

# ENERGIEMETINGEN BIJ VERSCHILLENDE GLASDEKKEN

door

Ing. J.J.G. Breuer

Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen

Wageningen



SIGN: R606-15  
EX. NO:  
MLV: 7942800

## Samenvatting

Voor het bepalen van de warmtebesparingspercentages bij het gebruik van dubbelglas en gecoat glas ten opzichte van dat van enkelglas, is een driedelige proefkas, zonder natuurlijke ventilatie, gebouwd.

De metingen aan dubbelglas, over een winterperiode van vier maanden en bij een temperatuurverschil tussen binnen en buiten van 16,1 K, gaven een gemiddelde nachtelijke warmtebesparing van ca. 33%. Het besparingspercentage varieerde van 27 tot 39.

Voor gecoat glas, gemeten over twee winterperiodes van elk vier maanden en bij een temperatuurverschil van 15,5 K, werd een gemiddelde nachtelijke warmtebesparing van ca. 19% gevonden, terwijl het besparingspercentage hierbij een minimumwaarde van bijna 1 en een maximumwaarde van 38 bereikte.

Het besparingspercentage voor gecoat glas is afhankelijk van een aantal factoren, zoals het absolute temperatuurverschil tussen binnen en buiten, de natuurlijke ventilatie van de kas, het extra besparingseffect veroorzaakt door de ontvangen zonnewarmte overdag en de heersende weersomstandigheden. Voor dubbelglas gelden de bovenstaande factoren eveneens, zij het dat ze, vooral de heersende weersomstandigheden, een geringere invloed op het besparingspercentage hebben.

De lichtdoorlatendheid voor diffuus licht van zowel dubbelglas als gecoat glas is ca. 12% kleiner dan die van enkelglas.

## 1 Inleiding

Aanleiding tot het meten van energieverliezen bij verschillende glasdekken was enerzijds het zoeken naar energiebesparende maatregelen voor de tuinbouw, en anderzijds het verzoek van een glasfabrikant (de Belgische onderneming Glaverbel N.V.) aan het IMAG om metingen te verrichten aan een tweetal verschillende glassoorten, te weten dubbelglas en enkelglas voorzien van een coating. De laatste glassoort is begin 1978 in Nederland geïntroduceerd onder de naam Hortiplus.

Het doel van het onderzoek was vast te stellen hoe groot de energiebesparing van de twee glassoorten is ten opzichte van het energieverbruik bij enkelglas. Naast het bepalen van de energiebesparing zijn er nog metingen gedaan met betrekking tot de warmtefysische en lichtfysische eigenschappen van dubbelglas, gecoat glas en enkelglas.

Voor het uitvoeren van het onderzoek werd met medewerking van de voornoemde onderneming een proefopstelling gebouwd. Er werd een kas geconstrueerd met een drietal vrijwel gelijksoortige ruimten, met als glasdek respectievelijk gecoat glas, normaal enkelglas (in het vervolg enkelglas genoemd) en dubbelglas. Gedurende de nacht werd het energieverbruik bij deze glasdekken gemeten. Een aantal storende factoren, zoals grondbuffereffecten, natuurlijke ventilatie, warmteverliezen door wanden en opwarming door zon overdag, is zoveel mogelijk geëlimineerd.

De metingen zijn uitgevoerd in een tweetal perioden, nl. van begin januari 1977 tot en met begin april 1977 en van begin oktober 1977 tot en met eind maart 1978.

## 2 Proefopstelling

### 2.1 *Bouwkundige componenten*

De meetkas en bijbehorende meterkast, in oost-west richting opgesteld en gesitueerd in de zuidhoek van de IMAG-proeftuin aan de Mansholtlaan te Wageningen, zijn weergegeven in de afbeeldingen 1, 2 en 3 (bijlage 2).

De constructie van de kas is zodanig, dat er zo weinig mogelijk warmte verloren gaat door de zij- en tussenwanden en via de bodem. Bovendien is hij zo goed mogelijk afgedicht om de natuurlijke lekverliezen zo gering mogelijk te houden. Tevens is getracht de massa zo klein mogelijk te houden om traagheids-effecten te minimaliseren.

Zoals op afbeelding 1 (bijlage 2) is te zien bestaat de meetkas dus uit drie vrijwel gelijksoortige ruimten. Over de meterkist (afb. 3, bijlage 2) kan nog worden opgemerkt dat deze gedurende de eerste meetperiode (januari 1977 tot en met begin april 1977) aan de binnenkant geheel geïsoleerd was met 2 cm dik tempex. Voor de tweede meetperiode (begin oktober 1977 tot en met eind maart 1978) is deze isolatie verwijderd in verband met mogelijke nadelige gevolgen ervan voor de in de meterkist aanwezige regel- en registratieapparatuur. Later gedane pH-metingen hebben echter geen aanwijzingen gegeven dat de isolatie de oorzaak was van deze in een later stadium nog te bespreken problemen met deze apparatuur.

In de meterkist zijn in verband met een hoog oplopende binnentemperatuur in de zomer na de eerste meetperiode nog een tweetal ventilatieroosters aangebracht.

In afbeelding 5 (bijlage 2) is de meetkas te zien, terwijl de meterkist er rechts achter nog net zichtbaar is.

Afbeelding 6 (bijlage 2) toont hoe de isolatie van wanden en bodem is aangebracht. Tevens is hier te zien dat alle wanden zijn afgeplakt met een reflecterende aluminiumfolie.

## *2.2 Technische componenten*

### *2.2.1 Verwarmingstechnische installatie*

Ten behoeve van de verwarming van de kas en de meterkist zijn vijf verwarmingscircuits aangebracht, namelijk één voor elk van de meetcompartimenten, één voor de spouwruimte in de langsgewels (afb. 1 en 2, bijlage 2) en één voor de meterkist.

De verwarming van elk der meetcompartimenten geschiedt door vier elektrisch verwarmde, parallel geschakelde pijpen ( $\emptyset$  36 mm, lengte 2,8 m).

Deze zijn gemonteerd aan de langsgevels van het meetcompartiment, te weten twee aan de noord- en twee aan de zuidzijde, op ca. 19 en 49 cm hoogte boven de vloer en ca. 10 cm uit de wand. De verwarmingspijpen, van het fabrikaat Sinus B.V., zijn van het type S 36; elke pijp heeft een verwarmingscapaciteit van 500 Watt (220 Volt).

De spouwverwarming, een in serie geschakelde, 2 x 10 m lange Ozuriet verwarmingskabel, die dient om het warmteverlies door de buitenwanden te compenseren, is door middel van een aantal bevestigingshaken in de spouwruijnte aangebracht. De kabel heeft een capaciteit van 480 Watt en is door middel van een vario-transformator (220/48 V) op het voedingsnet aangesloten.

De meterkist is, om vorstgevaar te voorkomen, voorzien van een thermostatisch geregelde, elektrische raamverwarmer van het fabrikaat Sinus, type RV 100, met een capaciteit van 300 Watt (220 Volt).

In afbeelding 7 (bijlage 2) is aangegeven hoe de verwarmingspijpen in de meetcompartimenten zijn opgesteld, en in afbeelding 6 (bijlage 2) is te zien hoe de verwarmingskabel in de spouwruijnte is aangebracht. In afbeelding 8 (bijlage 2) zien we tenslotte onder meer het verwarmingselement voor de meterkist.

### *2.2.2 Elektrotechnische installatie*

De elektrische installatie in de meterkist, gevoed met 3-fase+nul+aarde, omvat een achttal groepen, waaronder drie voor de verwarming van de compartimenten en één voor de spouwverwarming. De vier andere (incl. een reservegroep) zijn gebruikt voor het aansluiten van de benodigde meetapparatuur met bijbehorende toestellen en de verwarming van de meterkist.

Alle groepen zijn voorzien van de benodigde smeltveiligheden en schakelaars. De drie groepen voor de verwarming van de compartimenten hebben bovendien alle

een eigen kWh-meter, terwijl de groep voor de spouwverwarming is voorzien van een variotransformator (regelbaar).

Bij een maximaal benodigd vermogen van 480 Watt (24 Volt) bedraagt het ampèrage maximaal  $480/24=20$  Ampère (in serie  $\rightarrow$  max. instelling  $2 \times 24 = 48$  Volt). Op afbeelding 8 (bijlage 2) zien we de elektriciteitsgroepen en de kWh-meters in de meterkist.

In verband met de al eerder gesignaleerde problemen, corroderende werking bij alle in de meterkist opgestelde regel- en registratieapparatuur, werd met ingang van de meetperiode begin oktober 1977 t/m eind maart 1978 alle registrerende apparatuur opgesteld in een nabij de meetkas gelegen vaste bebouwing.

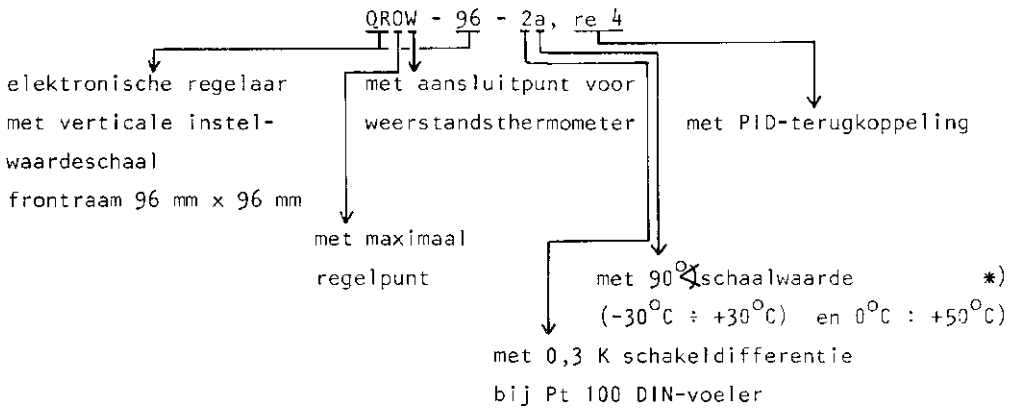
In verband met die problemen bij de regel- en registratieapparatuur in de meterkist zijn de magneetrelais van de groepen ten behoeve van de verwarming van de meetcompartimenten na april 1977 in een aparte schakelkast geplaatst (voorheen waren deze bij de regelaars ondergebracht). Ofschoon deze schakelkast zich ook in de meterkist bevond waren daarmee alle eerder gesignaleerde storingen verholpen. De vermoedelijke oorzaak van alle storingen van de regel- en registratieapparatuur is dan ook naar alle waarschijnlijkheid het feit dat er bij het veelvuldig schakelen van de voorgeschakelde magneetrelais ozon ( $O_3$ ) ontstond, een zeer reactief gas dat corrosie veroorzaakt.

Tenslotte is na de periode januari 1977 t/m begin april 1977 de gehele installatie grotendeels geautomatiseerd door het aanbrengen van een tweetal schakelklokken; één waarmee het tijdstip van in- en uitschakelen van de groepen voor de verwarming van de compartimenten kan worden ingesteld, en één waarmee het tijdstip van in- en uitschakelen van de kWh-meters kan worden ingesteld.

### *2.2.3 Regeltechnische installatie*

De temperatuur in de drie meetcompartimenten wordt geregeld met behulp van elektronische tweepunts-temperatuurregelaars. Deze staan opgesteld in de meterkist, terwijl in de meetcompartimenten zelf de bijbehorende luchttemperatuurvoelers zijn aangebracht. De temperatuurregelaars zijn van het fabrikaat JUMO,

type QROW-96-2a, re 4. In onderstaand schema zijn de belangrijkste eigenschappen van deze regelaars weergegeven.



\*) In de periode begin januari 1977 t/m begin april 1977 was de schaalwaarde -30°C : +30°C. In verband met de eerder genoemde corroderende werking van ozon zijn de regelaars na april 1977 vervangen door nieuwe met een schaalwaarde van 0°C : +50°C.

De luchttemperatuurvoeler, fabrikaat JUMO, type Pt 100 DIN, 90.263, is in elk compartiment ongeveer 40 cm boven de verwarmingspijpen aan de zuidzijde opgesteld.

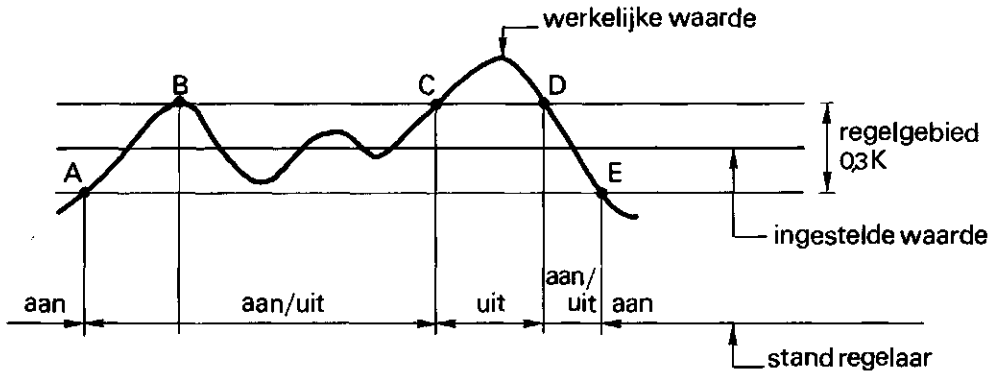
De verbruikte hoeveelheid energie voor de meetcompartimenten is, voor elk afzonderlijk, afleesbaar op een kWh-meter van het fabrikaat AEG.

De regeling van de verwarming in de meetcompartimenten werkt als volgt.

Bij een bepaalde instelling van de instelpotentiometer op de regelaar gaat de verwarming "aan" of "uit" (te koud/te warm).

Stel dat het in het meetcompartiment te koud is, dan blijft de verwarming aan, totdat de temperatuur in de buurt komt (binnen het regelgebied) van de ingestelde temperatuurwaarde. Een in de regelaar aanwezig PID-element (Proportioneel

Integrerend Differentiaal) gaat nu, als functie van het verschil tussen de ingestelde waarde en de werkelijke waarde, "aan" en "uit" regelen; dit gebeurt in het gehele regelgebied. Als de temperatuur boven het regelgebied ligt geeft de regelaar het signaal "uit". In onderstaand schema is een en ander weergegeven.



In de "aan"-stand (verwarming aan) wordt de verbruikte hoeveelheid energie geregistreerd met de kWh-meter.

Om te voorkomen dat er door de relais in de regelaar een te grote stroomstoot gaat ( $\pm 10$  Ampère), waardoor de levensduur ervan onnodig zou worden verkort, is er gebruik gemaakt van een voorgeschakeld magneetrelais dat aan het regelaarrelais een "aan"/"uit"-commando geeft.

In de afbeeldingen 8 en 9 (bijlage 2) zijn de regelaars en de bijbehorende kWh-meters te zien.

De regeling van de temperatuur in de spouw vindt plaats met behulp van een variotransformator. Omdat het vermogen evenredig is met het kwadraat van de spanning ( $P = \frac{U^2}{R}$ ), kan men door het wijzigen van de laatste (0 - 48 Volt) het afgegeven vermogen, en daardoor dus de temperatuur in de spouw veranderen.

### 2.3 Meetobject

- Het dubbelglas bestaat uit twee platen enkelglas van 4 mm dik ( $3,8 \div 4,2$  mm), gemeten 4,1 mm, met een tussenruimte van ca. 7,2 mm (afb. 4, bijlage 2).

De glasplaten zijn gescheiden door middel van een rond afdichtingsrubber (Keltan), dat door de glasplaten iets in elkaar wordt gedrukt. Het geheel is opgesloten in een aluminium hoekprofiel met een dikte van 0,4 mm. De spouwruimte is gevuld met gedroogde lucht. Dat deze constructie nog niet volmaakt is bleek uit het feit dat er bij één van de glasplaten na enige tijd condensvorming optrad in de spouwruimte.

- Het als vergelijkingsmateriaal aangebrachte enkelglas heeft een dikte van 4 mm (3,8 ÷ 4,2 mm).
- Het gecoate glas van 4 mm (3,8 : 4,2 mm) dikte is enkelglas dat aan één zijde is voorzien van een coating van 1/1000 mm dikte. Deze coating, tinoxide, wordt er in het fabricageproces opgebracht; het glas bevindt zich tijdens het coaten nog in warme toestand, waardoor een goede hechting wordt verkregen.

Door het opbrengen van een coating krijgt het glas een lager emissievermogen, waardoor de warmteverliezen door straling aanzienlijk kunnen worden gereduceerd.

Het in de meetproeven gebruikte gecoate glas wordt vanaf januari 1978 in Nederland op de markt gebracht onder de naam Hortiplus.

Het gecoate glas dient bij kassen met de coatingkant aan de buitenzijde te liggen, omdat de reducerende werking daarvan tijdelijk verloren gaat bij nat worden. Aan de buitenzijde zal de coating hiervan minder vaak hinder ondervinden dan aan de binnenzijde, waar we te maken hebben met condensvorming.

In de drie meetcompartimenten (afb. 1, bijlage 2) zijn 4 x 2 glasplaten van 1650 mm x 730 mm aangebracht.

De roeden van het meetcompartiment oost (dubbelglas) zijn van aluminium, afgedekt met een zwarte rubber strip. Die van de beide andere compartimenten zijn stalen PD-roeden, welke afgedekt zijn met een harde kunststof strip.

In afbeelding 5 (bijlage 2) is te zien hoe het glas in de kas is aangebracht; de donker gekleurde rubber strip bij dubbelglas is duidelijk waarneembaar.



## 2.4 Meetfasen

Gedurende de energiemetingen bestond het vermoeden dat de compartimenten oost en west ten opzichte van het middencompartiment een afwijking (meer verbruik) hadden. Om het afwijkingspercentage van deze compartimenten te kunnen bepalen zijn zij gedurende een gedeelte van de meetperiode voorzien van enkelglas. Tevens is gepoogd om na te gaan wat de oorzaak was van de afwijking. Hiertoe is voor een gedeelte van de meetperiode aan beide compartimenten een tweede, met enkelglas bedekt, maar onverwarmd hoekcompartiment toegevoegd. Een globale indruk van deze opstelling krijgen we als we afbeelding 5 (bijlage 2) (zonder extra hoekcompartimenten) vergelijken met afbeelding 10 (bijlage 2) (met extra hoekcompartimenten). In beide is te zien hoe het oorspronkelijke gedeelte van de kas afgedekt kan worden met zeil om de invloed van de zon te minimaliseren.

In onderstaand overzicht zijn de fasen waarin voor de compartimenten oost en west enkelglas en extra hoekcompartimenten werden gebruikt weergegeven.

Fase	Meetperiode	Compartiment oost			Compartiment midden	Compartiment west		
		dubbelglas	enkelglas	enkelglas met hoekcompartiment		gecoat glas	gecoat glas met hoekcompartiment	enkelglas
I	januari 1977	x			x	x		
II	februari 1977	x			x	x		
II	maart 1977	x			x	x		
II	april 1977	x			x	x		
III	oktober 1977		x		x	x		
III	november 1977		x		x	x		
III	december 1977		x		x	x		
IV	januari 1978			x	x		x	
V	februari 1978			x	x			x
VI	maart 1978				x			x

## 2.5 Meetopstelling

In de afbeeldingen 12, 13 en 14 (bijlage 2) is een schema van meetpunten (thermokoppels) weergegeven en laat een bijbehorende tabel zien welk meetpunt op een bepaalde registrerende 16-punts schrijver (Brown) is aangesloten. Afbeelding 12 (bijlage 2) omvat fase I (januari 1977), afbeelding 13 (bijlage 2) fase II (februari t/m begin april 1977) en afbeelding 14 (bijlage 2) fase III t/m VI (oktober 1977 t/m maart 1978).

In afbeelding 15 (bijlage 2) is het werkingsprincipe van een thermokoppel weergegeven. Een temperatuurverschil ten opzichte van  $0^{\circ}\text{C}$  (smeltend ijs als referentietemperatuur) geeft een corresponderend potentiaalverschil tussen koper en constantaan in het koppel, hetgeen de basis is voor het uitgangssignaal.

Afbeelding 16 (bijlage 2) geeft het principe van de registratie van de meetwaarde weer. Alle uitgangssignalen van de thermokoppels worden na vergelijking met hun referentiesignaal via een klemmenstrook naar de registrerende 16-punts schrijver gevoerd. Van de 16 punten dient er steeds tenminste één een nulpunt-aansluiting te zijn (afb. 16: de kortgesloten verbinding op de klemmenstrook).

In eerste instantie zijn de luchttemperaturen nabij het glas als uitgangspunt aangehouden, omdat deze maatgevend zijn voor het warmteverlies door het glas. In een later stadium zijn echter ook de luchttemperaturen op halve hoogte als uitgangspunt aangenomen.

De meetopstelling conform afbeelding 12 (bijlage 2) is in de periode voorafgaand aan fase I gebruikt ter bepaling van het referentiepunt van de ruimtemtemperatuur.

Na de voorbereidende periode zijn de meetpunten 3, 8, 20 en 24 (evenals 5 en 5<sup>a</sup>) op ca. 7 cm van het glas aangebracht.

In januari 1977 is gemeten overeenkomstig afbeelding 12 (bijlage 2), waarna in februari 1977 t/m begin april 1977 de opstelling verder is uitgebreid zoals op afbeelding 13 (bijlage 2) is te zien. De thermokoppels 1, 2, 6, 7, 11, 15, 19 en 23 zijn, na grondige reiniging van het glas met het middel Permaclean,

in een voorgefreesde groef op het glas gelijmd met Permacol type 303 met een bijbehorende katalysator. De resultaten met deze lijm waren bedroevend. Of-schoon er gedurende de periode januari 1977 t/m begin april 1977 altijd de mogelijkheid tot het meten van glastemperaturen bestond, waren er diverse thermokoppels die losraakten (alle ruiten waren voorzien van koppels). De koppels 1 en 6 waren bij dubbelglas aan de buitenkant gelijmd, alle andere aan de binnenkant.

In de periode oktober 1977 t/m eind maart 1978 is gemeten volgens de meetopstelling van afbeelding 14 (bijlage 2). De glastemperaturen zijn toen niet meer gemeten.

In tabel 1 (bijlage 1) zien we welke grootte door elk meetpunt wordt gemeten. Er is hierbij vanzelfsprekend onderscheid gemaakt tussen de verschillende fasen. De instelling van het schaalgebied van twee registrerende schrijvers bedroeg voor luchttemperaturen  $0 \div 60^{\circ}\text{C}$ , terwijl de pijptemperaturen, geregistreerd door de derde, gemeten werden bij een schaalinstelling van  $0 \div 200^{\circ}\text{C}$ . In afbeelding 8 (bijlage 2) zien we de indeling van de meterkast, waarin o.a. stonden opgesteld: een elektrische zekeringen-kast, drie kWh-meters, drie regelaars, een trafo t.b.v. de spouwverwarming, twee registrerende schrijvers (Brown I en II), drie klemmenstroken, twee frigistors, de raamverwarmer van de meterkast en de verlichting ervan.

In afbeelding 11 (bijlage 2) zien we nog een tweetal meetpunten welke zijn aangebracht om de luchttemperatuur in de ruimte en in de spouw te meten. De opname, gemaakt in de voorbereidende fase, laat zien dat er een luchttemperatuur werd gemeten boven de verwarming. Later is dit meetpunt komen te vervallen en is het meer centraal in de ruimte geplaatst.

In afbeelding 7 (bijlage 2) wordt tenslotte nog getoond hoe, nabij het begin van de verwarmingsbuizen, de meetkoppeldraden met behulp van een kurken afdichting van het ene meetcompartiment naar het andere werden geleid. Tevens is op de achtergrond nog juist een tweetal kunststof pijpen zichtbaar die dienen als standaard voor het bevestigen van de thermokoppels voor de luchttemperatuur.

### 3 Resultaten van de warmtetechnische metingen

Door onderlinge vergelijking van de gevonden K-waarden krijgen we een maat voor de verhouding van de energiebehoeften, waaruit we de warmtebesparing bij gebruik van zowel dubbelglas als gecoat glas ten opzichte van dat van enkelglas kunnen afleiden.

Hieronder is weergegeven hoeveel uren in elke periode is gemeten. De metingen zijn in het algemeen steeds uitgevoerd tussen een half uur na zonsopgang en een half uur vóór zonsopgang, dit om de invloed van de zon zo klein mogelijk te houden.

Fase	Meetperiode	Aantal meeturen						
		compartiment oost			compartiment midden	compartiment west		
		dubbelglas	enkelglas	enkelglas met hoekcomp.			gecoat glas	gecoat glas met hoekcomp.
I	januari 1977	273,8			273,8	273,8		
II	februari 1977	281,4			281,4	281,4		
II	maart 1977	295,6			295,6	272,6		
II	april 1977	73,3			73,3	73,3		
III	oktober 1977		227,2		227,2	227,2		
III	november 1977		263,0		263,0	263,0		
III	december 1977		227,7		227,7	227,7		
IV	januari 1978			273,5	273,5		273,5	
V	februari 1978			208,0	208,0			208,0
VI	maart 1978				196,9			196,9
I t/m VI	totalen	924,1	717,9	481,5	2320,4	1619,0	273,5	404,9

In het overzicht zien we dat er gedurende ruim 924 uur gemeten is aan dubbelglas, terwijl er nogmaals bijna 718 uur gemeten is voor het bepalen van de correctiefactor voor het compartiment oost (dus voor dubbelglas). Tenslotte is er 481,5 uur besteed aan het nagaan of de afwijking hoofdzakelijk te wijten was aan het feit dat het compartiment oost (dit geldt ook voor west) windgevoeliger was dan het middencompartiment.

Voor gecoat glas zien we dat er gedurende  $1619 + 273,5 = 1892,5$  uur gemeten is aan het glas zelf, terwijl er bijna 405 uur uitgetrokken is voor bepaling van de correctiefactor. De uren van januari 1978 tellen voor gecoat glas mee, omdat uit nog volgende cijfers blijkt dat de besparing van januari 1978 van veel belang is voor het bepalen van het totale gemiddelde besparingseffect, terwijl voor deze glassoort de nadelige invloed t.g.v. de ligging op de hoek van het compartiment ervan, kleiner bleek te zijn dan 0,5%.

Dat er in de maand maart 1977 23 uren minder gemeten is bij gecoat glas dan bij beide andere glassoorten, is te wijten aan de problemen met de regelapparatuur. Ofschoon dit een bescheiden aantal is waren er bovendien voor alle compartimenten in de periode begin januari 1977 t/m begin april 1977 in totaal 15 nachten waarin door storingen, tengevolge van de eerder genoemde corroderende werking van ozongas, deze apparatuur niet naar behoren functioneerde.

Gedurende een drietal nachten zijn tevens metingen uitgevoerd ter bepaling van de  $\alpha_{cu}$ - en  $\alpha_{ci}$ -waarde (convectieve warmteovergangscoefficiënt aan de buiten- en binnenkant van het glas).

### 3.1 *Verkregen resultaten*

#### 3.1.1 *K-waarden, warmtebehoeftepercentages, warmtebesparingspercentages en correctiepercentages*

In de tabellen 2a t/m 17b (bijlage 1) zijn, gegroepeerd per maand en per compartiment, de belangrijkste resultaten per dag weergegeven. In de kolommen ervan zien we van links naar rechts vermeld:

- datum;
- gemeten tijd in uren;

- gemiddelde buitentemperatuur in graden Celsius over het gemeten tijdvak;
- verbruikte hoeveelheid energie in kWh;
- gemiddelde binnentemperatuur in graden Celsius over het gemeten tijdvak;
- K-waarde-bepaling ( $W/(m^2 \text{ grondoppervlak} \cdot K)$ );
- warmtebehoeftepercentage t.o.v. enkelglas;
- correctiepercentage;
- besparingspercentage.

We gaan nu de belangrijkste gegevens aan de hand van formules nader verklaren.

