-77%	-77%	8%	46%	8%	0%	-77%	-100%	-69%	-100%
12	-33%	-45%	-33%	-27%	21%	9%	52%	64%	88%	-88%	-58%	-52%
13	-32%	-32%	-58%	-43%	6%	-40%	-43%	-25%	2%	21%	55%	6%
14	75%	-30%	-65%	-30%	-15%	-10%	30%	40%	-15%	95%	40%	70%
15	-23%	-52%	-16%	6%	-10%	10%	-3%	3%	-10%	19%	71%	23%
16	-13%	-16%	-23%	-13%	-6%	-23%	-23%	-3%	16%	13%	-3%	-6%
17	-27%	7%	-10%	-30%	7%	-38%	-55%	-63%	7%	-13%	-18%	24%
18	-13%	-25%	-28%	-45%	-36%	-42%	-51%	-48%	-16%	-33%	1%	-16%
19	-18%	6%	-9%	9%	-15%	-44%	-3%	-15%	-15%	-24%	6%	-26%
aant.oogst	-12%	-23%	-30%	-24%	-6%	-19%	-12%	-13%	-2%	-7%	8%	-3%
aant.plant	2%	-7%	4%	-8%	1%	-8%	-4%	10%	1%	-18%	-3%	13%
aant. totaal	259,3	233,3	241,0	231,2	265,4	235,8	251,1	270,4	271,5	236,3	278,6	287,9
t.o.v. ref.	-12,7	-38,7	-31,0	-40,8	-6,6	-36,2	-20,9	-1,6	-0,5	-35,7	6,6	15,9

Bijlage 3, vervolg

Tabel 10: Het verschil in geogste vruchten (%) tussen de 10 °C behandelingen en de referentie.

weeknr	1 week 10 in week 1	1 week 10 wort.verw in week 1	1 week 10 overcomp. in week 3	1 week 10 wort.verw, overcomp. In week 3	1 week 10 in week 5	1 week 10 wort.verw in week 5	2 weken 10 in week 5	1 week 10 overcomp. in week 7	1 week 10 wort.verw, overcomp. in week 7	1 week 10 in week 9	1 week 10 wort.verw in week 9	2 weken 10 in week 9	1 week 10 overcomp. in week 11	1 week 10 wort.verw, overcomp. in week 11
8														
9														
10	100%	100%	100%	> 100%	> 100%	> 100%	> 100%	> 100%	> 100%	-100%	-100%	-100%	> 100%	-100%
11	-46%	-54%	-4%	73%	23%	31%	0%	54%	77%	0%	-85%	-100%	-31%	-62%
12	-3%	-39%	-48%	-27%	3%	-21%	45%	58%	94%	39%	64%	-58%	-32%	-33%
13	-21%	-66%	-19%	2%	-21%	-25%	28%	-36%	-17%	13%	55%	25%	-28%	-9%
14	-30%	-5%	-53%	-55%	20%	-25%	-10%	-25%	-35%	-10%	20%	100%	25%	115%
15	-35%	26%	-16%	-8%	19%	-29%	-23%	-10%	13%	10%	-3%	0%	-3%	-16%
16	-16%	-29%	21%	2%	16%	-13%	-29%	-13%	6%	-19%	-10%	-19%	-2%	35%
17	-4%	1%	-20%	-27%	-49%	30%	-61%	15%	-21%	-30%	-32%	1%	-13%	1%
18	-22%	-1%	3%	-26%	-10%	-39%	-33%	-36%	-25%	-39%	-22%	-4%	-14%	1%
19	32%	-15%	-9%	-10%	50%	-9%	-21%	-35%	-35%	-18%	-32%	29%	-19%	-9%
aant.oogst	-13%	-15%	-12%	-10%	7%	-10%	-17%	-8%	-1%	-11%	-7%	-1%	-11%	4%
aant.plant	8%	7%	-3%	-4%	-5%	-7%	-3%	-14%	-3%	-1%	2%	7%	-21%	-1%
aant. totaal	267,5	263,9	253,4	254,2	272,5	249,0	246,0	240,9	265,9	258,2	266,9	280,7	228,0	275,6
t.o.v. ref.	-4,5	-8,1	-18,6	-17,8	0,5	-23,0	-26,0	-31,1	-6,1	-13,8	-5,1	8,7	-44,0	3,6