De K-waarde (warmtedoorgangscoefficiënt), uitgedrukt in  $W/(m^2 \text{ grondoppervlak} \cdot K)$ , volgt uit de volgende formule:

$$K = \frac{Q \times 1000}{A \cdot (t_{\text{binnen}} - t_{\text{buiten}}) \cdot \text{tijd}} \quad \text{waarin} \quad (1)$$

K = warmtedoorgangscoefficiënt voor dubbel-, enkel- of gecoat glas, uitgedrukt in ( $W/(m^2 \text{ grondoppervlak} \cdot K)$ );

Q = verbruikte hoeveelheid energie in kWh;

A = netto grondoppervlak van de compartimenten in  $m^2$

meetcompartiment oost:  $A = 9,34 \text{ m}^2$ ; midden  $A = 9,34 \text{ m}^2$ ; west:  $A = 9,31 \text{ m}^2$ ;

$t_{\text{binnen}}$  = gemiddelde binnentemperatuur in graden Celsius;

$t_{\text{buiten}}$  = gemiddelde buitentemperatuur in graden Celsius;

tijd = duur van de meting in uren.

In de maanden januari 1977 t/m eind maart 1978 is de K-waarde met het bijbehorende warmtebehoefte- en besparingspercentage bepaald op basis van binnentemperaturen gemeten nabij het glas, terwijl in de maanden oktober 1977 t/m eind maart 1978 er bovendien nog een K-waarde is bepaald gebaseerd op binnentemperaturen gemeten op halve hoogte van de kas.

De tabellen 2a t/m 11b (bijlage 1) geven dan ook de waarden gebaseerd op de binnentemperaturen gemeten nabij het glas, terwijl tabel 12a t/m 17b (bijlage 1) daarnaast de waarden geven die gebaseerd zijn op de binnentemperaturen gemeten op halve hoogte van de kas.

Uit de verhouding van de K-waarden volgt het warmtebehoeftepercentage, dat per meetperiode afzonderlijk wordt bepaald.

$$\text{Warmtebehoeftepercentage (oost)} = \frac{K \text{ (oost)}}{K \text{ (midden)}} \times 100\% \quad (2)$$

Het zal duidelijk zijn dat de term oost vervangen kan worden door west als we de resultaten van het compartiment west willen berekenen.

Uit de tabellen 2a t/m 17b (bijlage 1) en uit het overzicht onder hoofdstuk 3 kunnen we dan ook rechtstreeks zeggen dat voor de periode januari 1977 t/m begin april 1977 voor het compartiment oost geldt:

$$\text{Warmtebehoeftepercentage (dubbel)} = \frac{K \text{ (dubbel)}}{K \text{ (enkel)}} \times 100\% \quad (2)$$

In hoofdstuk 2 onder 2.4, is er geattendeerd op de afwijking van de compartimenten oost en west t.o.v. het middencompartiment.

De correctiepercentages daarvoor zijn bepaald uit de meetresultaten van oktober 1977 t/m december 1977 voor compartiment oost, en van februari 1978 t/m eind maart 1978 voor compartiment west; ze zijn gewogen naar de tijd, dat wil zeggen dat elk percentage meer of minder invloed heeft op het gemiddelde percentage naarmate het langer of korter geldig is geweest.

In de tabellen 2a t/m 17b (bijlage 1) is onderaan ook nog het correctiepercentage vermeld voor als dit naar de warmtebehoefte Q wordt gewogen. Met de tijd als weegfactor geldt voor het compartiment oost een gemiddeld correctiepercentage van + 5,18% en voor het compartiment west een van + 3,97%; met de warmtebehoefte als weegfactor krijgen we hiervoor respectievelijk + 5,16% en + 3,93%. Bovengenoemde gegevens gelden ten aanzien van binnentemperaturen gemeten nabij het glas. Voor waarden gebaseerd op binnentemperaturen gemeten op halve hoogte krijgen we voor compartiment oost + 3,68% en + 3,65% en voor west respectievelijk + 3,79% en + 3,78%.

Het warmtebesparingspercentage per meetperiode voor de compartimenten oost en west ten opzichte van het middencompartiment is nu:

Warmtebesparingspercentage = 100 - Warmtebehoeftepercentage + Correctiepercentage:

$$\text{Besp.}\% = 100 - \text{Beh.}\% + \text{Corr.}\% \quad (3)$$

In de tabellen 2a t/m 17b (bijlage 1) zijn tevens de gemiddelde maandelijkse waarden van de warmtebehoefte en de warmtebesparing weergegeven, waarbij ze zowel naar de tijd als naar de warmtebehoefte zijn gewogen.

Opmerking: De berekende waarden, volgend uit de bovenstaande formules (1), (2) en (3), kunnen fractioneel afwijken van de in de tabel 2a t/m 17b (bijlage 1) aangegeven waarden. De oorzaak hiervan is dat de laatste zijn berekend in het toen nog geldende eenhedenstelsel, terwijl ze voor dit rapport zijn herleid overeenkomstig het nieuwe eenhedenstelsel. Hierbij kunnen door afronding verschillen zijn ontstaan.

In tabel 18 t/m 21 (bijlage 1) zien we de belangrijkste gegevens over beide perioden samengevat, onderscheiden naar de verschillende compartimenten, met vermelding van wat er in een bepaald tijdvak in dat compartiment werd gemeten. De waarden in deze tabellen zijn afgerond op tienden van procenten.

Tabel 18 en 19 (bijlage 1) geven de waarden gebaseerd op binnentemperaturen gemeten nabij het glas, terwijl tabel 20 en 21 (bijlage 1) waarden geven die gebaseerd zijn op binnentemperaturen gemeten op halve hoogte van de kas.

De gemiddelde maandelijkse warmtebehoefte- en correctiepercentages zijn met de volgende formules bepaald:

$$\text{gewogen naar tijd: Gemiddeld \%} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{K_{\text{index}}(i)}{K_{\text{midden}}(i)} \cdot \text{meetperiode}(i)}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{meetperiode}(i)} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{gewogen naar warmtebehoefte } Q: \text{ Gemiddeld \%} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{K_{\text{index}}(i)}{K_{\text{midden}}(i)} \cdot Q_{\text{midden}}(i)}{\sum_{i=1}^{i=n} Q_{\text{midden}}(i)} \times 100\% \quad (5)$$

waarin:

$K_{\text{index}}(i)$  = berekende K-waarde voor het compartiment oost of west op de  $i^e$  meetdag;



$K_{\text{midden}}(i)$  = berekende K-waarde voor het middencompartiment op de  $i^{\text{e}}$  meetdag;  
 meetperiode (i) = duur van elke meetperiode in uren op de  $i^{\text{e}}$  meetdag;  
 $Q_{\text{midden}}(i)$  = verbruikte hoeveelheid warmte voor het middencompartiment (waar-  
 in steeds enkelglas als vergelijkingsobject) op de  $i^{\text{e}}$  meetdag;  
 $i=1$  en  $i=n \rightarrow$  respectievelijk  $1^{\text{e}}$  en  $n^{\text{e}}$  meetdag.

De gemiddelde besparingspercentages zijn uit deze twee waarden bepaald met behulp van formule (3).

### 3.1.2 Convectieve warmte-overgangswaarden ( $\alpha_{cu}$ en $\alpha_{ci}$ )

Gedurende een drietal nachten zijn er een aantal extra metingen uitgevoerd om de convectieve warmte-overgangswaarden ( $\alpha_{cu}$  en  $\alpha_{ci}$ , voor resp. de buitenkant en de binnenkant) van dubbelglas, enkelglas en gecoat glas te kunnen bepalen. Hier-  
 toe zijn uurlijks de waarden bepaald van het energieverbruik, de binnenlucht-  
 temperatuur, de buitenluchttemperatuur, de hemeltemperatuur, de bodemtempera-  
 tuur en de glastemperaturen aan de binnenzijde (bij dubbelglas bovendien nog de  
 glastemperatuur aan de buitenzijde) en de windsnelheid (tabel 22 t/m 24, bijla-  
 ge 1).

Aan de hand van de resultaten is voor alle uren de grootte van  $\alpha_{cu}$  en  $\alpha_{ci}$  be-  
 paald. Deze waarden staan ook in deze tabellen.

Hieronder zijn de gemiddelde waarden samengevat.

Datum van de metingen	Dubbelglas		Enkelglas		Gecoat glas	
	$\alpha_{ci}$	$\alpha_{cu}$	$\alpha_{ci}$	$\alpha_{cu}$	$\alpha_{ci}$	$\alpha_{cu}$
15/16 febr. 1977 (23.00 ÷ 07.00 h)	5,8	7,5	4,9	4,4	5,6	5,3
8/9 maart 1977 (24.00 ÷ 06.00 h)	5,9	35,7	5,0	5,7	5,7	5,9
24/25 maart 1977 (23.15 ÷ 06.02 h)	5,2	8,4	4,7	6,3	4,4	7,6

Opmerking:  $\alpha$  in ( $W/(m^2 \text{ grondoppervlak} \cdot K)$ ).

In hoofdstuk 3, onder 3.2.2, zullen we op deze waarden iets dieper ingaan, maar reeds nu kan worden geconcludeerd dat de meetopstelling niet geschikt is voor het bepalen van de convectieve warmte-overgangswaarden.

### 3.1.3 Verband temperatuurverschil (binnen-buiten) en warmtebesparing voor gecoat glas

Er is getracht het verband te vinden tussen het absolute temperatuurverschil (binnen-buiten) en de warmtebesparing voor gecoat glas.

Als mede-uitgangspunt voor het opzetten van de berekeningen dienden de meetresultaten van de maand oktober 1977. Nadat met behulp hiervan een aantal  $\alpha$ -waarden (stralingswarmte-overgangswaarden) waren berekend, is door middel van enkele arbitraire veronderstellingen getracht verband te leggen tussen het absolute verschil van binnen- en buitentemperatuur en het besparingspercentage voor gecoat glas.

Uitgangspunt hierbij was tevens het gemiddelde temperatuurverschil tussen binnen, nabij het glas, en buiten\*, en de gemiddelde besparing over de gehele meetperiode.

In afbeelding 17 (bijlage 2) is het gevonden verband weergegeven; het kan goed benaderd worden met de formule:

$$\text{Besp. in \%} = 15,2 + \frac{58,3}{\Delta t} \quad (6)$$

waarin:

Besp.% = besparingspercentage bij gecoat glas ten opzichte van enkelglas;

$\Delta t$  = absolute temperatuurverschil tussen binnen- en buitentemperatuur bij gecoat glas.

Voor de afleiding van het gevonden verband en zijn benaderingsformule wordt verwezen naar bijlage 3, afleiding 1.

\* Over de gehele meetperiode was dat voor dubbelglas 16,1 K en voor gecoat glas 15,5 K.

### 3.1.4 Verband bewolking en warmtebesparing voor gecoat glas

Gecoat glas geeft een hoge warmtebesparing bij een onbewolkte hemel; bij een bewolkte hemel wordt een lagere warmtebesparing bereikt. Het verband tussen de bewolkingsgraad van de hemel en het besparingspercentage van gecoat glas was daarom een punt van onderzoek.

De bewolkingsgraden zijn gebaseerd op door het KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut) verstrekte gegevens van het Meetstation 275 te Deelen (nabij Arnhem). Deelen, op een afstand van ca. 16 km van Wageningen, is gekozen omdat dit de dichtstbijzijnde plaats is waar door het KNMI uurlijks bewolkingsgraden worden gemeten.

Afbeelding 18 geeft een overzicht van de bewolkingspercentages uitgezet tegen de besparingspercentages zoals die bepaald zijn voor nabij het glas (incl. correctiepercentage). Het verband tussen deze percentages is te benaderen met de formule:

$$\text{Besparing \%} = 34,25 - 0,224 \cdot \text{Bewolking \%} \quad (7)$$

Voor een nadere uitleg wordt verwezen naar bijlage 3, afleiding 2. De berekening welke daar wordt gegeven, is gebaseerd op alle metingen, exclusief één extreem, welke gedurende januari 1977 tot en met januari 1978 aan gecoat glas zijn verricht.

## 3.2 Bespreking van de resultaten

### 3.2.1 K-waarden, warmtebehoeftepercentages, warmtebesparingspercentages en correctiepercentages

Bij het bespreken van de resultaten met betrekking tot K-waarden, warmtebehoeftepercentages, warmtebesparingspercentages en correctiepercentages, moeten we onderscheid maken naar dubbelglas en gecoat glas.

#### Dubbelglas

Voor de maanden januari, februari, maart en april 1977 zijn voor dubbelglas als

gemiddeld warmtebehoeftepercentage (naar tijd gewogen) ten opzichte van enkelglas respectievelijk 71,0; 72,8; 71,5 en 72,5% gevonden (bijlage 1, tabel 2a t/m 5a). Het gemiddelde warmtebehoeftepercentage over de gehele periode bedroeg 71,8%.

Het correctiepercentage (naar tijd gewogen) gemeten in de maanden oktober, november en december 1977, bedroeg respectievelijk +5,7; +4,6 en +5,3% (bijlage 1, tabel 6a t/m 8a). Het gemiddelde correctiepercentage over de gehele periode bedroeg +5,2%.

Voor dubbelglas krijgen we met behulp van formule (3) zodoende een totaal gemiddeld besparingspercentage (tijd = weegfactor) van  $100 - 71,8 + 5,2 = 33,4\%$ . Voor de gemiddelde besparing per maand komen we voor januari, februari, maart en april 1977 tot waarden van respectievelijk 34,2; 32,4; 33,7 en 32,7% (bijlage 1, tabel 18).

Als we de warmtebehoefte als weegfactor nemen vinden we voor laatstgenoemde waarden respectievelijk 34,4; 32,5; 33,7 en 32,9%, terwijl het totale gemiddelde besparingspercentage dan 33,5% bedraagt.

Als we de gehele meetperiode overzien blijkt het hoogste behaalde besparingspercentage 38,8% te zijn, terwijl de laagste waarde 26,8% bedraagt (gemeten gedurende één nacht). Globaal kunnen we dan zeggen dat de besparingen voor dubbelglas waarden kunnen aannemen tussen 25 en 40%, terwijl het gemiddelde besparingspercentage 33% zal zijn. We dienen hierbij op te merken dat de metingen uitsluitend 's nachts zonder natuurlijke ventilatie zijn uitgevoerd.

#### Gecoat glas

Voor gecoat glas zijn in de maanden januari, februari, maart, april, oktober, november en december 1977 en januari 1978 als gemiddeld warmtebehoeftepercentage (naar tijd gewogen) ten opzichte van enkelglas respectievelijk 86,2; 84,0; 82,5; 79,6; 79,5; 89,8; 87,0 en 89,2% gevonden (bijlage 1, tabel 2c t/m 9c). Het gemiddelde warmtebehoeftepercentage over de gehele periode bedroeg 85,3%. Het correctiepercentage (naar tijd gewogen) in de maanden februari en maart

1978 bedroeg respectievelijk +3,9 en +4,1% (bijlage 1, tabel 10c en 11b); het gemiddelde correctiepercentage over februari t/m maart 1978 bedroeg +4,0%.

Voor gecoat glas krijgen we met behulp van formule (3) dan een totaal gemiddeld besparingspercentage (tijd = weegfactor) van  $100 - 85,3 + 4,0 = 18,7\%$ . Voor de gemiddelde besparingspercentages per maand vinden we respectievelijk 17,8; 20,0; 21,5; 24,4; 24,5; 14,2; 17,0 en 14,8% (bijlage 1, tabel 19).

Als we de warmtebehoefte als weegfactor nemen vinden we voor de laatstgenoemde waarden respectievelijk 18,3; 19,9; 21,9; 24,1; 24,4; 13,9; 17,2 en 14,7% (bijlage 1, tabel 19), terwijl het totale gemiddelde besparingspercentage dan 18,8% bedraagt.

Bij het overzien van de gehele meetperiode blijkt het laagste behaalde warmtebesparingspercentage 1,2% te zijn, terwijl de hoogste waarde 38,1% is.

Voor gecoat glas kunnen we nu globaal aannemen dat de besparingspercentages kunnen variëren tussen 0 en 40%, terwijl het gemiddelde besparingspercentage ca. 19% zal zijn. Ook hier zijn de metingen uitsluitend 's nachts uitgevoerd en zonder natuurlijke ventilatie van de kas.

Alvorens iets dieper in te gaan op de grote spreiding in gevonden meetwaarden, wordt volledigheidshalve nog vermeld dat tabel 21 (bijlage 1) voor de periode oktober t/m ~~december 1977~~ <sup>januari 1978</sup> de besparingspercentages weergeeft die gebaseerd zijn op temperatuurmetingen op halve hoogte. Alle voorgaande besparingspercentages bij gecoat en dubbelglas waren gebaseerd op temperatuurmetingen nabij het glas. We zien (bijlage 1, tabel 21) dat bij het meten op halve hoogte het gemiddeld warmtebesparingspercentage over de periode oktober 1977 t/m januari 1978 voor gecoat glas 18,5% bedraagt met de tijd als weegfactor en 18,6% met de warmtebehoefte als weegfactor.

Tegenover respectievelijk 17,4 en 17,3% in dezelfde periode en nabij het glas gemeten, houdt dit een kleine verbetering in, die ten dele verklaarbaar is door het op halve hoogte lagere temperatuurverschil tussen binnen en buiten (zie ook 3.1.3 en 3.2.3).

In onderstaand overzicht worden enkele specifieke gegevens van dubbelglas en gecoat glas met elkaar vergeleken. We noemen hierbij  $x$  het besparingspercentage van dubbel- resp. gecoat glas. Alle waarden zijn gebaseerd op de metingen nabij het glas.

Dubbelglas	Gecoat glas
$n =$ aantal waarnemingen $= 74$	$n = 148$
$\Sigma x =$ som alle meetwaarden $= 2463,71$	$\Sigma x = 2773,97$
$\Sigma x^2 =$ som van alle kwadraten der meetwaarden $= 82452,57$	$\Sigma x^2 = 62132,43$
$x(n) =$ grootste meetwaarde $= 38,8$	$x(n) = 38,1$
$x(1) =$ kleinste meetwaarde $= 26,8$	$x(1) = 1,2$
We krijgen nu het volgende	
de spreidingsbreedte $w$ :	de spreidingsbreedte $w$ :
$w = x(n) - x(1) = 38,8 - 26,8 = 12,0$ <u>spreidingsbreedte <math>w = 12,0\%</math></u>	$w = x(n) - x(1) = 38,1 - 1,2 = 36,9$ <u>spreidingsbreedte <math>w = 36,9\%</math></u>
de gemiddelde besparing $\bar{x}$ (exclusief weegfactoren)	de gemiddelde besparing $\bar{x}$ (exclusief weegfactoren)
$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{2463,71}{74} = 33,29$ <u>gemiddelde besparing <math>= 33,3\%</math></u>	$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{2773,97}{148} = 18,74$ <u>gemiddelde besparing <math>= 18,7\%</math></u>
de variantie $\sigma_x^2$	de variantie $\sigma_x^2$
$\sigma_x^2 = (\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}) \frac{1}{n}$	$\sigma_x^2 = (\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}) \frac{1}{n}$
$\sigma_x^2 = (82452,57 - \frac{(2463,71)^2}{74}) \frac{1}{74} = 5,7749$ <u>variantie <math>\sigma_x^2 = 5,77\%</math></u>	$\sigma_x^2 = (62132,43 - \frac{(2773,97)^2}{148}) \frac{1}{148} = 68,5121$ <u>variantie <math>\sigma_x^2 = 68,51\%</math></u>
de standaardafwijking $\sigma_x$	de standaardafwijking $\sigma_x$
$\sigma_x = \sqrt{(\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}) \frac{1}{n}} = \sqrt{\sigma_x^2}$	$\sigma_x = \sqrt{(\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}) \frac{1}{n}} = \sqrt{\sigma_x^2}$
$\sigma_x = \sqrt{5,7749} = 2,40$ <u>standaardafwijking <math>\sigma_x = 2,4\%</math></u>	$\sigma_x = \sqrt{68,5121} = 8,28$ <u>standaardafwijking <math>\sigma_x = 8,3\%</math></u>

We zien dat de spreidingsbreedte bij gecoat glas ruim drie keer zo groot is als bij dubbelglas, terwijl de maximumwaarde ongeveer gelijk is.

Ook de standaardafwijking bij gecoat glas is bijna 3,5x zo groot als bij dubbelglas.

Uit beide gegevens blijkt duidelijk dat de warmtebesparing bij gecoat glas in veel grotere mate afhankelijk is van externe factoren, zoals weersgesteldheid, dan die bij dubbelglas. Eén van de belangrijkste factoren is al aangeduid in 3.1.4, namelijk de bewolking; een andere is het nat worden door regen, waardoor de besparende werking van de coating tijdelijk wordt opgeheven. Dubbelglas daarentegen wordt m.b.t. de warmtebesparing nauwelijks door het nat worden beïnvloed. Gecoat glas geeft hoge besparingen bij onbewolkte hemel, weinig wind en droog weer, terwijl lage percentages worden bereikt bij bewolkte hemel, veel wind en regen.

De berekende gemiddelde besparingspercentages zijn niet gewogen naar tijd of warmtebehoefte, waardoor zij kunnen afwijken van eerder gegeven percentages welke wel gewogen waren.

### 3.2.2 Convectieve warmte-overgangswaarden ( $\alpha_{cu}$ en $\alpha_{ci}$ )

Zoals in 3.1.2 op het einde reeds werd geconcludeerd is de meetopstelling ongeschikt voor het bepalen van de convectieve warmte-overgangswaarden.

In de tabel onder 3.1.2 zien we dat  $\alpha_{cu}$  (convectieve warmte-overgangscoefficiënt aan de buitenkant van glas) op dezelfde dag niet bij alle glassoorten ongeveer gelijk is. Dit zou echter wel zo moeten zijn omdat de weerscondities voor de drie glassoorten dan gelijk zijn.

In het algemeen kan gesteld worden dat de gevonden waarden aan de lage kant zijn, hetgeen wellicht ten dele verklaard kan worden door de (op 6 m hoogte gemeten) lage windsnelheden. Ofschoon de gevonden  $\alpha_{ci}$  (convectieve warmte-overgangscoefficiënt aan de binnenkant van glas) meer reële waarden aanneemt is er een totale spreidingsbreedte van  $5,9 - 4,4 = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ grondoppervlak} \cdot \text{K})$ , terwijl juist deze  $\alpha_{ci}$  eigenlijk maar heel weinig zou mogen variëren.

### 3.2.3 Verband temperatuurverschil (binnen-buiten) en warmtebesparing voor gecoat glas

Met behulp van afleiding 1 (bijlage 3) is het verband tussen het temperatuurverschil binnen-buiten en het besparingspercentage voor gecoat glas bepaald. Het resultaat, weergegeven in afbeelding 17 (bijlage 2), laat zien dat er bij verlaging van het absolute temperatuurverschil een verbetering van de warmtebesparing is te verwachten. Aanvankelijk is de verbetering slechts gering, maar bij een forse daling van  $\Delta t$  neemt het besparingspercentage zeer snel toe. Voor zwaargestookte teelten met een  $\Delta t$  tussen 10 à 15 K is de verbetering ten opzichte van 15,5°C (uitgangspunt bij onderzochte toestand) 0,2 tot 2,7%. Voor een lichtgestookte teelt met een  $\Delta t$  tussen 5 à 10 K is de verbetering ten opzichte van 15,5°C aanmerkelijk hoger, namelijk 2,7 tot 9,2%.

In afleiding 1 (bijlage 3) is verder aangegeven dat het besparingspercentage voor gecoat glas in het gebied  $\Delta t > 3$  K redelijk goed te benaderen is met de formule:

$$\text{Besparing \%} = 15,2 + \frac{58,3}{\Delta t} \quad (6)$$

De afwijking van deze benaderingsformule ten opzichte van de werkelijke besparingskromme varieert tussen -0,9 en +0,4%. Pas bij temperatuurverschillen  $< 3$  K worden de verschillen groter.

Er dient nog te worden opgemerkt dat de besparingskromme gebaseerd is op de temperatuurverschillen gemeten nabij het glas en de aangenomen uitgangspunten.

### 3.2.4 Verband bewolking en warmtebesparing voor gecoat glas

Afbeelding 18 (bijlage 2) geeft het verband tussen het bewolkings- en het besparingspercentage voor gecoat glas.

Er blijkt hiertussen een duidelijke correlatie te bestaan (correlatiecoëfficiënt  $\rho = -0,8029$ , regressiecoëfficiënt  $\beta = -0,2236$ ).

Het extreme punt A is wellicht verklaarbaar omdat de bewolkingsgraden op ca. 16 km afstand van de meetkas gemeten zijn; terwijl een hoge besparing gevonden werd was het bewolkingspercentage op 16 km afstand 72,5%. Als we dit extreme punt buiten beschouwing laten, zien we dat naarmate de bewolking toeneemt de



spreidingsbreedte in de besparingen groter wordt, hetgeen verklaarbaar kan zijn door het feit dat de kans op regen (tijdelijk verloren gaan van het besparings-effect) en wind nauw samenhangt met de bewolkingsgraad. Bij 100% bewolkingsgraad is een situatie denkbaar waarbij veel regenval en wind optreedt, terwijl er eveneens een situatie mogelijk is waarbij er geen regen of wind optreedt. In afbeelding 18 (bijlage 2) wordt een en ander geïllustreerd door de twee onderbroken lijnen die steeds verder uiteenlopen naarmate de bewolkingsgraad hoger wordt. De oorzaak van dit brede spreidingsgebied dient dus gezocht te worden in de factoren regen en wind. Ondanks de grote spreiding in meetwaarden kunnen we de gemiddelde besparing weer benaderen met de formule:

$$\text{Besparing \%} = 34,25 - 0,224 \cdot \text{Bewolking \%} \quad (7)$$

hierbij rekening houdend met het feit dat er incidenteel afwijkingen kunnen optreden. De afwijking kan bij 0% bewolking waarden aannemen van -4,5% tot +4,5%, en bij 100% bewolking van -12% tot +15%.

#### 4 Verdere invloedsfactoren op de warmtebesparing

Omdat de metingen gedurende de nachtelijke uren zijn uitgevoerd, is het zinvol om te trachten een indicatie te krijgen van mogelijke invloedsfactoren op de besparing die hetzij overdag, hetzij overdag en 's nachts een rol spelen. Tenslotte dienen we na te gaan of het percentage van de belangrijkste invloedsfactor van het weer met betrekking tot de warmtebesparing bij gecoat glas, de bewolking, in de meetperiode overeenkomt met een gemiddeld bewolkingspercentage over een iets langere periode.

##### 4.1 *Natuurlijke ventilatie van een kas*

Eerder is vermeld dat de meetkas vrijwel luchtdicht was, waardoor er geen natuurlijke ventilatie plaatsvond. In een normale kas hebben we hier echter wel mee te maken. Het besparingspercentage, eventueel aangevuld met toeslagen (voor een gedeelte nog hierna te bespreken), dient dan ook te worden gecorrigeerd voor een kas met ventilatie.

Noemen we het natuurlijke ventilatiepercentage  $n$  en het besparingspercentage (incl. toeslagen)  $B$ , dan geldt voor het gecorrigeerde besparingspercentage  $GB$ :

$$GB \% = B \times 100 / (100 + n) \quad (8)$$

Voorbeeld:

is bij dubbelglas  $n = 6\%$  en  $B = 33,5\%$ , dan geldt:

$$GB = 33,5 \times 100 / (100 + 6) = 31,6\%;$$

is bij gecoat glas  $n = 10\%$  en  $B = 18,8\%$ , dan geldt:

$$GB = 18,8 \times 100 / (100 + 10) = 17,1\%$$

Voor een ander voorbeeld wordt verwezen naar 4.5.

#### *4.2 Invloed van gecoat glas op de besparing overdag*

Door gecoat glas wordt minder zonnearmte doorgelaten dan door enkelglas, maar daar staat tegenover dat er door de isolerende werking van gecoat glas ook minder naar buiten gaat. Per saldo zal er bij gecoat glas meer warmte achterblijven dan bij enkelglas; deze zal worden afgegeven aan de lucht of de bodem, waardoor de pijpen minder warmte behoeven te leveren.

In afleiding 3 (bijlage 3) is met een rekenvoorbeeld aangegeven hoe groot deze extra besparing kan zijn. Voor de zwaargestookte teelten, met een  $\Delta t$  van 10 à 15 K, vinden we een positief effect van 3 à 4%, welke bij het besparingspercentage van de nacht mag worden opgeteld, en voor de lichtgestookte teelten met een  $\Delta t$  van 5 à 10 K vinden we 4 à 6%. Dit verhogend effect is zonder correctie voor de natuurlijke ventilatie. Het zal duidelijk zijn dat men bij gewijzigde uitgangspunten ietwat gewijzigde uitkomsten zal krijgen.

#### *4.3 Afwijking weerscondities gedurende meetperiode ten opzichte van meerjaarlijks gemiddelde*

Uit het verband tussen de bewolking en de besparing bij gecoat glas, bleek dat de eerste van grote invloed was op de laatste. Het is daarom nuttig om te zien

of de gemiddelde bewolgingsgraad in de meetperiode niet al te veel afwijkt van het gemiddelde over een langere periode. Het gemiddelde over de maanden waarin werd gemeten, <sup>wend</sup> (vanaf 19.00 uur tot en met 5.00 uur) werd daartoe vergeleken met het gemiddelde over de jaren 1972 t/m 1976 (ook 19.00 t/m 5.00 uur). Hieronder is deze vergelijking gegeven.

Maand	Bewolgingsgraad (%)*		Bewolgingsgraad (%)*
	1977	(1978)	1972 t/m 1976
januari	76	(78)	74
februari	71		63
maart	60		56
april (7 dagen)	50		56
oktober	45		61
november	73		73
december	72		71

\* Voor Deelen op 16 km afstand van Wageningen.

Alleen de maand oktober heeft een gemiddelde bewolgingsgraad welke meer dan 10%\*\* afwijkt van het meerjaarlijks gemiddelde. Van de overige maanden kunnen we zeggen dat het gemiddelde minder dan 10%\*\* afweek van het gemiddelde over de jaren 1972 t/m 1976. De relatief slechte resultaten voor gecoat glas van de maanden november 1977 en januari 1978 zijn dus geen uitschieters welke normaal niet zouden voorkomen. Met betrekking tot april dient nog vermeld te worden dat hier slechts de eerste zeven dagen van de maand genomen zijn, aangezien de metingen voor die maand alleen maar over deze dagen zijn uitgevoerd.

\*\* procenten van de bewolgingsgraad.

#### 4.4 Invloed hogere glastemperaturen

Uit de metingen verricht in de periode januari 1977 tot en met begin april 1977 bleek dat de glastemperatuur aan de binnenkant bij gecoat glas iets hoger was dan bij enkelglas. Voor dubbelglas spreekt het welhaast vanzelf dat de temperatuur ervan aan de binnenkant hoger is dan bij enkelglas. Hierdoor zal het gewas

minder warmte naar het koudere glas behoeven te stralen, waardoor de temperatuur ervan iets hoger ligt. Deze lichte verhoging kan in bepaalde omstandigheden, met name in de winterperiode, een positief effect hebben op de ontwikkeling van de plant, doch is verder buiten beschouwing gelaten.

4.5 Voorbeeld van de berekening van het besparingspercentage voor gecoat glas

In onderstaand voorbeeld is weergegeven hoe we de verschillende toeslagen en reductiefactoren in rekening dienen te brengen bij het bepalen van het uiteindelijke besparingspercentage voor gecoat glas.

Voorbeeld:

Gedurende een half jaar wordt er geteeld bij een temperatuurverschil van 8 K (lichtgestookte teelt), en daarna een half jaar bij een temperatuurverschil van 13 K (zwaargestookte teelt). De natuurlijke ventilatie = 10% (n). Hoe groot is nu gedurende elk half jaar de te verwachten besparing bij het gebruik van gecoat glas ten opzichte van dat van enkelglas.

Oplossing:

1e halfjaar:

basisbesparing 's nachts bij  $\Delta t$  van 15,5 K = 18,8% (bijlage 1, tabel 19)

extra besparing 's nachts bij  $\Delta t$  van 8 K

besparing bij  $\Delta t$  van 8 K = 23,1% (afb. 17)

\* besparing bij  $\Delta t$  van 15,5 K = 18,6% (afb. 17)

4,5%  $\Rightarrow$  4,5% +

extra besparing door effect overdag 4,7% + (tabel afleiding 3)

B = bruto besparing 28,0%

Netto besparing (effect natuurlijke ventilatie werkt reducerend) =

$$GB = \frac{B}{(100 + n)} \times 100\% = \frac{28}{(100 + 10)} \times 100\% = 25,45\%$$

\*\* 1e halfjaar: besparingspercentage (afgerond) = 25,5%.

2e halfjaar:

basisbesparing 's nachts bij  $\Delta t$  van 15,5 K = 18,8 (bijlage 1, tabel 19)

extra besparing 's nachts bij  $\Delta t$  van 13 K

besparing bij  $\Delta t$  van 13 K = 19,6% (afb. 17)

\* besparing bij  $\Delta t$  van 15,5 K = 18,6% (afb. 17)

1,0% => 1,0% +

extra besparing door effect overdag 3,4% + (tabel afleiding 3)

B = bruto besparing 23,2%

Netto besparing (effect natuurlijke ventilatie werkt reducerend) =

$$GB = \frac{B}{(100 + n)} \times 100\% = \frac{23,2}{(100 + 10)} \times 100\% = 21,09\%$$

\*\* 2e halfjaar: besparingspercentage (afgerond) = 21,1%.

\* De bepaling van de besparing aan de hand van afbeelding 17 (bijlage 2) wijkt vanwege zijn benaderend karakter iets af van de waarde uit tabel 19 (bijlage 1) (gemiddelde gemeten besparing). Voor de berekening van het besparingsvoordeel door de temperatuurverlaging is het echter noodzakelijk uit te gaan van afbeelding 17 (bijlage 2).

\*\* Als men de totale gemiddelde besparing per jaar wil berekenen, dient men de halfjaarlijkse besparingen nog te wegen naar de werkelijk verbruikte hoeveelheid energie van elk half jaar.

## 5 Warmtefysische en lichtfysische eigenschappen

De warmtefysische en lichtfysische metingen aan dubbelglas, gecoat glas en ter vergelijking ook aan enkelglas zijn door IMAG-medewerkers op het IMAG en op de Technische Universität van Hannover verricht.

### 5.1 Warmtefysische metingen

Met behulp van een meetopstelling voor het meten van de emissiecoefficienten

zijn deze ( $\epsilon$ ) en de warmtestralings-reflectiecoëfficiënten ( $r$ ) gemeten voor gecoat glas en enkelglas.

### 5.1.1 Verkregen resultaten

Met betrekking tot de emissiecoëfficiënt ( $\epsilon$ ) werden de volgende resultaten verkregen:

gewoon enkelglas  $\epsilon = 0,86$  (aan te houden ca. 0,9)  
gecoat glas  $\epsilon = 0,21$  (aan te houden 0,2 - 0,3)

Bij een viertal monsters gecoat glas, die ca. een jaar lang buiten hadden gelegen, zijn de warmtestralings-reflectiecoëfficiënten ( $r$ ) tussen 8 - 14  $\mu\text{m}$  gemeten, in de staat waarin ze waren, en vervolgens nadat ze schoongemaakt waren met alcohol.

Warmtestralings-reflectiecoëfficiënten in %

Monsters	niet schoon	schoon
A	74,1	71,3*
B	73,2	76,3
C	71,9	73,7
D	70,0	71,4

\* het is juist dat bij monster A, schoon, een lagere waarde is gemeten dan bij monster A, niet schoon.

### 5.1.2 Bespreking van de resultaten

Voor gecoat glas geldt dat de doorlatendheid ( $d$ ) voor de warmtestraling, binnen het aangegeven golflengtegebied, gelijk is aan 0. Als we verder bedenken dat de absorptie ( $a$ ) steeds gelijk is aan de emissie ( $\epsilon$ ) dan kunnen we de formule

$$1 = a + d + r \quad (9)$$

ook schrijven als

$$1 = \epsilon + 0 + r$$

waaruit dan volgt

$$\epsilon = 1 - r \quad (10)$$

hetgeen betekent dat Emissiecoëfficiënt = 1 - Warmtestralings-reflectie-coëfficiënt

Uit de gegevens onder 5.1.1 is dan af te leiden dat de emissiecoëfficiënt voor gecoat glas kan liggen tussen 0,2 en 0,3.

## 5.2 Lichtfysische metingen

Met behulp van een spectrofotometer en integrerende kogel ten behoeve van het meten van de lichtdoorlatendheid bij monochromatisch licht bij een loodrechte invalshoek en een meetopstelling met integrerende kogel ten behoeve van het meten van de lichtdoorlatendheid bij diffuus licht, zijn de lichtdoorlatendheden gemeten bij dubbelglas, gecoat glas en enkelglas.

### 5.2.1 Verkrege resultaten

Met de spectrofotometer-opstelling is voor een viertal golflengten de lichtdoorlatendheid bij een loodrechte invalshoek voor gecoat glas en enkelglas gemeten. De resultaten staan hieronder vermeld.

Glassoort	Gecoat glas				Enkelglas			
	400	500	600	700	400	500	600	700
Golflengte in nm	400	500	600	700	400	500	600	700
Lichtdoorlatendheid in %	74	80	85	78	89	91	90	86

De lichtdoorlatendheid bij diffuus licht is met behulp van een integrerende kogel en met een kasmodel zonder constructiedelen gemeten naar oneindig groot.

De resultaten hiervan waren:

voor enkelglas 85%;

voor dubbelglas 75%;

voor gecoat glas 75%.

### 5.2.2 Bespreking van de resultaten

Uit de tabel onder 5.2.1 volgt dat de vermindering van de lichtdoorlatendheid voor gecoat glas, ten opzichte van enkelglas, voor de golflengten 400; 500; 600 en 700 mm bij een loodrechte invalshoek respectievelijk 17%; 12%; 6% en 9% bedraagt.

De lichtdoorlatendheid bij diffuus licht is voor gecoat glas en dubbelglas 12% kleiner dan voor enkelglas.

## 6 Conclusies

- 1 De gevonden warmtebesparing bij gecoat glas (fabrikaat Glaverbel, type Hortiplus) bedraagt 's nachts, uitgaande van gemeten binnentemperaturen nabij het glas, ca. 19%. De waarden varieerden hierbij tussen een minimale besparing van bijna 1% en een maximale van 38%.
  - De warmtebesparing bij gecoat glas is sterk afhankelijk van de heersende weerscondities. Bij heldere hemel (weinig bewolking) en weinig wind worden er hoge besparingen bereikt, bij veel bewolking, regen en wind echter lage.
  - De warmtebesparing bij gecoat glas is sterk afhankelijk van het absolute temperatuurverschil tussen binnen en buiten. Bij een kleiner wordend verschil zal de besparing toenemen.
  - Door de eigenschappen van de coating zal er in een kas gedekt met gecoat glas overdag meer zonnewarmte worden vastgehouden dan in een gedekt met enkelglas. Deze overtollige warmte zal ten dele moeten worden afgevoerd door luchting, doch er zal ook een gedeelte ten goede komen aan grond, planten en lucht.

Uit berekeningen, met arbitraire uitgangspunten, blijkt dat dit effect over een etmaal een verhoging van het besparingspercentage van 3 à 6% teweeg kan brengen.
  - Wanneer we met de natuurlijke ventilatie rekening houden en tevens met alle berekende toeslagen, dan kan het werkelijke besparingspercentage voor gecoat glas, uitgaande van 10% natuurlijke ventilatie, liggen tussen 20 en 25%. Het zwaartepunt zal bij zwaargestookte teelten echter dichter bij 20 dan bij 25% liggen.



- 2 De emissiecoëfficiënt ( $\epsilon$ ) voor langgolvlige straling bedraagt voor gecoat glas 0,2 à 0,3.
  - 3 De lichtdoorlatendheid bij diffuus licht is voor gecoat glas en dubbelglas ca. 12% kleiner dan voor enkelglas.
  - 4 De gevonden warmtebesparing bij dubbelglas bedraagt 's nachts, uitgaande van gemeten binnentemperaturen nabij het glas, ca. 33%. De waarden variëren hierbij van een minimale besparing van bijna 27% tot een maximale van bijna 39%.
  - 5 De opsluimethode bij dubbelglas door middel van keltan rubber en een aluminium randprofiel dient te worden verbeterd aangezien condensvorming in de spouwruimte tussen de glasplaten is geconstateerd.
  - 6 Het is mogelijk gebleken een proefopstelling van een kas te bouwen waarbij factoren als grondbufferwerking, natuurlijke ventilatie, warmteverliezen door wanden en vloer en de invloed van de zonnewarmte zoveel mogelijk geëlimineerd zijn.
  - 7 De meetopstelling blijkt ongeschikt te zijn voor het bepalen van de convectieve warmte-overgangswaarden ( $\alpha_{cu}$  en  $\alpha_{ci}$ ).
  - 8 Het in één kast onderbrengen van regelapparatuur en magneetrelais is niet aan te bevelen vanwege de sterk corroderende werking van ozon, welke vrijkomt bij het in- en uitschakelen van de relais.
- 7 Aanbevelingen voor verder onderzoek
- 1 Het vaststellen van het geldelijk verlies ten gevolge van het lichtverlies in kassen.
  - 2 De ontwikkeling van een enkelglassoort waarvan de lichtdoorlatendheid hoger is (minder lichtverlies) zonder dat de emissiecoëfficiënt ( $\epsilon$ ) voor langgolvlige straling te veel omhoog gaat.

3 Studie naar warmte-overgangswaarden met betrekking tot convectie en straling ( $\alpha_c$  en  $\alpha_s$ ), voor zowel de binnenkant als de buitenkant van het glas.

## 8 Literatuur

- 1 Heijna, Ir. B.J. Mogelijkheden tot energiebesparing in de glastuinbouw. P.T. Landbouwkundig tijdschrift, aug. 1975.
- 2 Seemann, Dr. J. Climate under glass. Technical Note no. 131, World Meteorological Organization.
- 3 Spek, Ing. J.C. e.a. Dubbelglas 1 t/m 6. Polytechnisch tijdschrift afd. Bouwkunde, 1977 en 1978.
- 4 Spek, Ing. J.C. en Ir. B.J. Heijna. Dubbele ruiten bij kassen 20 à 30% besparing. Groenten en Fruit, 1 juni 1977.
- 5 Tore Gjelsvik. Humidity in the dehydrated air space of sealed glazing units. Rapport no. 48 van Norwegian Building Research Institute, NBRI Oslo 1967.

## Medewerkers

Ir. B.J. Heijna (projectleider)  
Ing. J.J.G. Breuer (onderzoeker, auteur)  
J.B. Koenderink (onderzoekmedewerker)  
D. Waayenberg (bouwkundig medewerker)  
J.Th. Olink (Glaverbel N.V.)

## Bijlagen

## Bijlage 1

Tabel 1 Lijst van meetpunten.

Meetpunt nr.				Gemeten grootheid
fase I	fase II	fase III	t/m IV	
jan. '77	febr. '77	okt. '77		
	t/m apr. '77	t/m mrt. '78		
			1	Glastemperatuur buitenkant compartiment oost (dubbelglas), zuidzijde.
			6	Glastemperatuur buitenkant compartiment oost (dubbelglas), noordzijde.
			2	Glastemperatuur binnenkant compartiment oost (dubbelglas), zuidzijde.
			7	Glastemperatuur binnenkant compartiment oost (dubbelglas), noordzijde.
11	11			Glastemperatuur binnenkant compartiment midden (enkelglas), zuidzijde.
15	15			Glastemperatuur binnenkant compartiment midden (enkelglas), noordzijde.
			19	Glastemperatuur binnenkant compartiment west (gecoat glas), zuidzijde.
			23	Glastemperatuur binnenkant compartiment west (gecoat glas), noordzijde.
13	13	13		Luchttemperatuur spouw, noordzijde.
18	18	18		Luchttemperatuur spouw, zuidzijde.
27	27	27		Luchttemperatuur buiten.
			34	Luchttemperatuur buiten.
28	28	28		Luchttemperatuur meterkist.
9	9	9		Bodemtemperatuur compartiment oost.
17	17	17		Bodemtemperatuur compartiment midden.
25	25	25		Bodemtemperatuur compartiment west.
3	4	4		Luchttemperatuur nabij glas in compartiment oost, zuidzijde.
8	10	10		Luchttemperatuur nabij glas in compartiment oost, noordzijde.
			31	Luchttemperatuur nabij goot in compartiment oost.
			3	Luchttemperatuur op halve hoogte in compartiment oost, zuidzijde.
			8	Luchttemperatuur op halve hoogte in compartiment oost, noordzijde.
			2	Luchttemperatuur op $\frac{1}{4}$ van de hoogte in compartiment oost, zuidzijde.
			7	Luchttemperatuur op $\frac{1}{4}$ van de hoogte in compartiment oost, noordzijde.
5	29	29		Luchttemperatuur nabij glas in compartiment midden, zuidzijde.

Tabel 1 Lijst van meetpunten (vervolg).

Meetpunt nr.			Gemeten grootheid
fase I	fase II	fase III t/m IV	
jan.'77	febr.'77 t/m apr.'77	okt.'77 t/m mrt.'78	
5a	30	30	Luchttemperatuur nabij glas in compartiment midden, noordzijde.
4	32	32	Luchttemperatuur nabij goot in compartiment midden, noordzijde <del>midden</del>
12	12	12	Luchttemperatuur op halve hoogte in compartiment midden, zuidzijde.
16	16	16	Luchttemperatuur op halve hoogte in compartiment midden, noordzijde.
22		11	Luchttemperatuur op $\frac{1}{4}$ van de hoogte in compartiment midden, zuidzijde.
22a		15	Luchttemperatuur op $\frac{1}{4}$ van de hoogte in compartiment midden, noordzijde.
20	21	21	Luchttemperatuur nabij glas in compartiment west, zuidzijde.
24	26	26	Luchttemperatuur nabij glas in compartiment west, noordzijde.
		33	Luchttemperatuur nabij goot in compartiment west.
	20	20	Luchttemperatuur op halve hoogte in compartiment west, zuidzijde.
	24	24	Luchttemperatuur op halve hoogte in compartiment west, noordzijde.
		19	Luchttemperatuur op $\frac{1}{4}$ van de hoogte in compartiment west, zuidzijde.
		23	Luchttemperatuur op $\frac{1}{4}$ van de hoogte in compartiment west, noordzijde.
14			Luchttemperatuur boven verwarming in compartiment midden, zuidzijde.
14a			Luchttemperatuur boven verwarming in compartiment midden, noordzijde.
	5	5	Pijptemperatuur verwarming in compartiment oost, zuidzijde.
	5a	5a	Pijptemperatuur verwarming in compartiment oost, noordzijde.
	14	14	Pijptemperatuur verwarming in compartiment midden, zuidzijde.
	14a	14a	Pijptemperatuur verwarming in compartiment midden, noordzijde.
	22	22	Pijptemperatuur verwarming in compartiment west, zuidzijde.
	22a	22a	Pijptemperatuur verwarming in compartiment west, noordzijde.

Tabel 2a Resultaat januari 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C) *	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie % **	Besparing %
11/12	16,50	0,12	15,0	22,40	4,37	72,0	5,18	33,18
12/13	16,00	-0,80	14,3	21,20	4,35	71,5	5,18	33,68
13/14	15,50	1,00	14,8	20,25	5,31	66,4	5,18	38,78
14/15	17,25	2,96	14,0	19,99	5,11	68,8	5,18	36,38
15/16	17,083	2,23	12,7	19,92	4,50	71,1	5,18	34,08
16/17	16,50	1,77	12,5	19,79	4,50	72,3	5,18	32,88
17/18	16,00	0,12	13,4	20,11	4,49	73,9	5,18	31,28
18/19	16,00	-1,55	17,2	20,505	5,22	69,6	5,18	35,58
19/20	16,00	-0,65	13,4	20,205	4,30	71,8	5,18	33,38
20/21	16,25	1,01	13,7	20,11	4,72	70,4	5,18	34,78
21/22	15,92	4,88	10,8	19,72	4,90	69,9	5,18	35,28
22/23	16,17	5,66	9,9	19,42	4,77	70,9	5,18	34,28
23/24	16,28	6,97	7,9	19,20	4,24	71,7	5,18	33,48
24/25	15,75	6,13	9,9	19,54	5,02	70,4	5,18	34,78
25/26	16,50	10,51	7,2	19,07	5,45	73,1	5,18	32,08
26/27	14,18	6,92	12,8	25,48	5,21	67,9	5,18	37,28
30/31	15,92	-2,21	16,9	20,40	5,02	75,0	5,18	30,18

Totaal 273,803

Gewogen gemiddelde naar tijd 71,01  
 Gewogen gemiddelde naar Q 70,84

5,18 34,17  
 5,16 34,32

\* t binnen gemeten nabij glas  
 \*\* gewogen naar tijd

Tabel 2b Resultaat januari 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	$K_2$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
11/12	16,50	0,12	19,0	20,45	6,07	100,0
12/13	16,00	-0,80	19,3	20,45	6,08	100,0
13/14	15,50	1,00	23,0	20,85	8,00	100,0
14/15	17,25	2,96	21,0	20,535	7,42	100,0
15/16	17,083	2,23	18,4	20,455	6,33	100,0
16/17	16,50	1,77	17,8	20,345	6,22	100,0
17/18	16,00	0,12	18,5	20,515	6,07	100,0
18/19	16,00	-1,55	25,2	20,93	7,50	100,0
19/20	16,00	-0,65	19,1	20,68	5,99	100,0
20/21	16,25	1,01	20,2	20,84	6,71	100,0
21/22	15,92	4,88	16,0	20,25	7,00	100,0
22/23	16,17	5,66	14,6	20,05	6,72	100,0
23/24	16,28	6,97	11,5	19,74	5,92	100,0
24/25	15,75	6,13	14,7	20,12	7,14	100,0
25/26	16,50	10,51	6,6	16,25	7,26	100,0
26/27	14,18	6,92	16,9	23,55	7,68	100,0
30/31	15,92	-2,21	22,0	19,90	6,70	100,0

Totaal 273,883

Gewogen gemiddelde naar tijd

Gewogen gemiddelde naar Q

100,0

100,0

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 2c Resultaat januari 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kw.h	t binnen (°C)	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoeftte %	Correctie %	Besparing %
11/12	16,50	0,12	19,0	22,70	5,48	90,2	3,97	13,77
12/13	16,00	-0,80	17,3	21,25	5,27	86,6	3,97	17,37
13/14	15,50	1,00	20,3	20,40	7,26	90,7	3,97	13,27
14/15	17,25	2,96	18,7	20,40	6,68	90,0	3,97	13,97
15/16	17,083	2,23	15,8	20,285	5,50	86,9	3,97	17,07
16/17	16,50	1,77	14,4	19,795	5,20	83,6	3,97	20,37
17/18	16,00	0,12	13,6	20,02	4,59	75,7	3,97	28,27
18/19	16,00	-1,55	19,4	20,305	5,95	79,4	3,97	24,57
19/20	16,00	-0,65	16,4	20,345	5,25	87,6	3,97	16,37
20/21	16,25	1,01	16,9	20,17	5,83	86,9	3,97	17,07
21/22	15,92	4,88	13,6	19,93	6,09	87,0	3,97	16,97
22/23	16,17	5,66	12,5	19,82	5,86	87,2	3,97	16,77
23/24	16,28	6,97	9,7	19,64	5,05	85,3	3,97	18,67
24/25	15,75	6,13	12,3	19,72	6,18	86,5	3,97	17,47
25/26	16,50	10,51	9,8	19,46	7,13	95,5	3,97	8,47
26/27	14,18	6,92	17,7	25,51	7,21	93,9	3,97	10,07
30/31	15,92	-2,21	16,0	20,03	4,85	72,4	3,97	31,57
Totaal 273,083						Gewogen gemiddelde naar tijd 86,18	3,97	17,79
						Gewogen gemiddelde naar Q 85,60	3,93	18,33
								* t binnen gemeten nabij glas
								** gewogen naar tijd

Tabel 3a Resultaat februari 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h.	t binnen (°C) **	$K^2$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie % ***	Besparing %
7/8	15,75	7,72	9,6	20,25	5,21	68,0	5,18	37,18
8/9	15,75	4,36	8,5	18,00	4,23	73,8	5,18	31,38
9/10	14,25	4,24	8,9	18,21	4,79	72,5	5,18	32,68
10/11	15,25	7,47	9,8	20,85	5,14	73,8	5,18	31,38
11/12	14,75	5,56	11,6	21,87	5,16	71,8	5,18	33,38
12/13	13,375	4,50	8,8	20,09	4,52	76,3	5,18	28,88
13/14	12,75	5,19	7,4	18,89	4,54	77,2	5,18	27,98
14/15	12,75	3,24	9,9	18,72	5,37	74,5	5,18	30,68
15/16	8,25	3,55	5,08	19,03	4,26	78,4	5,18	26,78
16/17	13,00	3,55	9,15	18,96	4,90	73,5	5,18	31,68
17/18	12,75	6,86	9,00	20,98	5,35	69,4	5,18	35,78
18/19	12,50	7,85	9,43	22,22	5,62	70,0	5,18	35,18
19/20	12,75	5,47	9,55	20,74	5,26	71,4	5,18	33,78
20/21	12,50	8,37	7,28	20,98	4,94	71,5	5,18	33,68
21/22	12,25	6,485	9,01	20,77	5,51	68,1	5,18	37,08
22/23	12,00	5,79	8,32	20,84	4,93	74,3	5,18	30,88
23/24	12,75	7,04	8,49	21,00	5,11	74,7	5,18	30,48
24/25	12,25	7,88	7,80	22,36	4,71	73,1	5,18	32,08
25/26	10,125	1,92	8,70	20,23	5,02	71,1	5,18	34,08
26/27	12,00	-1,59	10,08	17,10	4,81	74,2	5,18	30,98
27/28	11,875	-2,16	9,56	14,83	5,07	74,3	5,18	30,88
28/1	11,75	0,11	6,89	13,05	4,85	72,3	5,18	32,88
Totaal	281,375			Gewogen gemiddelde naar tijd		72,81		32,37
				Gewogen gemiddelde naar Q		72,69		32,47

\* t binnen gemeten nabij glas

\*\* gewogen naar tijd

Opm. vanaf 15/16 febr. '77 kW.h in 2 dec.



Tabel 3b Resultaat februari 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kw.h.	t binnen (°C)	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
7/8	15,75	7,72	14,4	20,49	7,66	100,0
8/9	15,75	4,36	11,5	18,00	5,73	100,0
9/10	14,25	4,24	12,1	18,00	6,61	100,0
10/11	15,25	7,47	13,2	20,77	6,97	100,0
11/12	14,75	5,56	16,0	21,71	7,19	100,0
12/13	13,375	4,50	11,6	20,15	5,93	100,0
13/14	12,75	5,19	9,7	19,05	5,87	100,0
14/15	12,75	3,24	13,3	18,73	7,21	100,0
15/16	8,25	3,55	6,50	19,10	5,43	100,0
16/17	13,00	3,55	12,40	18,88	6,66	100,0
17/18	12,75	6,86	12,90	20,91	7,71	100,0
18/19	12,50	7,85	13,15	21,88	8,02	100,0
19/20	12,75	5,47	13,35	20,71	7,36	100,0
20/21	12,50	8,37	10,17	20,98	6,91	100,0
21/22	12,25	6,485	12,51	20,825	7,63	100,0
22/23	12,00	5,79	11,35	21,05	6,64	100,0
23/24	12,75	7,04	11,51	21,17	6,84	100,0
24/25	12,25	7,88	10,60	22,26	6,33	100,0
25/26	10,125	1,92	12,29	20,29	7,07	100,0
26/27	12,00	-1,59	13,53	17,03	6,49	100,0
27/28	11,875	-2,16	12,90	14,88	6,83	100,0
28/1	11,75	0,11	9,37	12,83	6,71	100,0
Totaal	281,375					
				Gewogen gemiddelde naar tijd		100,0
				Gewogen gemiddelde naar Q		100,0

\* t binnen gemeten nabij glas

Opm. vanaf 15/16 febr. '77 kw.h in 2 dec

Tabel 3c Resultaat februari 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h.	t binnen (°C) *	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoeftte %	Correctie % ***	Besparing %
7/8	15,75	7,72	14,8	21,32	7,42	96,8	3,97	7,17
8/9	15,75	4,36	9,6	18,58	4,61	80,3	3,97	23,67
9/10	14,25	4,24	10,7	18,05	5,84	88,4	3,97	15,57
10/11	15,25	7,47	12,6	21,03	6,55	94,0	3,97	9,97
11/12	14,75	5,56	13,6	22,02	6,01	83,7	3,97	20,27
12/13	13,375	4,50	9,3	20,47	4,68	78,8	3,97	25,17
13/14	12,75	5,19	7,8	19,46	4,61	78,4	3,97	25,57
14/15	12,75	3,24	10,0	19,35	5,23	72,6	3,97	31,37
15/16	8,25	3,55	5,50	19,40	4,52	83,3	3,97	20,67
16/17	13,00	3,55	10,20	19,58	5,26	78,9	3,97	25,07
17/18	12,75	6,86	12,22	20,68	7,45	96,7	3,97	7,27
18/19	12,50	7,85	12,40	21,62	7,73	96,4	3,97	7,57
19/20	12,75	5,47	10,95	20,54	6,12	83,1	3,97	20,87
20/21	12,50	8,37	9,00	20,78	6,23	90,2	3,97	13,77
21/22	12,25	6,485	10,18	20,72	6,27	82,2	3,97	21,77
22/23	12,00	5,79	9,64	21,02	5,66	85,3	3,97	18,67
23/24	12,75	7,04	8,89	21,14	5,31	77,7	3,97	26,27
24/25	12,25	7,88	10,04	22,28	6,12	94,9	3,97	9,07
25/26	10,125	1,92	11,33	19,77	6,73	95,2	3,97	8,77
26/27	12,00	-1,59	9,82	16,76	4,79	73,8	3,97	30,17
27/28	11,875	-2,16	8,61	15,13	4,50	65,9	3,97	38,07
28/1	11,75	0,11	6,15	12,85	4,42	65,9	3,97	38,07
Totaal	281,375			Gewogen gemiddelde naar tijd		83,96	3,97	20,01
				Gewogen gemiddelde naar Q		83,99	3,93	19,94

\* t binnen gemeten nabij glas  
\*\* gewogen naar tijd

Opn. vanaf 15/16 febr. '77 kW.h in 2 dec.

Tabel 4a Resultaat maart 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C) *	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie % **	Besparing %
1/2	12,25	4,18	9,05	21,26	4,63	69,7	5,18	35,48
3/4	12,00	8,70	8,48	23,99	4,95	70,9	5,18	34,28
4/5	12,25	6,01	11,32	23,675	5,61	71,3	5,18	33,88
5/6	12,125	5,36	8,67	21,62	4,71	72,5	5,18	32,68
6/7	11,25	5,61	8,71	21,52	5,21	71,0	5,18	34,18
8/9	10,25	6,09	8,99	23,63	5,35	72,6	5,18	32,58
10/11	11,00	9,15	7,14	22,75	5,12	71,1	5,18	34,08
11/12	11,50	6,03	10,40	24,52	5,23	72,0	5,18	33,18
12/13	12,208	5,28	9,49	23,04	4,69	74,8	5,18	30,38
13/14	10,25	7,23	7,79	22,88	5,20	72,2	5,18	32,98
14/15	11,00	5,30	9,41	22,73	5,26	70,6	5,18	34,58
15/16	11,00	9,02	7,63	23,02	5,30	74,5	5,18	30,68
16/17	9,75	11,79	6,29	24,905	5,27	68,2	5,18	36,98
17/18	10,75	7,79	8,02	23,83	5,05	71,5	5,18	33,68
18/19	10,75	6,90	8,25	22,85	5,15	71,7	5,18	33,48
19/20	11,25	2,71	9,67	21,45	4,91	75,9	5,18	29,28
20/21	10,75	6,71	6,85	19,94	5,15	68,5	5,18	36,68
21/22	11,00	6,02	7,31	21,39	4,63	70,9	5,18	34,28
22/23	6,75	5,16	4,87	21,44	4,75	73,0	5,18	32,18
23/24	7,00	9,19	4,34	22,69	4,92	73,1	5,18	32,08
24/25	6,75	8,30	3,81	22,88	4,14	70,6	5,18	34,58
25/26	9,25	3,72	8,49	22,30	5,29	74,5	5,18	30,68
26/27	10,50	6,80	7,49	22,52	4,86	69,3	5,18	35,88
27/28	11,25	1,46	9,03	18,16	5,15	69,5	5,18	35,68
28/29	11,00	-0,425	8,50	14,57	5,51	69,8	5,18	35,38
29/30	11,25	-1,22	8,30	13,60	5,33	71,7	5,18	33,48
30/31	9,75	-1,97	7,98	14,38	5,36	70,5	5,18	34,68
31/1	10,75	5,06	5,37	16,015	4,88	69,5	5,18	35,68
Totaal	295,583			Gewogen gemiddelde naar tijd		71,46		33,72
				Gewogen gemiddelde naar Q		71,51		33,65

\* t binnen gemeten  
nabij glas  
\*\* gewogen naar tijd

Tabel 4b Resultaat maart 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
1/2	12,25	4,18	12,91	21,17	6,64	100,0
3/4	12,00	8,70	11,78	23,73	6,99	100,0
4/5	12,25	6,01	15,71	23,47	7,86	100,0
5/6	12,125	5,36	12,01	21,69	6,50	100,0
6/7	11,25	5,61	12,18	21,42	7,34	100,0
8/9	10,25	6,09	12,14	23,30	7,37	100,0
10/11	11,00	9,15	9,77	22,37	7,20	100,0
11/12	11,50	6,03	14,14	24,14	7,27	100,0
12/13	12,208	5,28	12,35	22,56	6,27	100,0
13/14	10,25	7,23	10,37	22,28	7,20	100,0
14/15	11,00	5,30	13,04	22,36	7,44	100,0
15/16	11,00	9,02	9,98	22,66	7,12	100,0
16/17	9,75	11,79	9,00	24,59	7,72	100,0
17/18	10,75	7,79	11,63	24,40	7,06	100,0
18/19	10,75	6,90	11,24	22,47	7,19	100,0
19/20	11,25	2,71	12,77	21,50	6,47	100,0
20/21	10,75	6,71	9,93	19,85	7,52	100,0
21/22	11,00	6,02	10,67	21,95	6,52	100,0
22/23	6,75	5,16	6,86	21,91	6,50	100,0
23/24	7,00	9,19	6,10	23,06	6,73	100,0
24/25	6,75	8,30	5,50	23,19	5,86	100,0
25/26	9,25	3,72	11,37	22,24	7,11	100,0
26/27	10,50	6,80	10,95	22,72	7,01	100,0
27/28	11,25	1,46	13,16	18,37	7,41	100,0
28/29	11,00	-0,425	11,94	14,30	7,90	100,0
29/30	11,25	-1,22	11,24	13,17	7,43	100,0
31/31	9,75	-1,97	11,28	14,31	7,61	100,0
31/1	10,75	5,06	7,60	15,84	7,02	100,0
Totaal	295,583					
			Gewogen gemiddelde naar tijd			100,0
			Gewogen gemiddelde naar Q			100,0

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 4c Resultaat maart 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie % <sup>***</sup>	Besparing %
1/2	-	4,18	-	-	-	-	-	-
3/4	12,00	8,70	10,47	23,31	6,42	91,8	3,97	12,17
4/5	12,25	6,01	12,25	23,02	6,32	80,3	3,97	23,67
5/6	12,125	5,36	9,16	21,35	5,07	78,0	3,97	25,97
6/7	11,25	5,61	9,06	20,95	5,64	76,9	3,97	27,07
8/9	10,25	6,09	8,75	23,00	5,42	73,5	3,97	30,47
10/11	11,00	9,15	7,67	21,53	6,05	84,0	3,97	19,97
11/12	11,50	6,03	10,43	23,56	5,56	76,5	3,97	27,47
12/13	12,208	5,28	8,93	22,25	4,63	73,8	3,97	30,17
13/14	10,25	7,23	8,58	21,70	6,21	86,3	3,97	17,67
14/15	11,00	5,30	11,17	21,95	6,55	88,0	3,97	15,97
15/16	11,00	9,02	8,63	22,25	6,37	89,5	3,97	14,47
16/17	9,75	11,79	8,05	23,99	7,27	94,1	3,97	9,87
17/18	10,75	7,79	8,10	22,80	5,47	77,4	3,97	26,57
18/19	10,75	6,90	8,97	21,90	5,98	83,2	3,97	20,77
19/20	11,25	2,71	8,70	20,815	4,59	71,0	3,97	32,97
20/21	-	6,71	-	-	-	-	-	-
21/22	11,00	6,02	9,76	21,48	6,16	94,5	3,97	9,47
22/23	6,75	5,16	5,45	21,90	5,19	79,8	3,97	24,17
23/24	7,00	9,19	5,00	22,69	5,69	84,5	3,97	19,47
24/25	6,75	8,30	4,66	22,66	5,16	88,1	3,97	15,87
25/26	9,25	3,72	8,48	22,32	5,29	74,5	3,97	29,47
26/27	10,50	6,80	10,07	22,39	6,61	94,2	3,97	9,77
27/28	11,25	1,46	11,75	17,82	6,86	92,6	3,97	11,37
28/29	11,00	-0,425	9,04	13,89	6,16	78,1	3,97	25,87
29/30	11,25	-1,22	7,63	13,30	5,01	67,4	3,97	36,57
30/31	9,75	-1,97	8,13	14,19	5,55	72,9	3,97	31,07
31/1	10,75	5,06	7,29	15,81	6,78	96,5	3,97	7,47
Totaal	272,583					Gewogen gemiddelde naar tijd 82,48		
						Gewogen gemiddelde naar Q 81,98		

\* t binnen gemeten  
nabij glas  
\*\*\* gewogen naar tijd

Tabel 5a Resultaat april 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie %**	Besparing %
1/2	10,50	7,50	8,96	23,86	5,58	67,8	5,18	37,38
2/3	10,50	3,93	7,55	19,89	4,83	76,4	5,18	28,78
3/4	10,50	2,43	8,97	20,82	4,98	74,6	5,18	30,58
4/5	10,50	2,19	7,82	18,75	4,81	75,0	5,18	30,18
5/6	10,50	6,18	7,30	21,85	4,76	69,6	5,18	35,58
6/7	10,75	2,39	8,41	19,725	4,84	70,6	5,18	34,58
7/8	10,00	0,345	6,97	15,51	4,92	73,3	5,18	31,88
Totaal	73,25							
				Gewogen gemiddelde naar tijd		72,46	5,18	32,72
				Gewogen gemiddelde naar Q		72,29	5,16	32,87

\* t binnen gemeten nabij glas

\*\* gewogen naar tijd

Tabel 5b Resultaat april 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kw.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
1/2	10,50	7,50	13,04	23,66	8,23	100,0
2/3	10,50	3,93	9,88	19,875	6,32	100,0
3/4	10,50	2,43	12,08	20,89	6,68	100,0
4/5	10,50	2,19	10,45	18,80	6,42	100,0
5/6	10,50	6,18	10,37	21,65	6,84	100,0
6/7	10,75	2,39	11,69	19,40	6,85	100,0
7/8	10,00	0,345	9,50	15,51	6,71	100,0

Totaal 73,25

Gewogen gemiddelde naar tijd 100,0  
 Gewogen gemiddelde naar Q 100,0

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 5c Resultaat april 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)**	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie %***	Besparing %
1/2	10,50	7,50	11,23	23,67	7,11	86,3	3,97	17,67
2/3	10,50	3,93	7,31	19,975	4,66	73,8	3,97	30,17
3/4	10,50	2,43	8,95	20,77	4,99	74,7	3,97	29,27
4/5	10,50	2,19	7,89	18,76	4,87	75,9	3,97	28,07
5/6	10,50	6,18	8,94	21,67	5,91	86,4	3,97	17,57
6/7	10,75	2,39	9,88	19,45	5,79	84,6	3,97	19,37
7/8	10,00	0,345	7,12	15,58	5,02	74,9	3,97	29,07
Totaal	73,25							
			Gewogen gemiddelde naar tijd			79,56	3,97	24,41
			Gewogen gemiddelde naar Q			79,81	3,93	24,12

\* t binnen gemeten nabij glas

\*\*\* gewogen naar tijd



Tabel 6a Resultaat oktober 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C) $\bar{x}$	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
3/4	10,558	10,48	11,72	26,20	7,56	106,21	-6,21
4/5	10,558	12,90	10,90	27,40	7,63	104,88	-4,88
5/6	10,558	11,85	10,60	27,36	6,93	106,14	-6,14
6/7	10,558	15,76	10,06	29,655	7,34	106,41	-6,41
7/8	10,558	14,56	10,74	30,78	6,72	105,19	-5,19
10/11	11,075	8,21	12,17	25,07	6,98	104,71	-4,71
11/12	11,075	7,16	13,85	24,65	7,65	105,96	-5,96
12/13	11,075	11,55	9,45	24,36	7,13	104,97	-4,97
13/14	11,075	7,76	11,23	23,22	7,02	105,135	-5,14
14/15	11,075	6,305	11,48	21,905	7,12	104,97	-4,97
18/19	11,575	9,00	9,67	20,15	8,02	105,99	-5,99
19/20	11,575	12,93	10,11	25,30	7,56	106,645	-6,65
20/21	11,575	11,54	12,77	27,36	7,47	105,77	-5,77
21/22	11,575	14,65	11,49	28,67	7,58	106,54	-6,54
24/25	12,083	11,775	13,38	28,375	7,14	105,68	-5,68
25/26	12,083	7,78	12,28	25,23	6,23	104,38	-4,38
26/27	12,083	9,375	9,65	23,44	6,08	106,95	-6,95
27/28	12,083	10,79	9,33	24,525	6,02	106,37	-6,37
28/29	12,083	9,18	12,02	24,12	7,13	105,15	-5,15
31/1	12,325	9,74	15,02	26,13	7,97	105,22	-5,22
Totaal 227,205			Gewogen gemiddelde naar tijd			105,67	-5,67
			Gewogen gemiddelde naar Q			105,63	-5,63

$\bar{x}$  t binnen gemeten nabij glas

Opm. vanaf 3/4 okt. '77 behoefte % in 2 dec.

Tabel 6b Resultaat oktober 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
3/4	10,558	10,48	11,25	26,51	7,12	100,0
4/5	10,558	12,90	10,68	27,79	7,27	100,0
5/6	10,558	11,85	10,27	27,80	6,53	100,0
6/7	10,558	15,76	9,77	30,13	6,90	100,0
7/8	10,558	14,56	10,43	31,14	6,38	100,0
10/11	11,075	8,21	11,89	25,46	6,66	100,0
11/12	11,075	7,16	13,44	25,15	7,22	100,0
12/13	11,075	11,55	9,29	24,78	6,79	100,0
13/14	11,075	7,76	10,96	23,62	6,68	100,0
14/15	11,075	6,305	11,21	22,30	6,78	100,0
18/19	11,575	9,00	9,50	20,615	7,57	100,0
19/20	11,575	12,93	9,83	25,76	7,09	100,0
20/21	11,575	11,54	12,32	27,69	7,06	100,0
21/11	11,575	14,65	11,10	29,085	7,12	100,0
24/25	12,083	11,775	13,01	28,83	6,76	100,0
25/26	12,083	7,78	11,94	25,50	5,97	100,0
26/27	12,083	9,375	9,27	23,81	5,69	100,0
27/28	12,083	10,79	8,99	24,85	5,66	100,0
28/29	12,083	9,18	11,79	24,58	6,78	100,0
31/1	12,325	9,74	14,66	26,56	7,57	100,0
Totaal	227,205					
			Gewogen gemiddelde naar tijd			100,0
			Gewogen gemiddelde naar Q			100,0

\* t binnen gemeten nabij glas

Opm. vanaf 3/4 okt. '77 behoefte % in 2 dec.

Tabel 6c Resultaat oktober 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoeftte %	Correctie %	Besparing %
3/4	10,558	10,48	10,28	26,46	6,55	91,99	3,97	11,98
4/5	10,558	12,90	10,11	28,02	6,80	93,525	3,97	10,45
5/6	10,558	11,85	8,74	27,97	5,51	84,42	3,97	19,55
6/7	10,558	15,76	7,91	30,38	5,50	79,76	3,97	24,21
7/8	10,558	14,56	8,86	31,48	5,33	83,42	3,97	20,55
10/11	11,075	8,21	8,80	25,76	4,86	72,95	3,97	31,02
11/12	11,075	7,16	10,66	25,55	5,62	77,86	3,97	26,11
12/13	11,075	11,55	6,85	24,98	4,94	72,77	3,97	31,20
13/14	11,075	7,76	7,74	23,67	4,72	70,67	3,97	33,30
14/15	11,075	6,305	8,01	22,51	4,79	70,67	3,97	33,30
18/19	11,575	9,00	6,23	19,535	5,49	72,50	3,97	31,47
19/20	11,575	12,93	7,82	26,01	5,55	78,26	3,97	25,71
20/21	11,575	11,54	9,42	27,81	5,37	76,11	3,97	27,86
21/22	11,575	14,65	9,00	29,205	5,74	80,64	3,97	23,33
24/25	12,083	11,775	10,28	28,775	5,37	79,52	3,97	24,45
25/26	12,083	7,78	9,35	25,62	4,66	78,09	3,97	25,88
26/27	12,083	9,375	7,87	23,62	4,91	86,30	3,97	17,67
27/28	12,083	10,79	7,20	24,69	4,61	81,31	3,97	22,66
28/29	12,083	9,18	8,92	24,44	5,20	76,67	3,97	27,30
31/1	12,325	9,74	12,05	26,38	6,32	83,41	3,97	20,56
Totaal	227,205		Gewogen gemiddelde naar tijd			79,48	3,97	24,49
			Gewogen gemiddelde naar Q			79,52	3,93	24,41

\* t binnen gemeten nabij glas

\*\* gewogen naar tijd

Opm.vanaf 3/4 okt.'77 behoefte % in 2 dec.

Tabel 7a Resultaat november 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C) †	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
1/2	12,325	7,64	14,65	23,91	7,83	105,32	-5,32
2/3	12,325	11,66	12,27	25,20	7,87	104,15	-4,15
3/4	12,325	9,61	14,15	24,94	8,02	104,70	-4,70
7/8	12,817	11,32	15,08	26,18	8,48	106,42	-6,42
8/9	12,817	11,28	13,69	26,27	7,63	104,375	-4,38
9/10	12,817	14,235	13,53	28,26	8,06	104,68	-4,68
10/11	12,817	12,11	15,62	28,06	8,18	105,95	-5,95
11/12	12,817	13,38	14,70	27,40	8,76	105,61	-5,61
14/15	13,075	7,42	15,47	21,57	8,96	104,48	-4,48
15/16	13,075	5,54	13,95	19,81	8,00	103,77	-3,77
16/17	13,075	3,49	11,78	18,885	6,27	103,95	-3,95
17/18	13,075	3,40	12,70	18,785	6,76	103,94	-3,94
18/19	13,075	3,17	13,02	18,07	7,15	102,84	-2,84
21/22	13,575	2,08	13,68	16,82	7,32	103,54	-3,54
22/23	13,575	4,68	11,79	18,05	6,95	104,36	-4,36
23/24	13,575	7,28	14,31	21,03	8,21	104,44	-4,44
24/25	13,575	5,78	13,24	18,92	7,95	104,43	-4,43
28/29	14,075	-1,62	11,27	12,76	5,97	104,91	-4,91
29/30	14,075	0,44	12,44	17,02	5,71	105,59	-5,59
30/1	14,075	2,73	10,26	17,09	5,43	105,42	-5,42
Totaal 262,96						Gewogen gemiddelde naar tijd 104,64	-4,64
						Gewogen gemiddelde naar Q 104,66	-4,66

† t binnen gemeten nabij glas

Tabel 7b Resultaat november 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kw.h	t binnen (°C)‡	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
1/2	12,325	7,64	14,14	24,17	7,43	100,0
2/3	12,325	11,66	12,03	25,48	7,56	100,0
3/4	12,325	9,61	13,85	25,32	7,66	100,0
7/8	12,817	11,32	14,36	26,38	7,97	100,0
8/9	12,817	11,28	13,57	26,79	7,31	100,0
9/10	12,817	14,235	13,31	28,67	7,70	100,0
10/11	12,817	12,11	15,10	28,445	7,72	100,0
11/12	12,817	13,38	14,17	27,66	8,29	100,0
14/15	13,075	7,42	15,12	21,86	8,57	100,0
15/16	13,075	5,54	13,88	20,28	7,71	100,0
16/17	13,075	3,49	11,64	19,30	6,03	100,0
17/18	13,075	3,40	12,63	19,32	6,50	100,0
18/19	13,075	3,17	13,03	18,51	6,95	100,0
21/22	13,575	2,08	13,62	17,275	7,07	100,0
22/23	13,575	4,68	11,75	18,58	6,66	100,0
23/24	13,575	7,28	13,99	21,33	7,86	100,0
24/25	13,575	5,78	13,12	19,36	7,62	100,0
28/29	14,075	-1,62	11,15	13,30	5,69	100,0
29/30	14,075	0,44	12,14	17,51	5,41	100,0
31/1	14,075	2,73	10,08	17,62	5,15	100,0
Totaal	262,96		Gewogen gemiddelde naar tijd			100,0
			Gewogen gemiddelde naar Q			100,0

‡ t binnen gemeten nabij glas

Tabel 7c Resultaat november 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie **%	Besparing %
1/2	12,325	7,64	11,93	23,915	6,38	85,915	3,97	18,06
2/3	12,325	11,66	11,54	25,40	7,32	96,85	3,97	7,12
3/4	12,325	9,61	11,57	25,44	6,37	83,16	3,97	20,81
7/8	12,817	11,32	12,70	26,32	7,09	89,05	3,97	14,92
8/9	12,817	11,28	11,93	26,44	6,59	90,215	3,97	13,76
9/10	12,817	14,235	12,71	28,38	7,54	97,885	3,97	6,09
10/11	12,817	12,11	12,36	28,35	6,38	82,605	3,97	21,37
11/12	12,817	13,38	12,68	27,31	7,63	92,01	3,97	11,96
14/15	13,075	7,42	14,18	21,685	8,16	95,25	3,97	8,72
15/16	13,075	5,54	13,30	20,12	7,50	97,21	3,97	6,76
16/17	13,075	3,49	10,23	19,16	5,36	88,91	3,97	15,06
17/18	13,075	3,40	10,37	19,43	5,31	81,75	3,97	22,22
18/19	13,075	3,17	10,92	18,43	5,88	84,615	3,97	19,36
21/22	13,575	2,08	12,98	17,16	6,82	96,38	3,97	7,59
22/23	13,575	4,68	10,20	18,63	5,79	86,82	3,97	17,15
23/24	13,575	7,28	12,97	21,035	7,47	94,97	3,97	9,00
24/25	13,575	5,78	12,49	18,89	7,54	98,93	3,97	5,04
28/29	14,075	-1,62	8,36	13,20	4,30	75,665	3,97	28,31
29/30	14,075	0,44	10,64	17,04	4,90	90,54	3,97	13,43
30/1	14,075	2,73	8,77	17,46	4,55	88,26	3,97	15,71
Totaal 262,96				Gewogen gemiddelde naar tijd	89,83		3,97	14,14
				Gewogen gemiddelde naar Q	89,995		3,93	13,94

\* t binnen gemeten nabij glas  
\*\* gewogen naar tijd

Tabel 8a Resultaat december 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
1/2	14,075	0,51	13,99	16,91	6,49	104,49	-4,49
2/3	14,075	-1,19	14,00	14,60	6,75	104,505	-4,51
5/6	14,075	-2,30	13,35	11,39	7,42	104,42	-4,42
6/7	14,075	-1,75	13,24	12,59	7,02	105,59	-5,59
7/8	14,075	7,40	11,89	19,17	7,69	107,305	-7,31
8/9	14,075	5,01	16,94	23,075	7,13	105,87	-5,87
12/13	14,325	8,32	12,60	22,29	6,75	105,455	-5,46
13/14	14,325	8,13	11,23	21,34	6,35	106,64	-6,64
14/15	14,325	7,58	12,11	22,34	6,13	104,15	-4,15
19/20	14,325	5,55	10,17	19,18	5,58	106,43	-6,43
20/21	14,325	1,45	14,72	15,59	7,78	105,52	-5,52
21/22	14,325	3,08	11,80	15,16	7,30	107,17	-7,17
22/23	14,325	6,94	16,04	23,075	7,43	106,15	-6,15
27/28	14,325	3,55	15,71	18,68	7,76	104,64	-4,64
28/29	14,325	4,73	10,25	15,24	7,29	102,62	-2,62
29/30	14,325	6,00	13,93	18,94	8,05	104,22	-4,22
Totaal 227,700						Gewogen gemiddelde naar tijd 105,32	-5,32
						Gewogen gemiddelde naar Q 105,30	-5,30

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 8b Resultaat december 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
1/2	14,075	0,51	13,83	17,45	6,21	100,0
2/3	14,075	-1,19	13,85	15,14	6,45	100,0
5/6	14,075	-2,30	14,05	12,75	7,11	100,0
6/7	14,075	-1,75	13,09	13,21	6,65	100,0
7/8	14,075	7,40	11,52	19,63	7,16	100,0
8/9	14,075	5,01	16,19	23,30	6,73	100,0
12/13	14,325	8,32	12,28	22,67	6,40	100,0
13/14	14,325	8,13	10,88	21,78	5,95	100,0
14/15	14,325	7,58	11,87	22,67	5,88	100,0
19/20	14,325	5,55	9,80	19,52	5,25	100,0
20/21	14,325	1,45	14,43	16,08	7,37	100,0
21/22	14,325	3,08	11,25	15,42	6,82	100,0
22/23	14,325	6,94	15,36	23,34	7,00	100,0
27/28	14,325	3,55	15,33	19,01	7,41	100,0
28/29	14,325	4,73	10,29	15,56	7,11	100,0
29/30	14,325	6,00	13,65	19,205	7,72	100,0
Totaal	227,700					
				Gewogen gemiddelde naar tijd		100,0
				Gewogen gemiddelde naar Q		100,0

\* t binnen gemeten nabij glas



Tabel 8c Resultaat december 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie %***	Besparing %
1/2	14,075	0,51	11,22	17,07	5,18	83,33	3,97	20,64
2/3	14,075	-1,19	9,71	15,19	4,52	70,09	3,97	33,88
5/6	14,075	-2,30	9,96	11,81	5,38	75,78	3,97	28,19
6/7	14,075	-1,75	12,94	12,93	6,73	101,14	3,97	2,83
7/8	14,075	7,40	10,54	19,465	6,66	93,02	3,97	10,95
8/9	14,075	5,01	12,92	23,575	5,31	78,93	3,97	25,04
12/13	14,325	8,32	10,66	22,71	5,56	86,91	3,97	17,06
13/14	14,325	8,13	9,87	21,74	5,44	91,41	3,97	12,56
14/15	14,325	7,58	10,60	22,57	5,30	90,12	3,97	13,85
19/20	14,325	5,55	8,52	19,53	4,57	87,14	3,97	16,83
20/21	14,325	1,45	10,61	16,47	5,30	71,845	3,97	32,13
21/22	14,325	3,08	9,97	15,49	6,02	88,40	3,97	15,57
22/23	14,325	6,94	13,42	23,49	6,08	86,88	3,97	17,09
27/28	14,325	3,55	15,28	19,02	7,41	99,92	3,97	4,05
28/29	14,325	4,73	9,07	15,41	6,37	89,69	3,97	14,28
29/30	14,325	6,00	13,10	19,055	7,52	97,44	3,97	6,53
Totaal 227,700			Gewogen gemiddelde naar tijd			87,02	3,97	16,95
			Gewogen gemiddelde naar Q			86,66	3,93	17,27

\* t binnen gemeten nabij glas  
 \*\*\* gewogen naar tijd

Tabel 9a Resultaat januari 1978, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
9/10	14,075	4,95	13,86	18,83	7,59	103,98	-3,98
10/11	14,075	5,125	13,89	17,92	8,26	105,81	-5,81
11/12	14,075	3,17	13,91	17,79	7,23	103,15	-3,15
12/13	14,075	1,77	13,97	16,875	7,04	105,585	-5,59
13/14	14,075	0,96	10,69	15,11	5,75	103,78	-3,78
16/17	13,825	2,97	12,35	16,98	6,83	106,34	-6,34
17/18	13,825	4,32	11,45	19,07	6,01	104,66	-4,66
18/19	13,825	-0,23	15,17	16,78	6,91	105,13	-5,13
19/20	13,825	2,50	12,05	15,81	7,01	105,24	-5,24
20/21	13,825	2,69	12,03	17,13	6,45	105,51	-5,51
21/22	13,825	2,11	13,30	16,83	7,00	105,06	-5,06
22/23	13,825	1,66	13,31	16,83	6,79	103,73	-3,73
23/24	13,325	3,61	14,00	17,73	7,97	105,06	-5,06
24/25	13,325	5,10	14,69	20,03	7,91	105,59	-5,59
25/26	13,325	2,89	13,58	18,04	7,20	103,86	-3,86
26/27	13,325	2,30	14,75	17,84	7,63	103,63	-3,63
27/28	13,325	4,44	13,22	17,87	7,91	106,08	-6,08
28/29	13,325	4,24	14,27	18,83	7,86	105,79	-5,79
29/30	13,325	3,55	11,93	19,07	6,18	104,84	-4,84
30/31	13,075	1,01	14,79	17,82	7,21	104,20	-4,20
Totaal	273,500						
				Gewogen gemiddelde naar tijd		104,85	-4,85
				Gewogen gemiddelde naar Q		104,84	-4,84

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 9b Resultaat januari 1978, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
9/10	14,075	4,95	13,71	19,24	7,30	100,0
10/11	14,075	5,125	13,30	18,09	7,80	100,0
11/12	14,075	3,17	13,95	18,30	7,01	100,0
12/13	14,075	1,77	13,56	17,25	6,66	100,0
13/14	14,075	0,96	10,56	15,46	5,54	100,0
16/17	13,825	2,97	12,00	17,45	6,42	100,0
17/18	13,825	4,32	11,28	19,53	5,75	100,0
18/19	13,825	-0,23	14,78	17,18	6,57	100,0
19/20	13,825	2,50	11,87	16,29	6,66	100,0
20/21	13,825	2,69	11,77	17,59	6,12	100,0
21/11	13,825	2,11	13,04	17,275	6,66	100,0
22/23	13,825	1,66	13,16	17,24	6,55	100,0
23/24	13,325	3,61	13,70	18,12	7,58	100,0
24/25	13,325	5,10	14,28	20,42	7,49	100,0
25/26	13,325	2,89	13,36	18,39	6,93	100,0
26/27	13,325	2,30	14,54	18,17	7,36	100,0
27/28	13,325	4,44	12,79	18,22	7,45	100,0
28/29	13,325	4,24	13,77	19,14	7,43	100,0
29/30	13,325	3,55	11,67	19,47	5,89	100,0
30/31	13,075	1,01	14,68	18,385	6,92	100,0
Totaal	273,500					
				Gewogen gemiddelde naar tijd		100,0
				Gewogen gemiddelde naar Q		100,0

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 9c Resultaat januari 1978, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie %***	Besparing %
9/10	14,075	4,95	12,62	19,22	6,75	92,36	3,97	11,61
10/11	14,075	5,125	13,02	18,13	7,64	97,91	3,97	6,06
11/12	14,075	3,17	14,20	18,21	7,21	102,82	3,97	1,15
12/13	14,075	1,77	12,98	17,34	6,36	95,46	3,97	8,51
13/14	14,075	0,96	9,57	15,59	4,99	90,13	3,97	13,84
16/17	13,825	2,97	10,31	17,505	5,51	85,87	3,97	18,10
17/18	13,825	4,32	9,20	19,49	4,71	81,98	3,97	21,99
18/19	13,825	-0,23	11,24	17,36	4,97	75,575	3,97	28,40
19/20	13,825	2,50	10,95	16,28	6,18	92,67	3,97	11,30
20/21	13,825	2,69	9,65	17,44	5,08	83,08	3,97	20,89
21/22	13,825	2,11	10,95	17,31	5,59	83,94	3,97	20,03
22/23	13,825	1,66	11,59	17,20	5,79	88,455	3,97	15,52
23/24	13,325	3,61	13,55	18,03	7,57	99,85	3,97	4,12
24/25	13,325	5,10	13,96	20,50	7,30	97,52	3,97	6,45
25/26	13,325	2,89	11,40	18,325	5,95	85,91	3,97	18,06
26/27	13,325	2,30	12,63	18,23	6,40	86,89	3,97	17,08
27/28	13,325	4,44	11,30	18,29	6,58	88,30	3,97	15,67
28/29	13,325	4,24	12,04	19,285	6,45	86,85	3,97	17,12
29/30	13,325	3,55	10,59	19,41	5,38	91,41	3,97	12,56
30/31	13,075	1,01	11,28	18,44	5,31	76,81	3,97	27,16
Totaal	273,500			Gewogen gemiddelde naar tijd		89,23	3,97	14,74
				Gewogen gemiddelde naar Q		89,20	3,93	14,73

\* t binnen gemeten nabij glas  
 \*\*\* gewogen naar tijd

Tabel 10a Resultaat februari 1978, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .k))	Behoefte %	Besparing %
1/2	13,075	0,815	13,80	15,64	7,62	104,13	-4,13
2/3	13,075	1,23	11,85	16,07	6,54	102,37	-2,37
6/7	12,825	3,18	10,73	17,02	4,47	104,065	-4,07
7/8	12,825	-3,02	14,43	14,34	6,59	104,61	-4,61
8/9	12,825	-3,24	11,40	10,59	6,16	106,75	-6,75
13/14	12,325	-0,19	7,41	9,76	6,47	104,71	-4,71
14/15	12,325	-5,35	13,71	14,48	6,01	104,77	-4,77
15/16	12,325	-3,85	10,20	10,55	6,15	105,38	-5,38
16/17	12,325	-6,53	13,08	10,33	6,75	104,79	-4,79
17/18	12,325	-7,41	11,87	9,57	6,07	105,24	-5,24
20/21	11,825	-5,04	10,69	7,58	7,68	103,125	-3,13
21/22	11,825	2,81	7,53	14,31	5,93	105,81	-5,81
22/23	11,825	4,12	11,69	20,07	6,64	105,94	-5,94
23/24	11,825	7,52	11,63	21,11	7,75	106,22	-6,22
24/25	11,825	7,73	12,67	23,93	7,08	106,84	-6,84
27/28	11,325	6,22	12,93	23,83	6,94	105,48	-5,48
28/1	11,325	7,62	13,89	24,005	8,01	104,71	-4,71
Totaal 208,025				Gewogen gemiddelde naar tijd		104,98	-4,98
				Gewogen gemiddelde naar Q		104,97	-4,97

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 10b Resultaat februari 1978, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
1/2	13,075	0,815	13,86	16,32	7,32	100,0
2/3	13,075	1,23	11,95	16,57	6,38	100,0
6/7	12,825	3,18	10,46	17,44	4,29	100,0
7/8	12,825	-3,02	14,18	14,86	6,30	100,0
8/9	12,825	-3,24	11,30	11,16	5,77	100,0
13/14	12,325	-0,19	7,33	10,12	6,18	100,0
14/15	12,325	-5,35	13,49	15,08	5,73	100,0
15/16	12,325	-3,85	9,94	10,93	5,84	100,0
16/17	12,325	-6,53	12,84	10,80	6,44	100,0
17/18	12,325	-7,41	11,66	10,14	5,77	100,0
20/21	11,825	-5,04	10,64	7,90	7,44	100,0
21/22	11,825	2,81	7,32	14,64	5,61	100,0
22/23	11,825	4,12	11,34	20,49	6,27	100,0
23/24	11,825	7,52	11,30	21,56	7,29	100,0
24/25	11,825	7,73	12,10	24,25	6,63	100,0
27/28	11,325	6,22	12,57	24,29	6,58	100,0
28/1	11,325	7,62	13,50	24,29	7,65	100,0
Totaal 208,025				Gewogen gemiddelde naar tijd		100,0
				Gewogen gemiddelde naar Q		100,0

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 10c Resultaat februari 1978, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kw.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
1/2	13,075	0,815	14,57	16,47	7,65	104,45	-4,45
2/3	13,075	1,23	12,99	16,62	6,93	108,56	-8,56
6/7	12,825	3,18	10,73	17,49	4,54	105,69	-5,69
7/8	12,825	-3,02	14,84	15,32	6,45	102,40	-2,40
8/9	12,825	-3,24	11,64	11,31	5,99	103,83	-3,83
13/14	12,325	-0,19	7,74	10,34	6,41	103,77	-3,77
14/15	12,325	-5,35	14,13	15,34	5,95	103,85	-3,85
15/16	12,325	-3,85	10,40	11,24	6,01	102,89	-2,89
16/17	12,325	-6,53	13,35	11,03	6,63	102,98	-2,98
17/18	12,325	-7,41	12,11	10,14	6,01	104,23	-4,23
20/21	11,825	-5,04	10,87	7,965	7,59	102,03	-2,03
21/22	11,825	2,81	7,91	14,95	5,92	105,60	-5,60
22/23	11,825	4,12	12,01	21,04	6,45	102,88	-2,88
23/24	11,825	7,52	12,06	21,94	7,59	104,15	-4,15
24/25	11,825	7,73	12,74	24,89	6,75	101,75	-1,75
27/28	11,325	6,22	13,37	24,64	6,88	104,59	-4,59
28/1	11,325	7,62	14,05	24,80	7,76	101,37	-1,37
Totaal 208,025			Gewogen gemiddelde naar tijd			103,86	-3,86
			Gewogen gemiddelde naar Q			103,76	-3,76

\* t binnen gemeten nabij glas

Tabel 11a Resultaat maart 1978, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
2/3	11,325	8,19	12,15	23,50	7,50	100,0
3/4	11,325	1,89	12,53	21,51	6,04	100,0
6/7	10,825	-0,38	10,65	15,94	6,45	100,0
7/8	10,825	4,64	8,60	18,31	6,22	100,0
8/9	10,825	4,74	12,74	21,465	7,54	100,0
9/10	10,825	6,76	6,78	17,875	6,04	100,0
10/11	10,825	8,71	7,55	21,98	5,63	100,0
13/14	10,325	7,56	9,38	20,52	7,50	100,0
14/15	10,325	7,42	9,56	20,55	7,55	100,0
15/16	10,325	7,07	10,38	21,39	7,51	100,0
16/17	10,325	2,58	10,23	18,15	6,82	100,0
17/18	10,325	0,42	10,01	15,275	6,99	100,0
20/21	10,075	3,875	9,63	20,52	6,15	100,0
21/22	10,075	2,33	9,12	17,315	6,47	100,0
22/23	10,075	6,98	10,52	21,54	7,68	100,0
28/29	9,575	9,62	8,88	22,62	7,64	100,0
29/30	9,575	7,12	10,16	25,50	6,19	100,0
30/31	9,575	6,97	8,14	21,88	6,11	100,0
31/1	9,575	6,42	9,00	19,46	7,72	100,0
Totaal	196,925				Gewogen gemiddelde naar tijd Gewogen gemiddelde naar Q	100,0 100,0

\* t binnen gemeten nabij glas



Tabel 11b Resultaat maart 1978, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kw.h	t binnen (°C) <sup>±</sup>	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
2/3	11,325	8,19	12,80	23,91	7,72	102,95	-2,95
3/4	11,325	1,89	13,24	21,90	6,28	104,05	-4,05
6/7	10,825	-0,38	11,17	16,29	6,65	103,06	-3,06
7/8	10,825	4,64	9,18	18,84	6,42	103,18	-3,18
8/9	10,825	4,74	13,63	21,58	7,99	106,02	-6,02
9/10	10,825	6,76	7,14	18,15	6,22	103,08	-3,08
10/11	10,825	8,71	8,16	22,55	5,85	103,93	-3,93
13/14	10,325	7,56	10,03	21,00	7,77	103,57	-3,57
14/15	10,325	7,42	10,30	20,95	7,92	104,93	-4,93
15/16	10,325	7,07	11,10	21,85	7,82	104,025	-4,03
16/17	10,325	2,58	10,88	18,465	7,13	104,61	-4,61
17/18	10,325	0,42	10,50	15,56	7,22	103,245	-3,25
20/21	10,075	3,875	10,38	20,86	6,51	105,86	-5,86
21/22	10,075	2,33	9,73	17,52	6,83	105,58	-5,58
22/23	10,075	6,98	11,18	21,88	8,00	104,24	-4,24
28/29	9,575	9,62	9,49	23,07	7,92	103,65	-3,65
29/30	9,575	7,12	10,70	25,95	6,37	103,01	-3,01
30/31	9,575	6,97	8,82	22,21	6,49	106,29	-6,29
31/1	9,575	6,42	9,48	19,86	7,91	102,485	-2,49
Totaal	196,925					Gewogen gemiddelde naar tijd 104,08	-4,08
						Gewogen gemiddelde naar Q 104,11	-4,11

± t binnen gemeten nabij glas

Tabel 12a Resultaat oktober 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C) <sup>*</sup>	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoeftte %	Besparing %
3/4	10,558	10,48	11,72	24,56	8,44	104,76	-4,76
4/5	10,558	12,90	10,90	25,83	8,55	102,94	-2,94
5/6	10,558	11,85	10,60	25,67	7,78	105,52	-5,52
6/7	10,558	15,76	10,06	28,07	8,29	105,32	-5,32
7/8	10,558	14,56	10,74	29,15	7,47	104,39	-4,39
10/11	11,075	8,21	12,17	23,375	7,76	103,73	-3,73
11/12	11,075	7,16	13,85	22,84	8,54	105,01	-5,01
12/13	11,075	11,55	9,45	23,07	7,93	103,02	-3,02
13/14	11,075	7,76	11,23	21,64	7,83	103,86	-3,86
14/15	11,075	6,305	11,48	20,25	7,95	103,95	-3,95
18/19	11,575	9,00	9,67	18,76	9,25	105,225	-5,23
19/20	11,575	12,93	10,11	23,92	8,51	104,87	-4,87
20/21	11,575	11,54	12,77	25,595	8,41	104,935	-4,94
21/22	11,575	14,65	11,49	27,09	8,55	105,00	-5,00
24/25	12,083	11,775	13,38	26,625	7,99	104,41	-4,41
25/26	12,083	7,78	12,28	23,74	6,82	102,81	-2,81
26/27	12,083	9,375	9,65	22,17	6,69	105,70	-5,70
27/28	12,083	10,79	9,33	23,27	6,63	104,97	-4,97
28/29	12,083	9,18	12,02	22,75	7,85	102,58	-2,58
31/1	12,325	9,74	15,02	24,37	8,92	103,30	-3,30
Totaal 227,205			Gewogen gemiddelde naar tijd			104,31	-4,31
			Gewogen gemiddelde naar Q			104,27	-4,27

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 12b Resultaat oktober 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
3/4	10,558	10,48	11,25	24,635	8,06	100,0
4/5	10,558	12,90	10,68	25,95	8,30	100,0
5/6	10,558	11,85	10,27	25,97	7,37	100,0
6/7	10,558	15,76	9,77	28,34	7,87	100,0
7/8	10,558	14,56	10,43	29,35	7,15	100,0
10/11	11,075	8,21	11,89	23,58	7,48	100,0
11/12	11,075	7,16	13,44	23,14	8,13	100,0
12/13	11,075	11,55	9,29	23,22	7,70	100,0
13/14	11,075	7,76	10,96	21,83	7,54	100,0
14/15	11,075	6,305	11,21	20,46	7,65	100,0
18/19	11,575	9,00	9,50	19,00	8,79	100,0
19/20	11,575	12,93	9,83	24,14	8,12	100,0
20/21	11,575	11,54	12,32	25,76	8,01	100,0
21/22	11,575	14,65	11,10	27,27	8,14	100,0
24/25	12,083	11,775	13,01	26,84	7,65	100,0
25/26	12,083	7,78	11,94	23,75	6,63	100,0
26/27	12,083	9,375	9,27	22,35	6,33	100,0
27/28	12,083	10,79	8,99	23,40	6,32	100,0
28/29	12,083	9,18	11,79	22,84	7,65	100,0
31/1	12,325	9,74	14,66	24,49	8,64	100,0
Totaal	227,205				Gewogen gemiddelde naar tijd Gewogen gemiddelde naar Q	100,0 100,0

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 12c Resultaat oktober 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoeft %	Correctie %%	Besparing %
3/4	10,558	10,48	10,28	24,77	7,32	90,765	3,79	13,03
4/5	10,558	12,90	10,11	26,22	7,72	93,00	3,79	10,79
5/6	10,558	11,85	8,74	26,30	6,15	83,44	3,79	20,35
6/7	10,558	15,76	7,91	28,81	6,16	78,29	3,79	25,50
7/8	10,558	14,56	8,86	29,84	5,90	82,44	3,79	21,35
10/11	11,075	8,21	8,80	24,21	5,34	71,38	3,79	32,41
11/12	11,075	7,16	10,66	23,92	6,17	75,89	3,79	27,90
12/13	11,075	11,55	6,85	23,73	5,45	70,85	3,79	32,94
13/14	11,075	7,76	7,74	22,34	5,15	68,36	3,79	35,43
14/15	11,075	6,305	8,01	21,08	5,26	68,69	3,79	35,10
18/19	11,575	9,00	6,23	18,38	6,16	70,11	3,79	33,68
19/20	11,575	12,93	7,82	24,64	6,20	76,36	3,79	27,43
20/21	11,575	11,54	9,42	26,155	5,98	74,60	3,79	29,19
21/22	11,575	14,65	9,00	27,61	6,44	79,14	3,79	24,65
24/25	12,083	11,775	10,28	27,125	5,95	77,81	3,79	25,98
25/26	12,083	7,78	9,35	24,19	5,07	76,49	3,79	27,30
26/27	12,083	9,375	7,87	22,37	5,38	85,11	3,79	18,68
27/28	12,083	10,79	7,20	23,50	5,04	79,74	3,79	24,05
28/29	12,083	9,18	8,92	23,07	5,71	74,62	3,79	29,17
31/1	12,325	9,74	12,05	24,69	7,02	81,35	3,79	22,44
Totaal	227,205		Gewogen gemiddelde naar tijd			77,85	3,79	25,94
			Gewogen gemiddelde naar Q			77,89	3,78	25,89

\* t binnen gemeten op halve hoogte  
 \*\* gewogen naar tijd

Tabel 13a Resultaat november 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
1/2	12,325	7,64	14,65	22,22	8,73	104,02	-4,02
2/3	12,325	11,66	12,27	23,70	8,85	102,15	-2,15
3/4	12,325	9,61	14,15	23,285	8,99	102,79	-2,79
7/8	12,817	11,32	15,08	24,58	9,50	103,81	-3,81
8/9	12,817	11,28	13,69	24,71	8,51	102,235	-2,24
9/10	12,817	14,235	13,53	26,68	9,08	102,36	-2,36
10/11	12,817	12,11	15,62	26,26	9,22	103,93	-3,93
11/12	12,817	13,38	14,70	25,70	9,97	103,50	-3,50
14/15	13,075	7,42	15,47	19,83	10,21	103,05	-3,05
15/16	13,075	5,54	13,95	18,23	9,00	101,98	-1,98
16/17	13,075	3,49	11,78	17,425	6,92	102,23	-2,23
17/18	13,075	3,40	12,70	17,25	7,51	103,69	-3,69
18/19	13,075	3,17	13,02	16,42	8,05	102,22	-2,22
21/22	13,575	2,08	13,68	15,31	8,16	101,30	-1,30
22/23	13,575	4,68	11,79	16,67	7,76	102,77	-2,77
23/24	13,575	7,28	14,31	19,48	9,25	101,40	-1,40
24/25	13,575	5,78	13,24	17,48	8,93	101,72	-1,72
28/29	14,075	-1,62	11,27	11,30	6,64	104,01	-4,01
29/30	14,075	0,44	12,44	15,58	6,25	104,37	-4,37
30/1	14,075	2,73	10,26	15,84	5,95	103,64	-3,64
Totaal	262,96			Gewogen gemiddelde naar tijd		102,86	-2,86
				Gewogen gemiddelde naar Q		102,85	-2,85

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 13b Resultaat november 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kw.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
1/2	12,325	7,64	14,14	22,28	8,40	100,0
2/3	12,325	11,66	12,03	23,73	8,66	100,0
3/4	12,325	9,61	13,85	23,37	8,75	100,0
7/8	12,817	11,32	14,36	24,435	9,15	100,0
8/9	12,817	11,28	13,57	24,90	8,33	100,0
9/10	12,817	14,235	13,31	26,77	8,87	100,0
10/11	12,817	12,11	15,10	26,32	8,87	100,0
11/12	12,817	13,38	14,17	25,67	9,63	100,0
14/15	13,075	7,42	15,12	19,92	9,91	100,0
15/16	13,075	5,54	13,88	18,42	8,83	100,0
16/17	13,075	3,49	11,64	17,58	6,77	100,0
17/18	13,075	3,40	12,63	17,68	7,25	100,0
18/19	13,075	3,17	13,03	16,72	7,87	100,0
21/22	13,575	2,08	13,62	15,42	8,06	100,0
22/23	13,575	4,68	11,75	16,97	7,55	100,0
23/24	13,575	7,28	13,99	19,39	9,12	100,0
24/25	13,575	5,78	13,12	17,57	8,78	100,0
28/29	14,075	-1,62	11,15	11,67	6,38	100,0
29/30	14,075	0,44	12,14	15,85	5,99	100,0
30/1	14,075	2,73	10,08	16,08	5,75	100,0
Totaal	262,96					
			Gewogen gemiddelde naar tijd			100,0
			Gewogen gemiddelde naar Q			100,0

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 13c Resultaat november 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoeft %	Correctie **	Besparing %
1/2	12,325	7,64	11,93	22,24	7,12	84,765	3,79	19,03
2/3	12,325	11,66	11,54	23,84	8,26	95,30	3,79	8,49
3/4	12,325	9,61	11,57	23,77	7,12	81,38	3,79	22,41
7/8	12,817	11,32	12,70	24,54	8,05	87,93	3,79	15,86
8/9	12,817	11,28	11,93	24,79	7,40	88,83	3,79	14,96
9/10	12,817	14,235	12,71	26,64	8,58	96,72	3,79	7,07
10/11	12,817	12,11	12,36	26,62	7,14	80,47	3,79	23,32
11/12	12,817	13,38	12,68	25,54	8,74	90,76	3,79	13,03
14/15	13,075	7,42	14,18	19,85	9,37	94,60	3,79	9,19
15/16	13,075	5,54	13,30	18,32	8,55	96,84	3,79	6,95
16/17	13,075	3,49	10,23	17,76	5,89	87,03	3,79	16,76
17/18	13,075	3,40	10,37	17,99	5,84	80,58	3,79	23,21
18/19	13,075	3,17	10,92	16,875	6,55	83,16	3,79	20,63
21/22	13,575	2,08	12,98	15,44	7,69	95,38	3,79	8,41
22/23	13,575	4,68	10,20	17,19	6,45	85,52	3,79	18,27
23/24	13,575	7,28	12,97	19,30	8,54	93,62	3,79	10,17
24/25	13,575	5,78	12,49	17,30	8,58	97,75	3,79	6,04
28/29	14,075	-1,62	8,36	11,94	4,71	73,77	3,79	30,02
29/30	14,075	0,44	10,64	15,65	5,34	89,13	3,79	14,66
30/1	14,075	2,73	8,77	16,20	4,97	86,44	3,79	17,35
Totaal 262,96			Gewogen gemiddelde naar tijd			88,48	3,79	15,31
			Gewogen gemiddelde naar Q			88,66	3,78	15,12

\* t binnen gemeten op halve hoogte  
\*\* gewogen naar tijd

Tabel 14a Resultaat december 1977, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
1/2	14,075	0,51	13,99	15,34	7,18	103,18	-3,18
2/3	14,075	-1,19	14,00	13,015	7,50	103,70	-3,70
5/6	14,075	-2,30	13,35	9,765	8,42	103,87	-3,87
6/7	14,075	-1,75	13,24	11,07	7,86	104,00	-4,00
7/8	14,075	7,40	11,89	17,825	8,68	105,82	-5,82
8/9	14,075	5,01	16,94	21,27	7,93	105,17	-5,17
12/13	14,325	8,32	12,60	20,92	7,48	103,71	-3,71
13/14	14,325	8,13	11,23	19,93	7,12	104,795	-4,80
14/15	14,325	7,58	12,11	21,00	6,75	102,84	-2,84
19/20	14,325	5,55	10,17	17,92	6,15	106,12	-6,12
20/21	14,325	1,45	14,72	14,07	8,72	103,59	-3,59
21/22	14,325	3,08	11,80	13,845	8,20	105,70	-5,70
22/23	14,325	6,94	16,04	21,49	8,25	105,35	-5,35
27/28	14,325	3,55	15,71	17,07	8,69	103,03	-3,03
28/29	14,325	4,73	10,25	14,05	8,22	100,57	-0,57
29/30	14,325	6,00	13,93	17,49	9,06	102,50	-2,50
Totaal 227,700				Gewogen gemiddelde naar tijd		103,99	-3,99
				Gewogen gemiddelde naar Q		103,99	-3,99

\* t binnen gemeten op halve hoogte



Tabel 14b Resultaat december 1977, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
1/2	14,075	0,51	13,83	15,64	6,95	100,0
2/3	14,075	-1,19	13,85	13,37	7,23	100,0
5/6	14,075	-2,30	14,05	10,89	8,11	100,0
6/7	14,075	-1,75	13,09	11,43	7,56	100,0
7/8	14,075	7,40	11,52	18,09	8,20	100,0
8/9	14,075	5,01	16,19	21,36	7,54	100,0
12/13	14,325	8,32	12,28	21,06	7,21	100,0
13/14	14,325	8,13	10,88	20,11	6,79	100,0
14/15	14,325	7,58	11,87	21,10	6,56	100,0
19/20	14,325	5,55	9,80	18,19	5,79	100,0
20/21	14,325	1,45	14,43	14,26	8,42	100,0
21/22	14,325	3,08	11,25	13,92	7,76	100,0
22/23	14,325	6,94	15,36	21,61	7,83	100,0
27/28	14,325	3,55	15,33	17,14	8,43	100,0
28/29	14,325	4,73	10,29	14,135	8,18	100,0
29/30	14,325	6,00	13,65	17,54	8,48	100,0

Totaal 227,700

Gewogen gemiddelde naar tijd 100,0  
 Gewogen gemiddelde naar Q 100,0

\* t binnen gemeten bij halve hoogte

Tabel 14c Resultaat december 1977, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie %**	Besparing %
1/2	14,075	0,51	11,22	15,625	5,66	81,44	3,79	22,35
2/3	14,075	-1,19	9,71	13,88	4,92	68,01	3,79	35,78
5/6	14,075	-2,30	9,96	10,46	5,95	73,46	3,79	30,33
6/7	14,075	-1,75	12,94	11,225	7,61	100,69	3,79	3,10
7/8	14,075	7,40	10,54	18,02	7,57	92,34	3,79	11,45
8/9	14,075	5,01	12,92	21,86	5,85	77,62	3,79	26,17
12/13	14,325	8,32	10,66	21,30	6,16	85,48	3,79	18,31
13/14	14,325	8,13	9,87	20,39	6,04	88,87	3,79	14,92
14/15	14,325	7,58	10,60	21,19	5,84	89,01	3,79	14,78
19/20	14,325	5,55	8,52	18,35	4,99	86,145	3,79	17,65
20/21	14,325	1,45	10,61	15,06	5,85	69,475	3,79	34,32
21/22	14,325	3,08	9,97	14,13	6,77	87,26	3,79	16,53
22/23	14,325	6,94	13,42	21,82	6,77	86,48	3,79	17,31
27/28	14,325	3,55	15,28	17,21	8,39	99,45	3,79	4,34
28/29	14,325	4,73	9,07	14,12	7,25	88,62	3,79	15,17
29/30	14,325	6,00	13,10	17,555	8,50	96,18	3,79	7,61
Totaal 227,700			Gewogen gemiddelde naar tijd			85,68	3,79	18,11
			Gewogen gemiddelde naar Q			85,32	3,78	18,46

\* t binnen gemeten op halve hoogte

\*\* Gewogen naar tijd

Tabel 15a Resultaat januari 1978, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C) <sup>‡</sup>	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoeftte %	Besparing %
9/10	14,075	4,95	13,86	17,31	8,54	102,80	-2,80
10/11	14,075	5,125	13,89	16,47	9,32	104,16	-4,16
11/12	14,075	3,17	13,91	16,31	8,05	100,80	-0,80
12/13	14,075	1,77	13,97	15,36	7,82	103,94	-3,94
13/14	14,075	0,96	10,69	13,85	6,31	102,55	-2,55
16/17	13,825	2,97	12,35	15,52	7,62	105,14	-5,14
17/18	13,825	4,32	11,45	17,74	6,61	103,46	-3,64
18/19	13,825	-0,23	15,17	15,055	7,69	104,26	-4,26
19/20	13,825	2,50	12,05	14,385	7,85	103,85	-3,85
20/21	13,825	2,69	12,03	15,67	7,18	103,87	-3,87
21/22	13,825	2,11	13,30	15,33	7,79	104,04	-4,04
22/23	13,825	1,66	13,31	15,32	7,55	103,67	-3,67
23/24	13,325	3,61	14,00	16,21	8,93	103,23	-3,23
24/25	13,325	5,10	14,69	18,405	8,87	103,81	-3,81
25/26	13,325	2,89	13,58	16,47	8,04	102,22	-2,22
26/27	13,325	2,30	14,75	16,18	8,54	102,09	-2,09
27/28	13,325	4,44	13,22	16,35	8,92	104,64	-4,64
28/29	13,325	4,24	14,27	17,17	8,87	104,38	-4,38
29/30	13,325	3,55	11,93	17,56	6,84	103,89	-3,89
30/31	13,075	1,01	14,79	16,18	7,99	102,385	-2,385
Totaal 273,500			Gewogen gemiddelde naar tijd			103,46	-3,46
			Gewogen gemiddelde naar Q			103,44	-3,44

‡ t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 15b Resultaat januari 1978, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	KW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
9/10	14,075	4,95	13,71	17,51	8,30	100,0
10/11	14,075	5,125	13,30	16,44	8,94	100,0
11/12	14,075	3,17	13,95	16,46	7,99	100,0
12/13	14,075	1,77	13,56	15,48	7,52	100,0
13/14	14,075	0,96	10,56	14,01	6,15	100,0
16/17	13,825	2,97	12,00	15,79	7,25	100,0
17/18	13,825	4,32	11,28	18,01	6,38	100,0
18/19	13,825	-0,23	14,78	15,30	7,37	100,0
19/20	13,825	2,50	11,87	14,66	7,56	100,0
20/21	13,825	2,69	11,77	15,89	6,91	100,0
21/22	13,825	2,11	13,04	15,59	7,49	100,0
22/23	13,825	1,66	13,16	15,665	7,28	100,0
23/24	13,325	3,61	13,70	16,33	8,65	100,0
24/25	13,325	5,10	14,28	18,53	8,55	100,0
25/26	13,324	2,89	13,36	16,54	7,86	100,0
26/27	13,325	2,30	14,54	16,275	8,36	100,0
27/28	13,325	4,44	12,79	16,49	8,52	100,0
28/29	13,325	4,24	13,77	17,26	8,50	100,0
29/30	13,325	3,55	11,67	17,805	6,58	100,0
30/31	13,075	1,01	14,68	16,41	7,80	100,0
Totaal 273,500			Gewogen gemiddelde naar tijd			100,0
			Gewogen gemiddelde naar Q			100,0

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 15c Resultaat januari 1978, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)**	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Correctie % ***	Besparing %
9/10	14,075	4,95	12,62	17,61	7,61	91,60	3,79	12,19
10/11	14,075	5,125	13,02	16,46	8,77	98,05	3,79	5,74
12/12	14,075	3,17	14,20	16,47	8,15	102,04	3,79	1,75
12/13	14,075	1,77	12,98	15,77	7,08	94,05	3,79	9,74
13/14	14,075	0,96	9,57	14,18	5,52	89,79	3,79	14,00
16/17	13,825	2,97	10,31	16,10	6,11	84,27	3,79	19,52
17/18	13,825	4,32	9,20	18,26	5,13	80,33	3,79	23,46
18/19	13,825	-0,23	11,24	15,84	5,43	73,66	3,79	30,13
19/20	13,825	2,50	10,95	14,77	6,93	91,69	3,79	12,10
20/21	13,825	2,69	9,65	16,17	5,56	80,47	3,79	23,32
21/22	13,825	2,11	10,95	15,855	6,19	82,61	3,79	21,18
22/23	13,825	1,66	11,59	15,80	6,37	87,54	3,79	16,25
23/24	13,325	3,61	13,55	16,31	8,61	99,46	3,79	4,33
24/25	13,325	5,10	13,96	18,60	8,34	97,55	3,79	6,24
25/26	13,325	2,89	11,40	16,77	6,62	84,17	3,79	19,62
26/27	13,325	2,30	12,63	16,70	7,07	84,56	3,79	19,23
27/28	13,325	4,44	11,30	16,73	7,41	86,90	3,79	16,89
28/29	13,325	4,24	12,04	17,67	7,23	85,02	3,79	18,77
29/30	13,325	3,55	10,59	17,93	5,94	90,19	3,79	13,60
30/31	13,075	1,01	11,28	16,82	5,86	75,11	3,79	28,68
Totaal	273,500					Gewogen gemiddelde naar tijd	3,79	15,79
						Gewogen gemiddelde naar Q	3,78	15,82

\* t binnen gemeten op halve hoogte  
 \*\*\* gewogen naar tijd

Tabel 16a Resultaat februari 1978, compartiment oost.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
1/2	13,075	0,815	13,80	13,91	8,63	102,345	-2,35
2/3	13,075	1,23	11,85	14,53	7,29	100,885	-0,89
6/7	12,825	3,18	10,73	15,66	4,95	102,65	-2,65
7/8	12,825	-3,02	14,43	12,54	7,36	103,77	-3,77
8/9	12,825	-3,24	11,40	9,09	6,91	105,13	-5,13
13/14	12,325	-0,19	7,41	8,77	7,19	101,55	-1,15
14/15	12,325	-5,35	13,71	12,69	6,61	103,65	-3,65
15/16	12,325	-3,85	10,20	9,11	6,84	104,07	-4,07
16/17	12,325	-6,53	13,08	8,57	7,52	103,355	-3,36
17/18	12,325	-7,41	11,87	7,95	6,71	103,405	-3,41
20/21	11,825	-5,04	10,69	5,94	8,82	102,43	-2,43
21/22	11,825	2,81	7,53	13,15	6,59	104,42	-4,42
22/23	11,825	4,12	11,69	18,37	7,43	105,36	-5,36
23/24	11,825	7,52	11,63	19,495	8,79	104,71	-4,71
24/25	11,825	7,73	12,67	22,27	7,89	106,18	-6,18
27/28	11,325	6,22	12,93	22,02	7,73	104,72	-4,72
28/1	11,325	7,62	13,89	22,30	8,94	103,92	-3,92
Totaal 208,025						Gewogen gemiddelde naar tijd 103,62	-3,62
						Gewogen gemiddelde naar Q 103,69	-3,69

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 16b Resultaat februari 1978, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
1/2	13,075	0,815	13,86	14,28	8,43	100,0
2/3	13,075	1,23	11,95	14,77	7,23	100,0
6/7	12,825	3,18	10,46	15,85	4,83	100,0
7/8	12,825	-3,02	14,18	12,86	7,09	100,0
8/9	12,825	-3,24	11,30	9,39	6,57	100,0
13/14	12,325	-0,19	7,73	8,775	7,11	100,0
14/15	12,325	-5,35	13,49	13,03	6,37	100,0
15/16	12,325	-3,85	9,94	9,29	6,57	100,0
16/17	12,325	-6,53	12,84	8,80	7,28	100,0
17/18	12,325	-7,41	11,66	8,21	6,49	100,0
20/21	11,825	-5,04	10,64	6,15	8,61	100,0
21/22	11,825	2,81	7,32	13,31	6,32	100,0
22/23	11,825	4,12	11,34	18,68	7,05	100,0
23/24	11,825	7,52	11,30	19,70	8,40	100,0
24/25	11,825	7,73	12,10	22,47	7,43	100,0
27/28	11,325	6,22	12,57	22,31	7,39	100,0
28/1	11,325	7,62	13,50	22,45	8,61	100,0
Totaal 208,025			Gewogen gemiddelde naar tijd		Gewogen gemiddelde naar tijd	100,0
			Gewogen gemiddelde naar Q		Gewogen gemiddelde naar Q	100,0

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 16c Resultaat februari 1978, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoeftte %	Besparing %
1/2	13,075	0,815	14,57	14,47	8,77	104,00	-4,00
2/3	13,075	1,23	12,99	14,83	7,85	108,61	-8,61
6/7	12,825	3,18	10,73	15,86	5,12	106,02	-6,02
7/8	12,825	-3,02	14,84	13,27	7,27	102,46	-2,46
8/9	12,825	-3,24	11,64	9,595	6,79	103,36	-3,36
13/14	12,325	-0,19	7,74	9,07	7,29	102,54	-2,54
14/15	12,325	-5,35	14,13	13,415	6,56	102,92	-2,92
15/16	12,325	-3,85	10,40	9,57	6,76	102,83	-2,83
16/17	12,325	-6,53	13,35	9,03	7,48	102,72	-2,72
17/18	12,325	-7,41	12,11	8,415	6,67	102,78	-2,78
20/21	11,825	-5,04	10,87	6,24	8,76	101,76	-1,76
21/22	11,825	2,81	7,91	13,59	6,66	105,525	-5,53
22/23	11,825	4,12	12,01	19,17	7,25	102,72	-2,72
23/24	11,825	7,52	12,06	20,09	8,72	103,81	-3,81
24/25	11,825	7,73	12,74	23,00	7,58	102,03	-2,03
27/28	11,325	6,22	13,37	22,59	7,75	104,88	-4,88
28/1	11,325	7,62	14,05	22,82	8,77	101,89	-1,89
Totaal 208,025						Gewogen gemiddelde naar tijd 103,61	-3,61
						Gewogen gemiddelde naar Q 103,54	-3,54

\* t binnen gemeten op halve hoogte



Tabel 17a Resultaat maart 1978, compartiment midden.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %
2/3	11,325	8,19	12,15	21,65	8,54	100,0
3/4	11,325	1,89	12,53	19,60	6,69	100,0
6/7	10,825	-0,38	10,65	14,15	7,25	100,0
7/8	10,825	4,64	8,60	16,775	7,01	100,0
8/9	10,825	4,74	12,74	19,40	8,59	100,0
9/10	10,825	6,76	6,78	16,49	6,90	100,0
10/11	10,825	8,71	7,55	20,50	6,34	100,0
13/14	10,325	7,56	9,38	18,80	8,65	100,0
14/15	10,325	7,42	9,56	18,79	8,72	100,0
15/16	10,325	7,07	10,38	19,47	8,68	100,0
16/17	10,325	2,58	10,23	16,33	7,72	100,0
17/18	10,325	0,42	10,01	13,48	7,95	100,0
20/21	10,075	3,875	9,63	18,70	6,91	100,0
21/22	10,075	2,33	9,12	15,68	7,26	100,0
22/23	10,075	6,98	10,52	19,63	8,84	100,0
28/29	9,575	9,62	8,88	20,83	8,86	100,0
29/30	9,575	7,12	10,16	23,65	6,87	100,0
30/31	9,575	6,97	8,14	20,18	6,90	100,0
31/1	9,575	6,42	9,00	17,69	8,93	100,0
Totaal	196,925			Gewogen gemiddelde naar tijd		100,0
				Gewogen gemiddelde naar Q		100,0

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 17b Resultaat maart 1978, compartiment west.

Datum	Gemeten tijd (h)	t buiten (°C)	kW.h	t binnen (°C)*	K (W/(m <sup>2</sup> .K))	Behoefte %	Besparing %
2/3	11,325	8,19	12,80	22,00	8,79	103,00	-3,00
3/4	11,325	1,89	13,24	19,82	7,00	104,70	-4,70
6/7	10,825	-0,38	11,17	14,46	7,47	102,97	-2,97
7/8	10,825	4,64	9,18	17,16	7,28	103,81	-3,81
8/9	10,825	4,74	13,63	19,64	9,08	105,68	-5,68
9/10	10,825	6,76	7,14	16,75	7,09	102,87	-2,87
10/11	10,825	8,71	8,16	21,17	6,50	102,57	-2,57
13/14	10,325	7,56	10,03	19,215	8,96	103,495	-3,50
14/15	10,325	7,42	10,30	19,12	9,16	105,07	-5,07
15/16	10,325	7,07	11,10	19,90	9,00	103,68	-3,68
16/17	10,325	2,58	10,88	16,62	8,06	104,45	-4,45
17/18	10,325	0,42	10,50	13,69	8,23	103,58	-3,58
20/21	10,075	3,875	10,38	19,04	7,30	105,72	-5,72
21/22	10,075	2,33	9,73	15,80	7,70	106,09	-6,09
22/23	10,075	6,98	11,18	20,01	9,15	103,55	-3,55
28/29	9,575	9,62	9,49	21,32	9,10	102,69	-2,69
29/30	9,575	7,12	10,70	24,04	7,09	103,215	-3,22
30/31	9,575	6,97	8,82	20,46	7,34	106,41	-6,41
31/1	9,575	6,42	9,48	18,05	9,14	102,34	-2,34
Totaal 196,925							
				Gewogen gemiddelde naar tijd		103,99	-3,99
				Gewogen gemiddelde naar Q		104,03	-4,03

\* t binnen gemeten op halve hoogte

Tabel 18 Samenvatting van de resultaten voor compartiment oost (binnentemperaturen gemeten nabij het glas).

Periode	Glassoort	A		B		C		D		E		F		A+E		B+F		C+E		D+E	
		Gem.besp. %	weegfactor	Besp. %	hoogste	Besp. %	laagste	Besp. %	laagste	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor
		tijd	Q	%	Q	%	Q	%	Q	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor	weegfactor
jan. 1977	dubbelglas	29,0	29,2	33,6	25,0	+5,2	+5,2	+5,2	+5,2	34,2	34,4	38,8	30,2								
febr. 1977	dubbelglas	27,2	27,3	32,0	21,6	+5,2	+5,2	+5,2	+5,2	32,4	32,5	37,2	26,8								
maart 1977	dubbelglas	28,5	28,5	31,8	24,1	+5,2	+5,2	+5,2	+5,2	33,7	33,7	37,0	29,3								
april 1977	dubbelglas	27,5	27,7	32,2	23,6	+5,2	+5,2	+5,2	+5,2	32,7	32,9	37,4	28,8								
jan. '77	t/m																				
april 1977	dubbelglas	28,2	28,3	33,6	21,6	+5,2	+5,2	+5,2	+5,2	33,4	33,5	38,8	26,8								
okt. 1977	enkelglas	-5,7	-5,6																		
nov. 1977	enkelglas	-4,6	-4,7																		
dec. 1977	enkelglas	-5,3	-5,3																		
okt. '77	t/m																				
dec. 1977	enkelglas	-5,2	-5,2																		
jan. 1978	enkelglas+																				
febr. 1978	enkelglas+	-4,8	-4,8																		
okt. 1978	enkelglas+	-5,0	-5,0																		
jan. '78	t/m																				
febr. 1978	enkelglas+	-4,9	-4,9																		
okt. 1978	enkelglas+	-4,9	-4,9																		



Tabel 20 Samenvatting van de resultaten voor compartiment oost (binnentemperaturen gemeten op halve hoogte).

Periode	Glassoort	Gem. besp. %		weefactor tijd	Q
		A	B		
jan. 1977					
febr. 1977					
maart 1977					
april 1977					
jan. '77 t/m april '77					
okt. 1977	enkelglas	-4,3	-4,3		-4,3
nov. 1977	enkelglas	-2,9	-2,9		-2,9
dec. 1977	enkelglas	-4,0	-4,0		-4,0
okt. '77 t/m dec. '77	enkelglas	-3,7	-3,7		-3,6
jan. 1978	enkelglas+				
	hoekcomp.	-3,5	-3,4		-3,4
febr. 1978	enkelglas+				
	hoekcomp.	-3,6	-3,7		-3,7
jan. '78 t/m febr. '78	enkelglas+				
	hoekcomp.	-3,5	-3,5		-3,5



Tabel 22 Gegevens voor de berekening van  $\alpha_{ci}$  en  $\alpha_{cu}$  (gemeten op 15/16 februari 1977).

tijd(h)	23-24	24-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	totaal 23-7
<u>enkelglas</u>									
energieverbruik(kW.h)	0,80	0,68	0,78	0,80	0,80	0,83	0,81	0,81	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	19,35	19,3	19,1	19,05	19,3	19,05	19,35	19,05	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	3,6	3,8	3,9	3,7	3,6	3,5	3,3	3,4	
temp. hemel ( $^{\circ}$ C)	1,1	1,23	0,82	0,73	1,02	-2,96	-2,13	2,62	
temp. grond ( $^{\circ}$ C)	15,2	15,2	15,3	15,2	15,2	15,1	15,0	15,0	
temp. glas ( $^{\circ}$ C)	11,05	11,6	11,45	11,0	11,15	10,35	10,7	11,0	
windsnelheid op 6 m hoogte (m/s)	-	0,7	1,1	1,2	1,5	1,05	1,0	1,1	
convectie,binnen $\alpha_{ci}$ ( $W/m^2.K$ )	4,9	4,4	5,3	5,0	5,0	4,6	4,7	5,2	4,9
convectie,buiten $\alpha_{cu}$ ( $W/m^2.K$ )	5,0	3,0	4,3	4,9	4,8	4,0	3,7	5,8	4,4
<u>gecoat glas</u>									
energieverbruik(kW.h)	0,60	0,65	0,63	0,67	0,70	0,70	0,70	0,71	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	19,55	19,5	19,4	19,4	19,65	19,35	19,65	19,2	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	3,6	3,8	3,9	3,7	3,6	3,5	3,3	3,4	
temp. hemel ( $^{\circ}$ C)	1,1	1,23	0,82	0,73	1,02	-2,96	-2,13	2,62	
temp. grond ( $^{\circ}$ C)	15,7	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,6	15,5	
temp. glas ( $^{\circ}$ C)	13,55	13,6	13,3	12,8	12,9	12,1	12,75	12,6	
windsnelheid op 6 m hoogte (m/s)	-	0,7	1,1	1,2	1,5	1,05	1,0	1,1	
convectie,binnen $\alpha_{ci}$ ( $W/m^2.K$ )	5,7	6,3	5,7	5,4	5,7	4,8	5,6	5,9	5,6
convectie,buiten $\alpha_{cu}$ ( $W/m^2.K$ )	4,3	4,8	4,8	5,5	5,7	5,7	5,2	6,1	5,3
<u>dubbelglas</u>									
energieverbruik(kW.h)	0,50	0,55	0,55	0,60	0,62	0,63	0,65	0,62	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	19,1	19,15	19,0	19,1	19,2	19,2	19,2	18,9	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	3,6	3,8	3,9	3,7	3,6	3,5	3,3	3,4	
temp. hemel ( $^{\circ}$ C)	1,1	1,23	0,82	0,73	1,02	-2,96	-2,13	2,62	
temp. grond ( $^{\circ}$ C)	16,2	16,2	16,2	16,2	16,1	16,0	16,0	16,0	
temp.glas,binnen ( $^{\circ}$ C)	13,45	14,05	13,9	13,65	13,55	13,5	13,1	13,55	
temp.glas,buiten ( $^{\circ}$ C)	7,25	8,3	8,0	7,5	7,4	7,05	6,65	7,5	
windsnelheid op 6 m hoogte (m/s)	-	0,7	1,1	1,2	1,5	1,05	1,0	1,1	
convectie,binnen $\alpha_{ci}$ ( $W/m^2.K$ )	4,3	6,0	5,9	5,9	6,0	6,1	5,7	6,4	5,8
convectie,buiten $\alpha_{cu}$ ( $W/m^2.K$ )	6,6	5,5	6,0	8,2	9,1	6,2	8,6	9,9	7,5

Tabel 23 Gegevens voor de berekening van  $\alpha_{ci}$  en  $\alpha_{cu}$  (gemeten op 8/9 maart 1977).

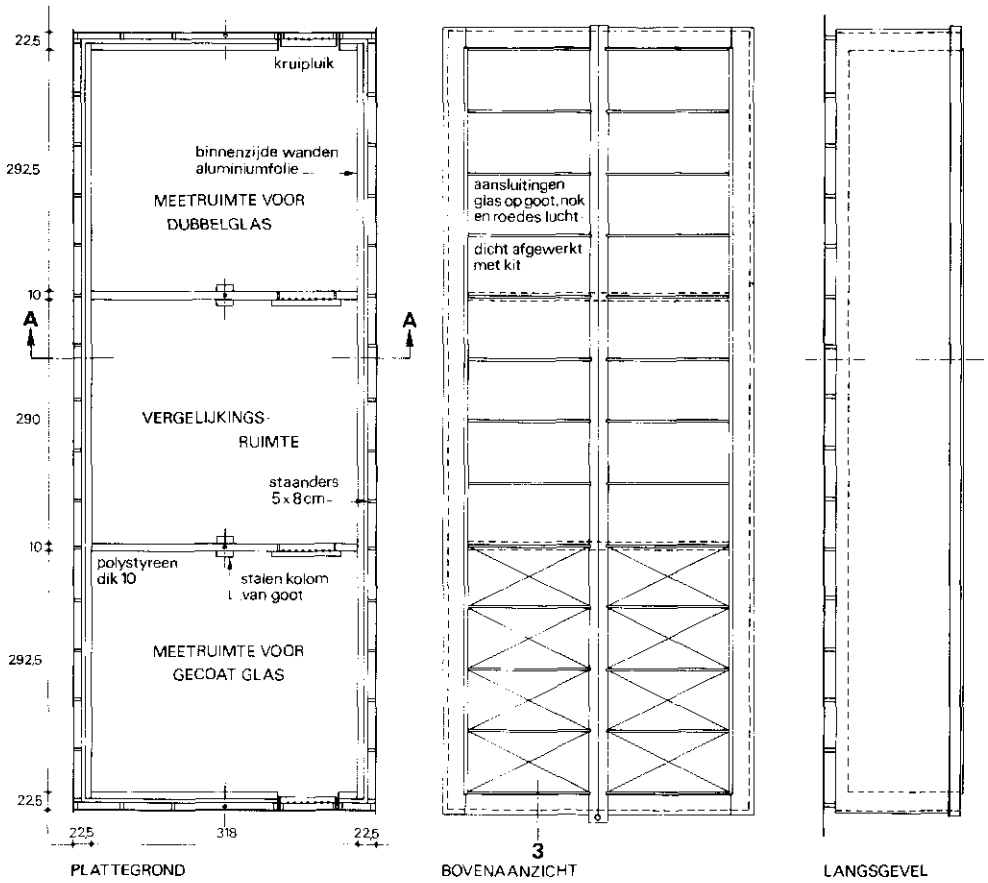
tijd(h)	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	totaal 0-6
<u>enkelglas</u>							
energieverbruik(kW.h)	1,2	1,21	1,26	1,23	1,25	1,25	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	23,25	23,1	23,2	23,15	23,25	23,15	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	6,3	5,7	5,3	5,1	4,5	4,6	
temp. hemel ( $^{\circ}$ C)	-10,95	-11,45	-12,26	-12,04	-11,28	-10,73	
temp. grond ( $^{\circ}$ C)	18,2	18,1	18,0	17,8	17,7	17,8	
temp. glas ( $^{\circ}$ C)	11,55	11,25	10,95	10,8	11,2	10,9	
windsnelheid op 6m hoogte (m/s)	1,0	1,4	1,2	1,35	1,5	1,75	
convectie,binnen $\alpha_{ci}$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	5,0	4,9	5,0	4,8	5,2	5,0	5,0
convectie,buiten $\alpha_{cu}$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	5,7	5,5	6,0	5,7	5,3	6,1	5,7
<u>gecoat glas</u>							
energieverbruik(kW.h)	0,86	0,86	0,91	0,92	0,91	0,93	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	23,1	23,05	22,95	23,1	23,2	23,1	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	6,3	5,7	5,3	5,1	4,5	4,6	
temp. hemel ( $^{\circ}$ C)	-10,95	-11,45	-12,26	-12,04	-11,28	-10,73	
temp. grond ( $^{\circ}$ C)	19,2	18,9	18,7	18,5	18,4	18,3	
temp. glas ( $^{\circ}$ C)	15,05	15,0	14,45	14,35	14,75	14,7	
windsnelheid op 6m hoogte (m/s)	1,0	1,4	1,2	1,35	1,5	1,75	
convectie,binnen $\alpha_{ci}$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	5,5	5,6	5,6	5,5	5,9	6,1	5,7
convectie,buiten $\alpha_{cu}$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	5,9	5,5	6,1	6,2	5,5	5,9	5,9
<u>dubbelglas</u>							
energieverbruik(kW.h)	0,87	0,89	0,94	0,91	0,93	0,94	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	23,55	23,55	23,55	23,55	23,55	23,45	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	6,3	5,7	5,3	5,1	4,5	4,6	
temp. hemel ( $^{\circ}$ C)	-10,95	-11,45	-12,26	-12,04	-11,28	-10,73	
temp. grond ( $^{\circ}$ C)	20,0	19,8	19,6	19,4	19,4	19,3	
temp.glas,binnen ( $^{\circ}$ C)	15,75	15,6	15,35	15,3	15,4	15,2	
temp.glas,buiten ( $^{\circ}$ C)	6,7	6,2	5,85	5,75	6,0	5,6	
windsnelheid op 6m hoogte (m/s)	1,0	1,4	1,2	1,35	1,5	1,75	
convectie,binnen $\alpha_{ci}$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	5,7	5,8	6,0	5,8	6,1	6,1	5,9
convectie,buiten $\alpha_{cu}$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	46,0	41,4	44,2	34,6	17,3	30,5	35,7



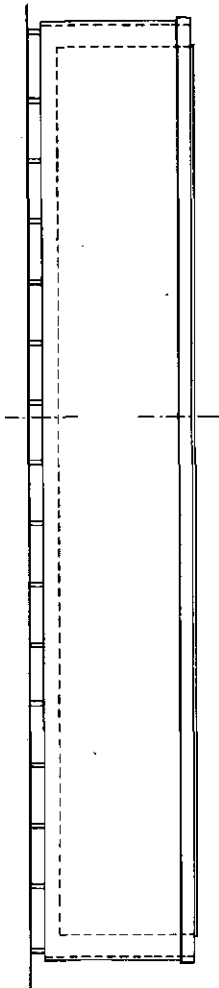
Tabel 24 Gegevens voor de berekening van  $\alpha_{ci}$  en  $\alpha_{cu}$  (gemeten op 24/25 maart 1977).

tijd(h)	23.15	0.22-	1.20-	4.48-	totaal
	0.22	1.20	4.48	6.02	23.15-6.02
<u>enkelglas</u>					
energieverbruik(kW.h)	0,809	0,779	0,811	0,851	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	23,0	23,15	23,35	23,3	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	8,6	8,6	8,4	7,9	
temp.hemel( $^{\circ}$ C)	6,3	5,3	5,0	4,0	
temp.grond( $^{\circ}$ C)	18,7	18,8	19,0	18,9	
temp.glas( $^{\circ}$ C)	14,4	14,85	14,8	14,25	
windsnelheid op 6m hoogte (m/s)	2,45	1,6	1,7	2,0	
convectie,binnen					
$\alpha_{ci}$ (W(m <sup>2</sup> .K))	4,6	4,7	4,7	4,6	4,7
convectie,buiten					
$\alpha_{cu}$ (W(m <sup>2</sup> .K))	7,6	5,6	5,8	6,2	6,3
<u>gecoat glas</u>					
energieverbruik(kW.h)	0,747	0,633	0,678	0,714	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	22,85	22,85	22,65	22,65	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	8,6	8,6	8,4	7,9	
temp.hemel( $^{\circ}$ C)	6,3	5,3	5,0	4,0	
temp.grond( $^{\circ}$ C)	20,5	20,0	19,4	18,9	
temp.glas( $^{\circ}$ C)	15,05	16,05	15,65	15,25	
windsnelheid op 6m hoogte (m/s)	2,45	1,6	1,7	2,0	
convectie,binnen					
$\alpha_{ci}$ (W(m <sup>2</sup> .K))	3,9	4,2	4,7	4,8	4,4
convectie,buiten					
$\alpha_{cu}$ (W(m <sup>2</sup> .K))	9,5	6,3	7,1	7,4	7,6
<u>dubbelglas</u>					
energieverbruik(kW.h)	0,542	0,529	0,56	0,616	
temp.lucht,binnen( $^{\circ}$ C)	22,65	22,9	22,9	22,95	
temp.lucht,buiten( $^{\circ}$ C)	8,6	8,6	8,4	7,9	
temp.hemel( $^{\circ}$ C)	6,3	5,3	5,0	4,0	
temp.grond( $^{\circ}$ C)	20,7	20,4	20,0	19,8	
temp.glas,binnen( $^{\circ}$ C)	17,45	17,55	17,45	17,15	
temp.glas,buiten( $^{\circ}$ C)	11,8	12,0	11,7	11,05	
windsnelheid op 6m hoogte (m/s)	2,45	1,6	1,7	2,0	
convectie,binnen					
$\alpha_{ci}$ (W(m <sup>2</sup> .K))	4,8	4,8	5,4	5,6	5,2
convectie,buiten					
$\alpha_{cu}$ (W(m <sup>2</sup> .K))	9,2	6,8	8,0	9,7	8,4

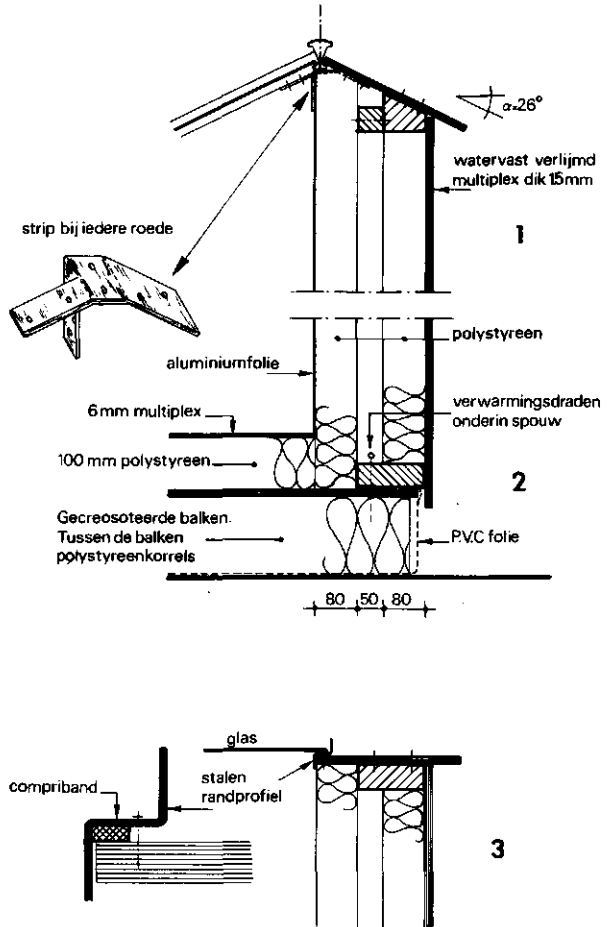
Bijlage 2



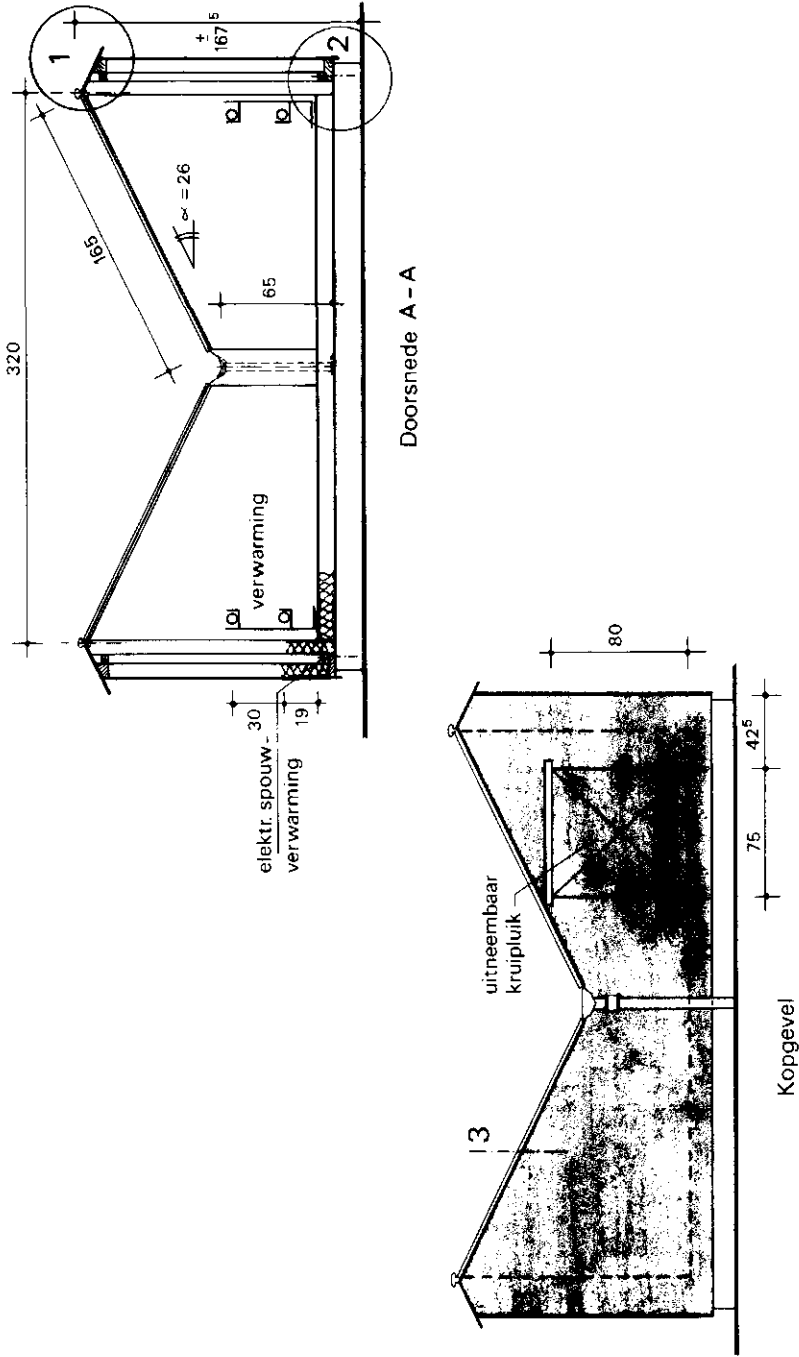
Afb. 1 Plattegrond, bovenaanzicht(dek) en zijaanzicht (langsgevel) van de meetkas.



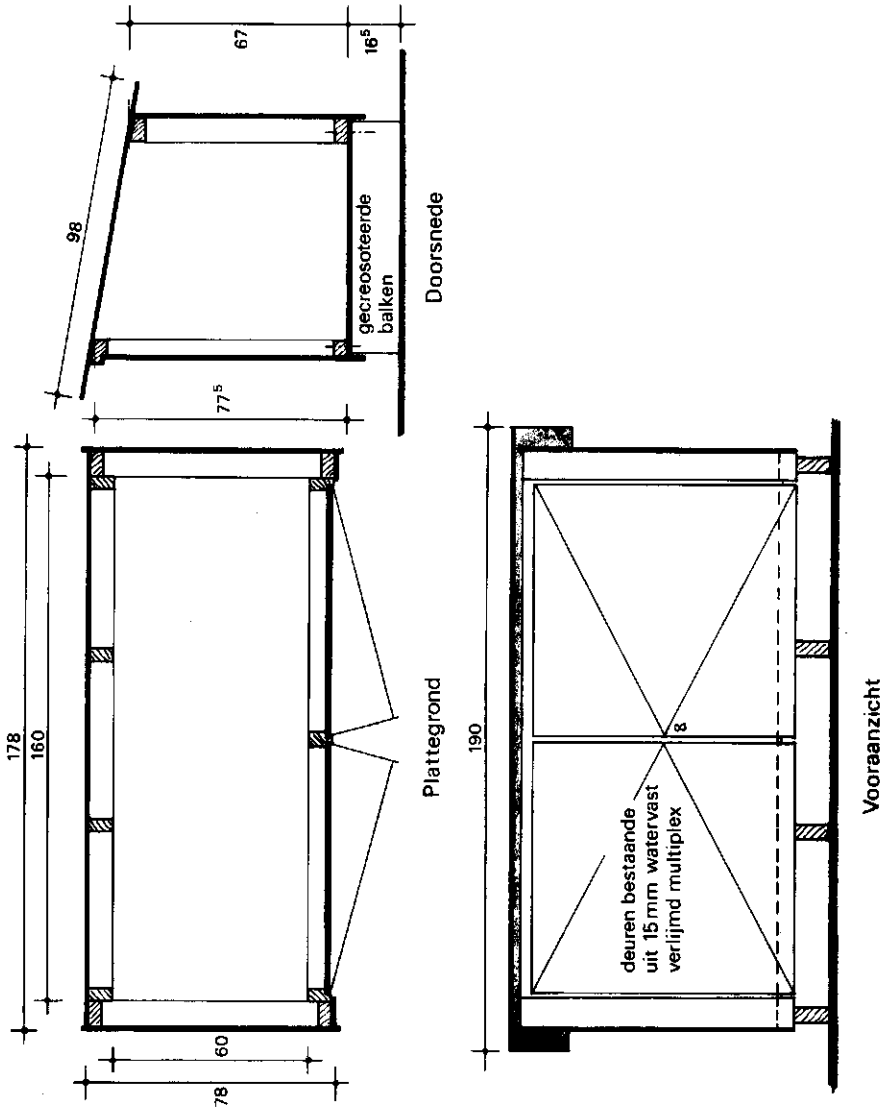
LANGSGEVEL



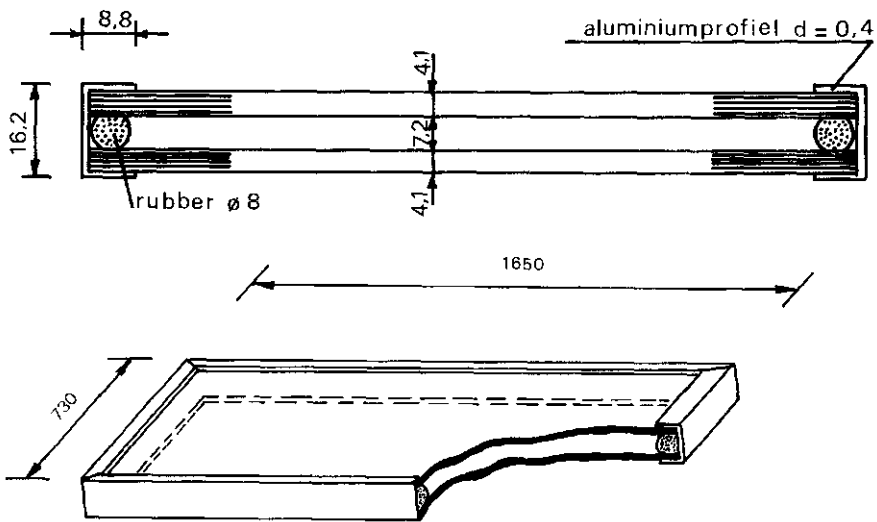
Afb. 1a Details van de constructie van de meetkas; zie voor doorsneden afbeelding 1: bovenaanzicht (dek) en zijaanzicht (langsgevel), en afbeelding 2: doorsnede A-A.



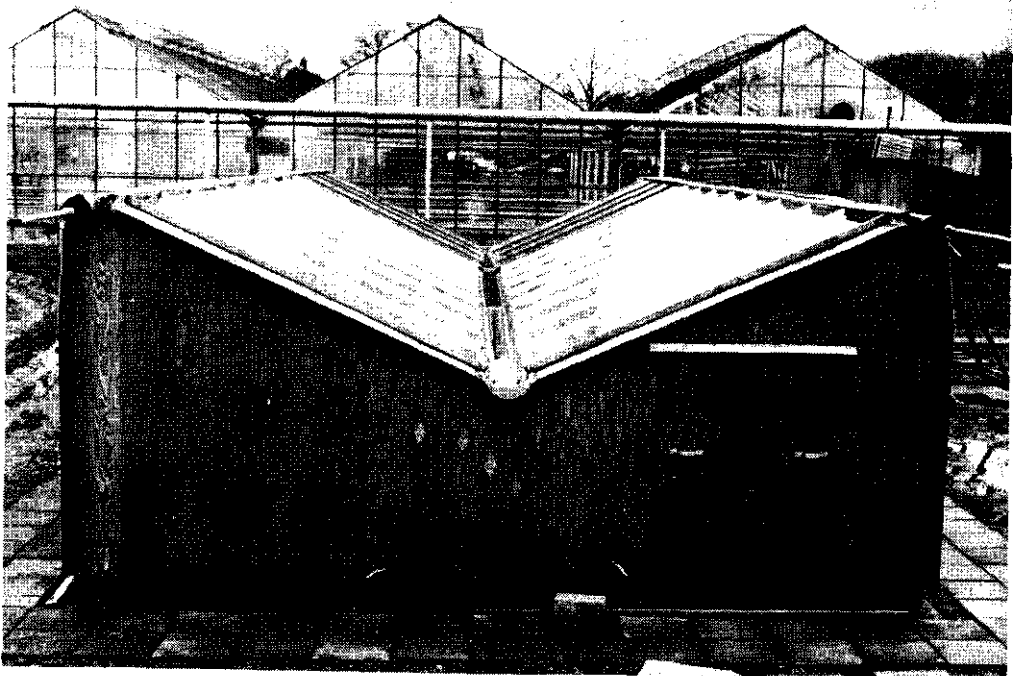
Afb. 2 Dwarsdoorsnede en vooraanzicht (kopgevel) van de meetkas; zie voor dwarsdoorsnede afbeelding 1: plattegrond, doorsnede A-A.



Afb. 3 Plattegrond, voorbeeld en dwarsdoorsnede van de meterkast.

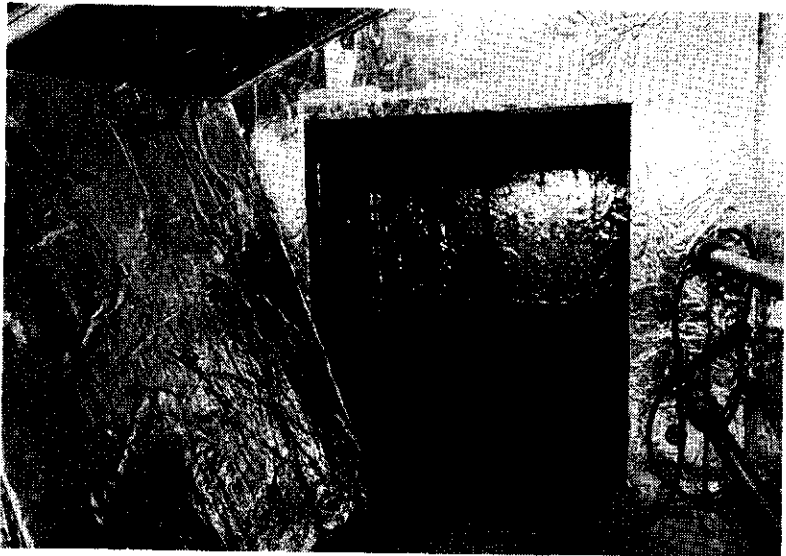
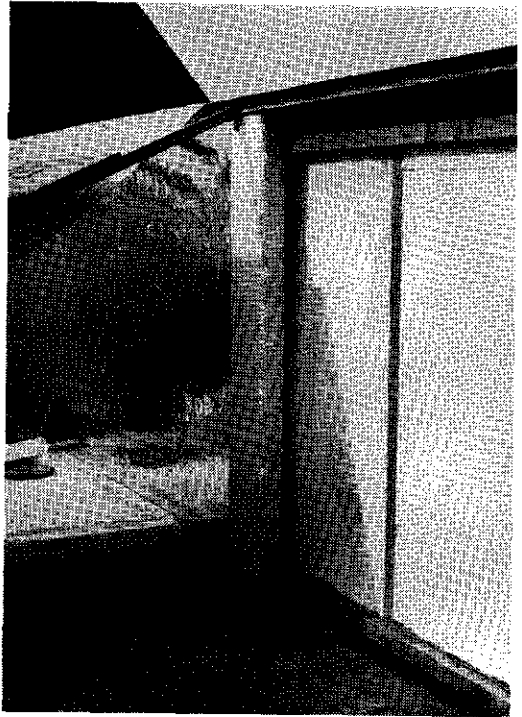


Afb. 4 De constructie van een dubbelglas (maten in mm).

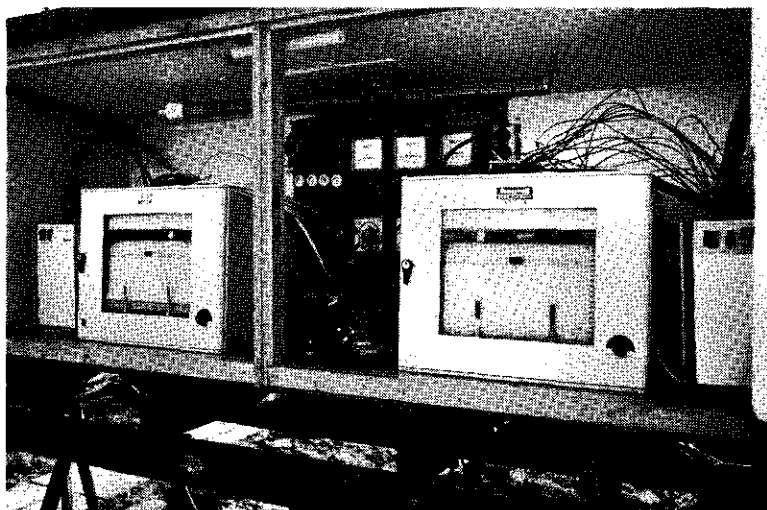


Afb. 5 Meetkas met de meterkist rechts op de achtergrond gedeeltelijk zichtbaar.

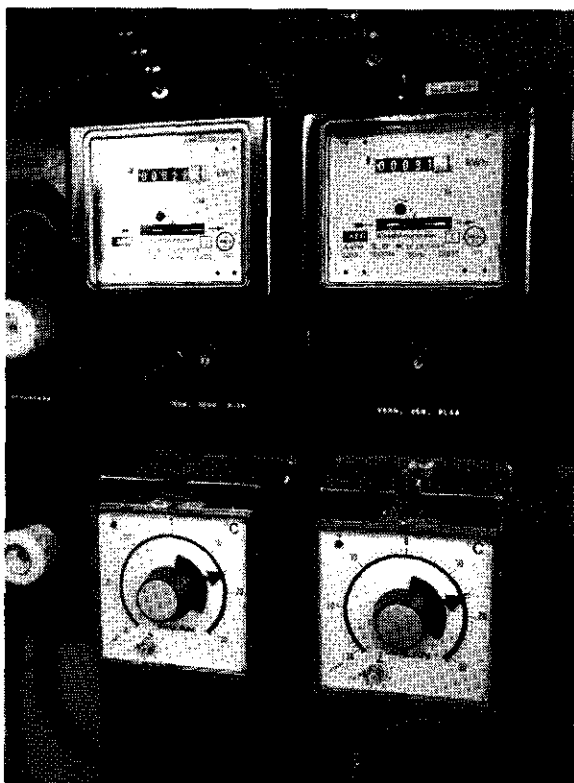
Afb. 6 De isolatie van wanden en bodem van de meetkas, met rechts op de voorgrond de elektrische kabel voor de spouwverwarming.



Afb. 7 Verwarmingspijpen in de meetkas.

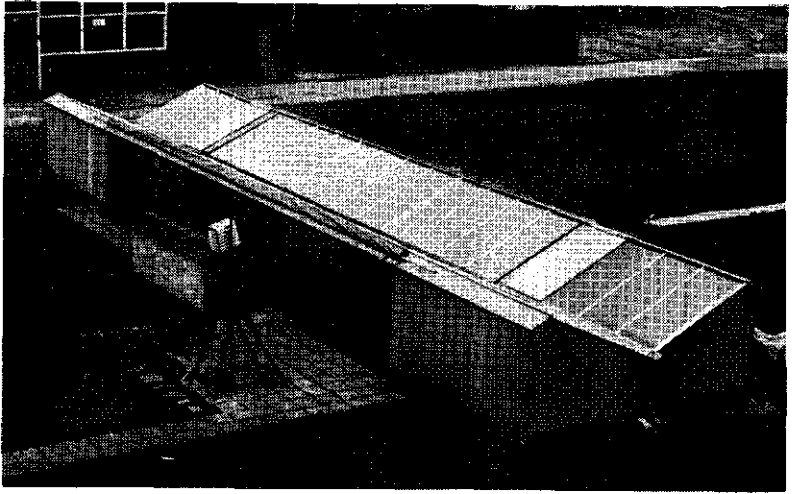


Afb. 8 Het instrumentarium in de meterkist.

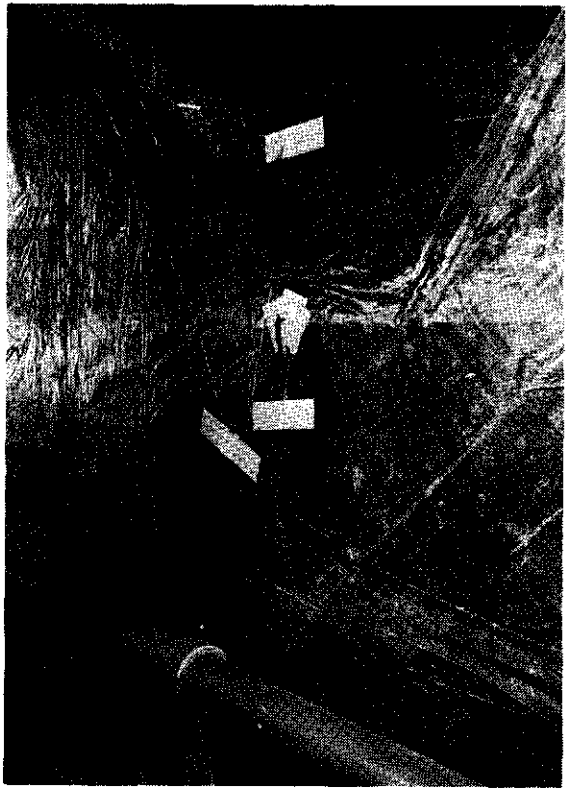


Afb. 9 De kW.h-meters en de elektronische tweepunts-temperatuurregelaars.

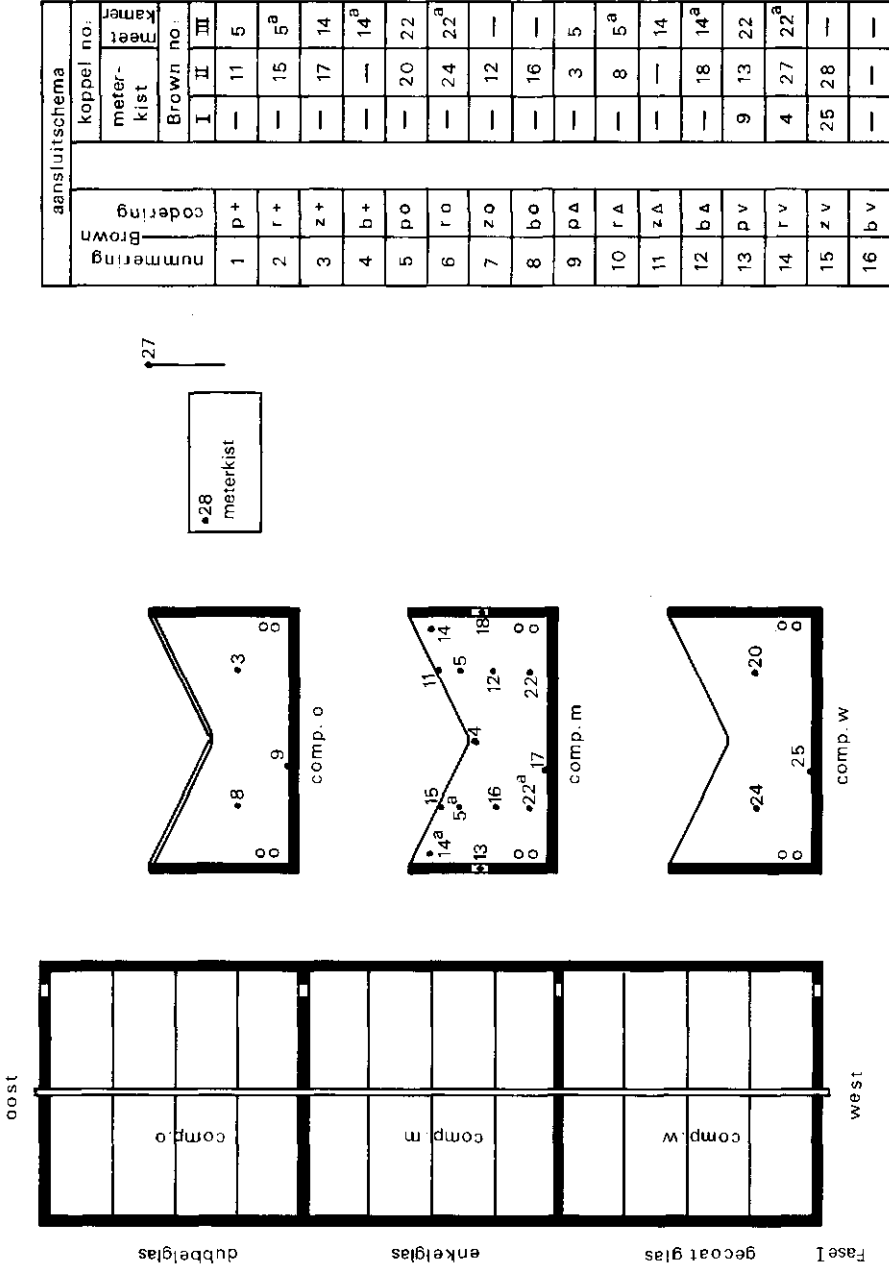




Afb. 10 De meetkas met de extra hoekcompartmenten.

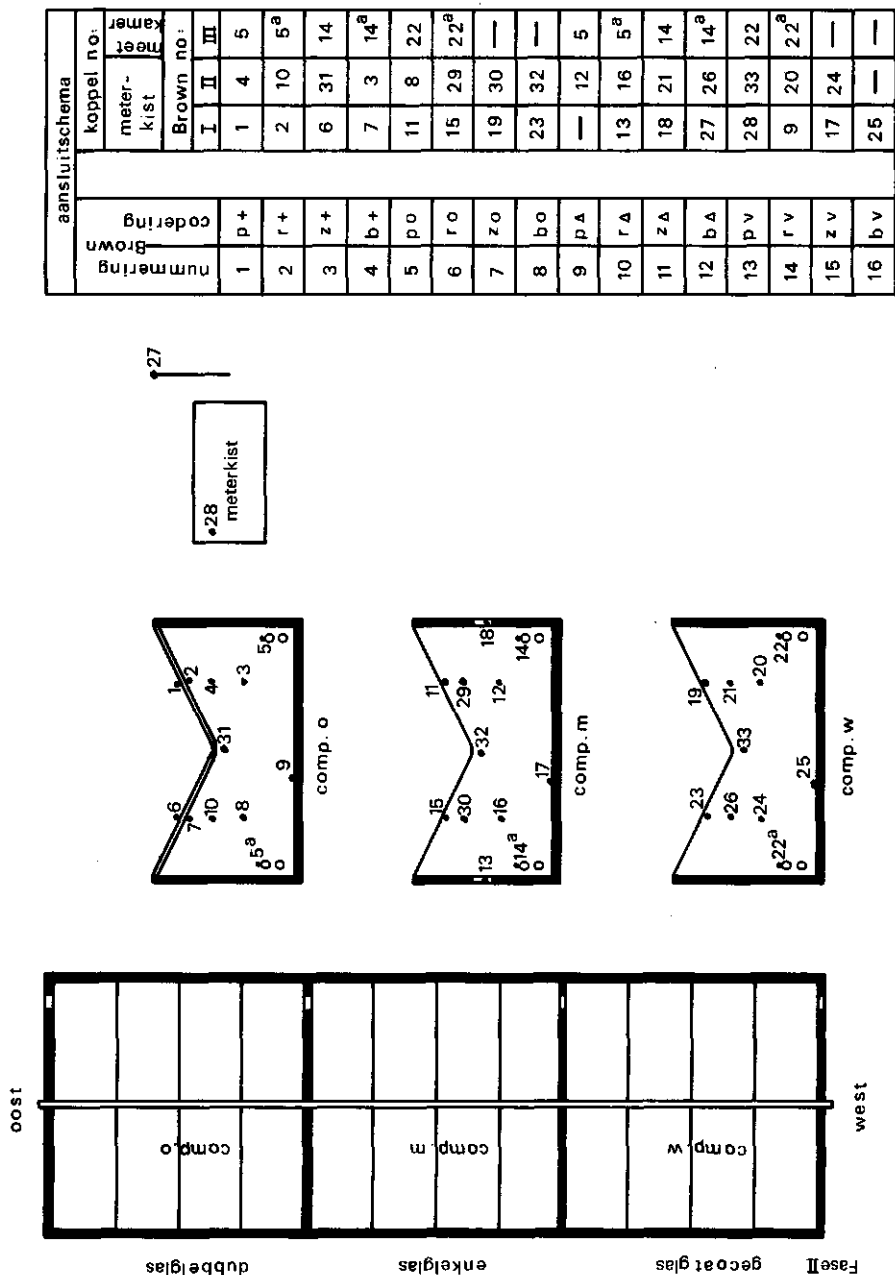


Afb. 11 Meetpunten voor het meten van de ruimtetemperatuur en die van de spouw.

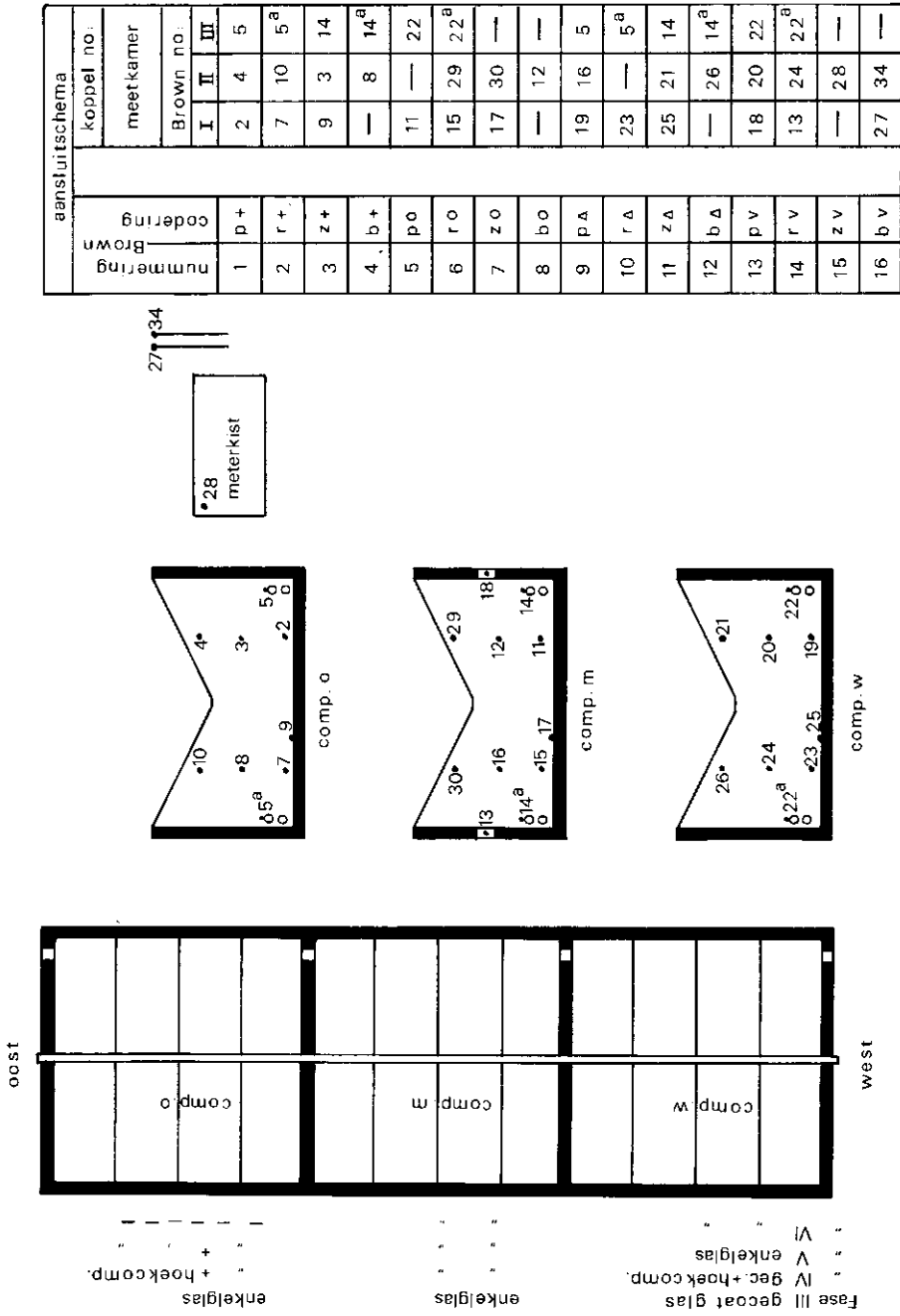


aansluitschema			
nummering	codering	koppel no.	
		meterkist	meetkamer
1	p+	Brown no.:	
		I	II III
1	p+	—	11 5
2	r+	—	15 5 <sup>a</sup>
3	z+	—	17 14
4	b+	—	— 14 <sup>a</sup>
5	p0	—	20 22
6	r0	—	24 22 <sup>a</sup>
7	z0	—	12 —
8	b0	—	16 —
9	pΔ	—	3 5
10	rΔ	—	8 5 <sup>a</sup>
11	zΔ	—	— 14
12	bΔ	—	18 14 <sup>a</sup>
13	pV	9	13 22
14	rV	4	27 22 <sup>a</sup>
15	zV	25	28 —
16	bV	—	— —

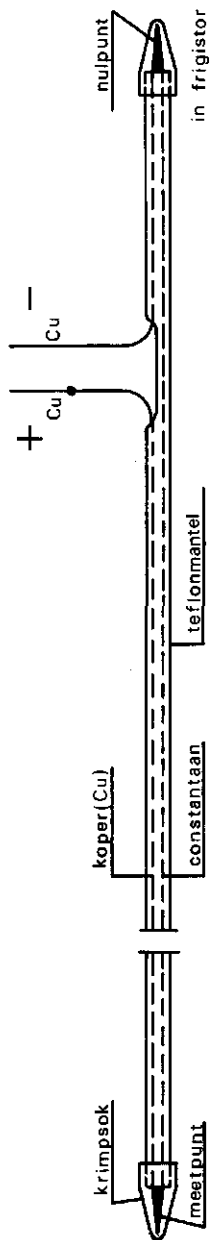
Afb. 12 Schema van meetpunten gedurende fase I van het onderzoek. Op 11-1-1977 zijn de meetpunten 3, 8, 20 en 24 nabij het glas geplaatst.



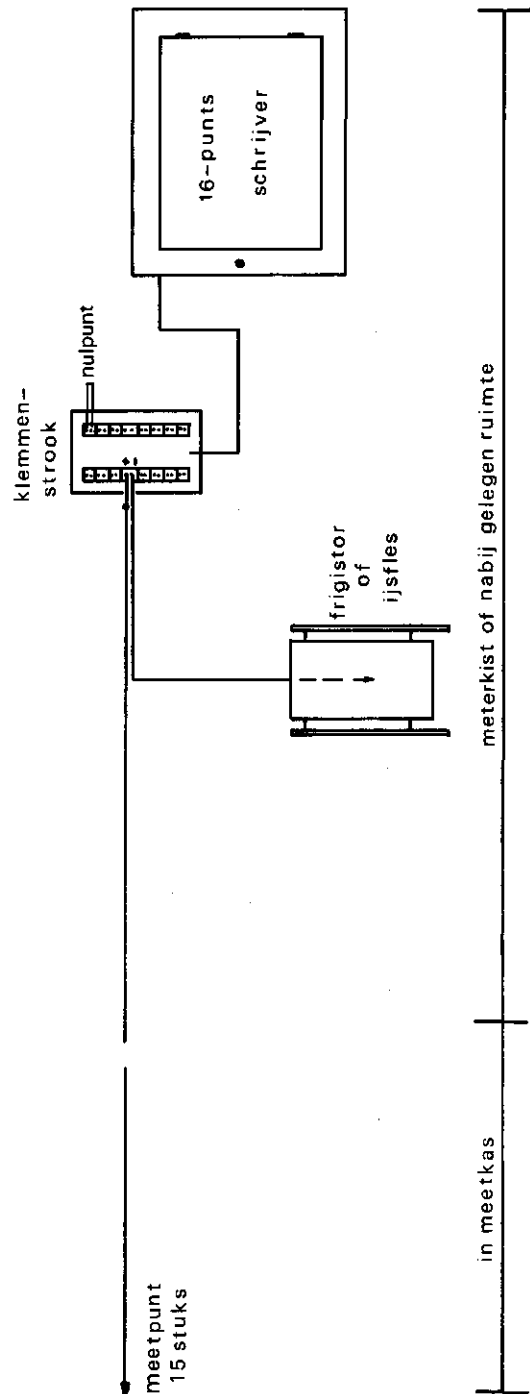
Afb. 13 Schema van meetpunten gedurende fase II van het onderzoek.



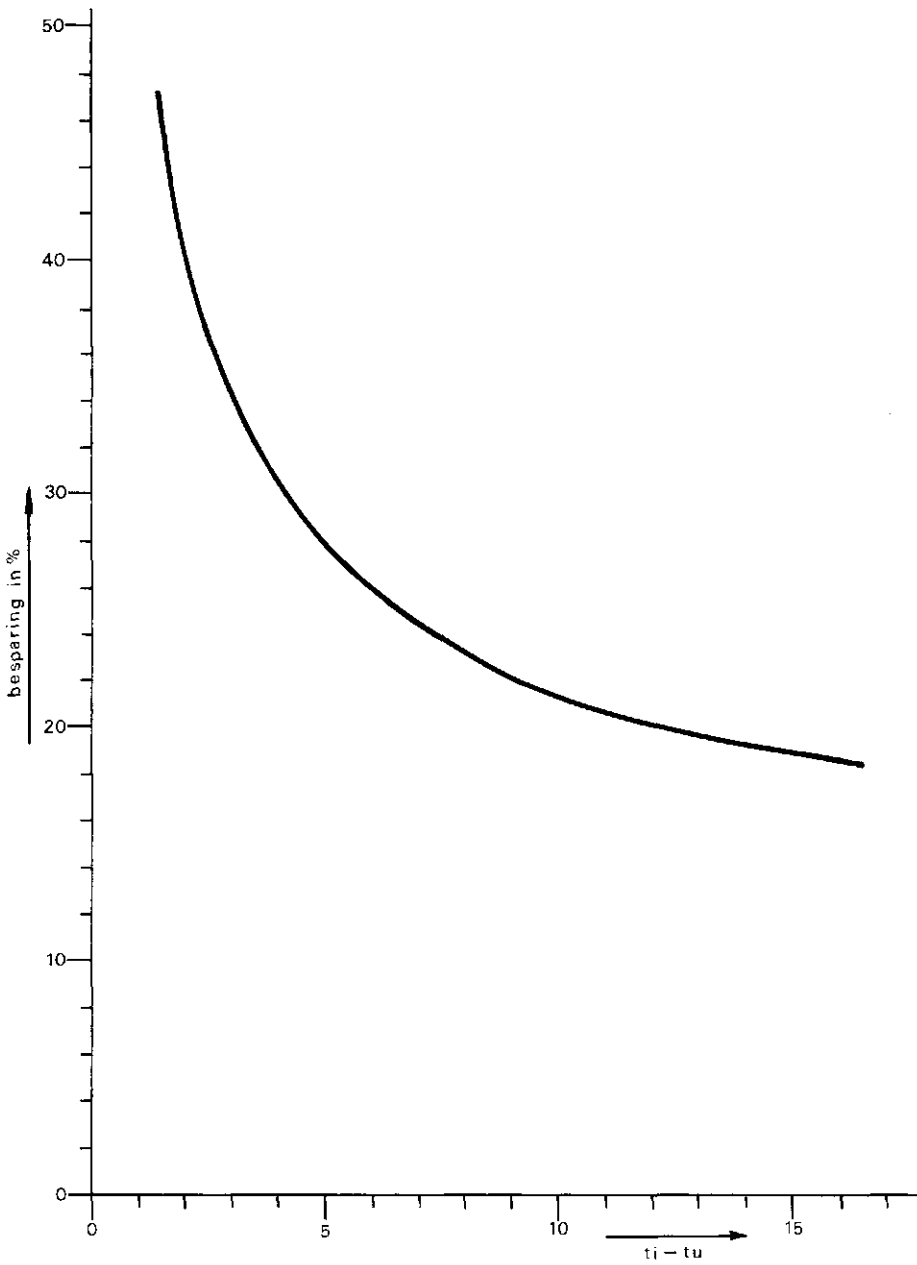
Afb. 14 Schema van meetpunten gedurende fase III t/m VI van het onderzoek.



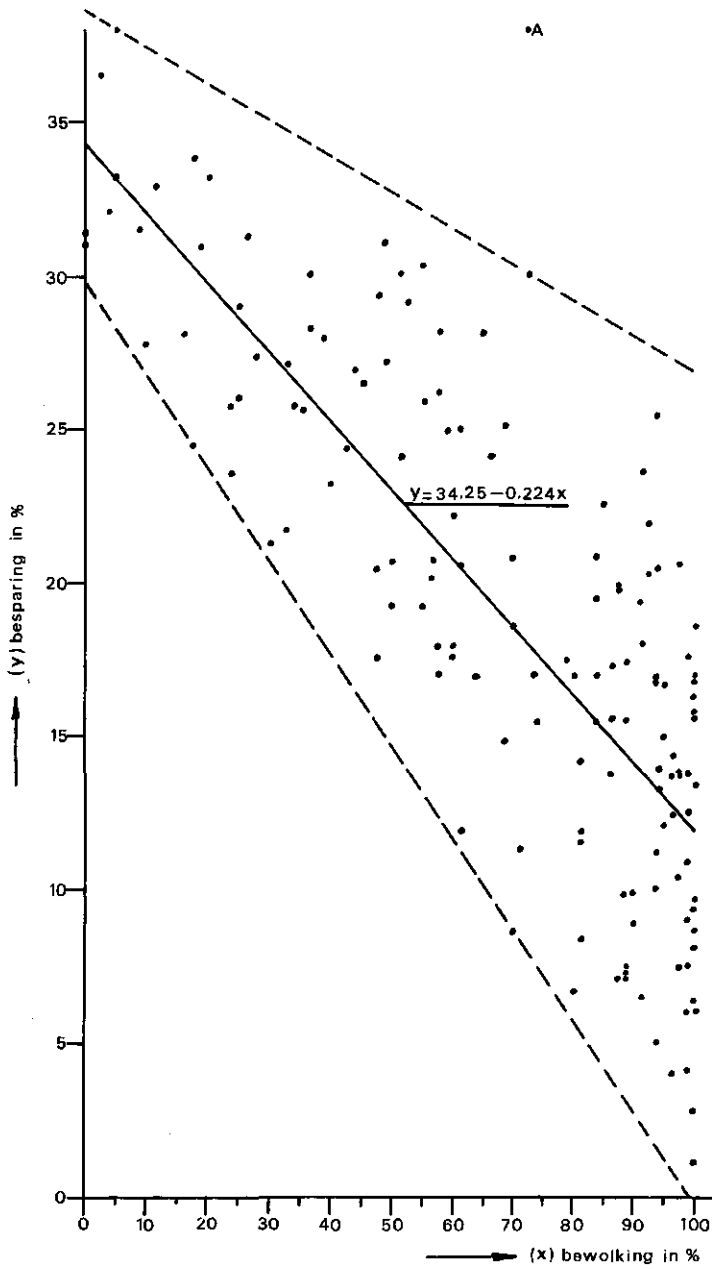
Afb. 15 Het werkingsprincipe van het thermokoppel.



Afb. 16 Schema van de registratie van de meetwaarde.



Afb. 17 Verband tussen het temperatuurverschil binnen-buiten en het besparingspercentage bij gecoat glas.



Afb. 18 Verband tussen de bewolkingsgraad en het besparingspercentage voor gecoat glas.

### Bijlage 3

Afleiding 1 Verband tussen het absolute temperatuurverschil binnen - buiten en de besparing voor gecoat glas

#### A Benaderingsmethode voor het bepalen van glastemperaturen

Uitgangspunten voor gewoon glas:

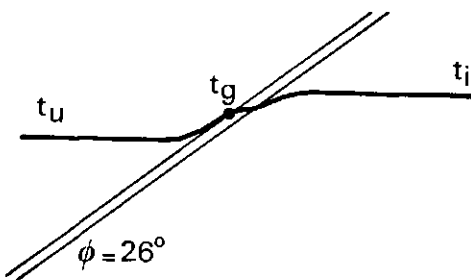
$$d = 0,004 \text{ m} ; \lambda = 0,81 \text{ W/(m.K)} ;$$

$$\alpha_{uc} = 8,89 \text{ W/(m}^2\text{glas.K)} ; \alpha_{us} = 4,65 \text{ W/(m}^2\text{glas.K)} ;$$

$$\alpha_{ic} = 4,65 \text{ W/(m}^2\text{glas.K)} ; \alpha_{is} = 4,65 \text{ W/(m}^2\text{glas.K)} .$$

Voor gecoat glas gelden bovenstaande waarden eveneens, met uitzondering van

$$\alpha_{us} = 1,05 \text{ W/(m}^2\text{glas.K)} .$$



$$\alpha_{\text{totaal}} = \alpha_{\text{convectie}} + \alpha_{\text{straling}}$$

$$\alpha_{\text{tot}} = \alpha_c + \alpha_s \quad (1)$$

$$\text{Voor gewoon glas geldt: } \alpha_u = \alpha_{uc} + \alpha_{us} = 8,89 + 4,65 = 13,54 \text{ W/(m}^2\text{glas.K)} ;$$

$$\text{voor gecoat glas geldt: } \alpha_u = \alpha_{uc} + \alpha_{us} = 8,89 + 1,05 = 9,94 \text{ W/(m}^2\text{glas.K)} ;$$

$$\text{voor beide geldt: } \alpha_u = \alpha_{ic} + \alpha_{is} = 4,65 + 4,65 = 9,30 \text{ W/(m}^2\text{glas.K)} .$$

Bij een hellingshoek van  $26^\circ$  ( $\phi = 26^\circ$ ) is er boven  $1 \text{ m}^2$  grond een glasoppervlak aanwezig van  $1,113 \text{ m}^2$ , nl.:



$$A_{\text{grond}} = \frac{A_{\text{glas}}}{\cos 26^\circ} = 1,113 A_{\text{glas}} \text{ grond}$$

Waarmee  $\alpha$  wordt vertaald naar waarden per  $\text{m}^2$  grondoppervlak

$$\text{Voor gewoon glas geldt: } \alpha_u = 13,54 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ glas.K}) = 15,06 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ grondoppervlak.K});$$

$$\text{voor gecoat glas geldt: } \alpha_u = 9,94 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ glas.K}) = 11,06 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ grondoppervlak.K});$$

$$\text{voor beide geldt: } \alpha_i = 9,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ glas.K}) = 10,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ grondoppervlak.K}).$$

Voor het warmteverlies door glas geldt:

$$Q = k \cdot A (t_i - t_u) = \alpha_u \cdot A (t_g - t_u) \quad (2) \text{ en } (3)$$

$$\text{waarin } k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d}{\lambda}} \quad (4)$$

Uit (2) en (3) vindt men dat

$$k \cdot A (t_i - t_u) = \alpha_u \cdot A (t_g - t_u); \quad \text{herleiden tot}$$

$$t_g = t_u + \frac{k}{\alpha_u} (t_i - t_u) \quad \text{of}$$

$$t_g = t_u + \frac{1/\alpha_u}{1/\alpha_u + 1/\alpha_i + d/\lambda} (t_i - t_u) \quad (5)$$

Formule (5) is de uitgangformule voor het berekenen van de glastemperaturen.

Men vindt dan voor gewoon glas:

$$t_g = t_u + \frac{1/\alpha_u}{1/\alpha_u + 1/\alpha_i + d/\lambda} (t_i - t_u) = t_u + \frac{1/15,06}{1/15,06 + 1/10,35 + 0,004/0,81} (t_i - t_u) = t_u + 0,395 (t_i - t_u)$$

Voor gewoon glas:  $t_g = 0,395 t_i + 0,605 t_u$  (6a)

en voor gecoat glas:

$$t_g = t_u = \frac{1/\alpha_u}{1/\alpha_u + 1/\alpha_i + d/\lambda} (t_i - t_u) = t_u + \frac{1/11,06}{1/11,06 + 1/10,35 + 0,004/0,81} (t_i - t_u) = t_u + 0,471 (t_i - t_u)$$

Voor gecoat glas:  $t_g = 0,471 t_i + 0,529 t_u$  (6b)

B Afleiding van het theoretisch warmteverbruik bij glas

Uitgangspunten:

$\alpha_{ic} = 5,17 \text{ W/(m}^2 \text{ grondoppervlak.K) ;}$

$\alpha_{uc} = 9,89 \text{ W/(m}^2 \text{ grondoppervlak.K) ;}$

$\alpha_{bc} = 2,33 \text{ W/(m}^2 \text{ grondoppervlak.K) ;}$

$\epsilon_b = \epsilon \text{ bodem} = 0,95 \text{ (bodem hout) ;}$

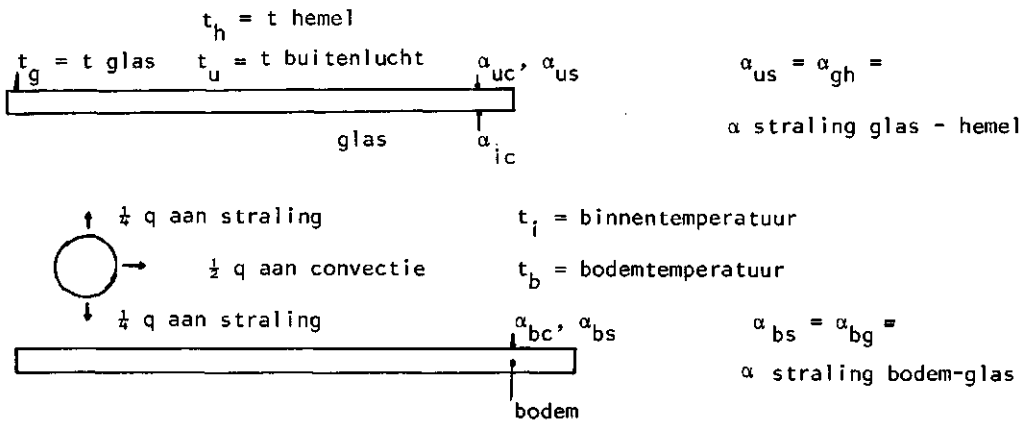
$\epsilon_g = \epsilon \text{ gewoon glas} = 0,94;$

$\epsilon_{gec} = \epsilon \text{ gecoat glas} = 0,205 ;$

$\epsilon_h = \epsilon \text{ hemel} = 0,95 .$

$\sigma = 57,6 \times 10^{-9} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$

Uitgangssituatie voor vergelijkingen:



Vergelijkingen:

$Q$  naar bodem =  $Q$  vanaf bodem  $(t_b > t_g) \wedge (t_i > t_b)$

$$\frac{1}{2}q + \alpha_{bc} (t_i - t_b) = \alpha_{bg} (t_b - t_g) \quad (7)$$

$Q$  naar glas =  $Q$  vanaf glas naar buiten  $(t_b > t_g)$

$$q = \frac{1}{2}q + \alpha_{bg} (t_b - t_g) + \alpha_{ic} (t_i - t_g) = \alpha_{uc} (t_g - t_u) + \alpha_{gh} (t_g - t_h) \quad (8)$$

Uit het rechterlid van (8) is af te leiden:

$$q = \alpha_{uc} (t_g - t_u) + \alpha_{gh} (t_g - t_h) \rightarrow \boxed{t_g = \frac{q + \alpha_{uc} \cdot t_u + \alpha_{gh} \cdot t_h}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}}} \quad (9)$$

Uit (7) volgt:

$$\frac{1}{2}q + \alpha_{bc} (t_i - t_b) = \alpha_{bg} (t_b - t_g) \rightarrow$$

$$\frac{1}{2}q + \alpha_{bc} (t_i - t_b) - \alpha_{bg} (t_b - t_g) = 0 \rightarrow$$

$$\frac{1}{2}q + \alpha_{bc} \cdot t_i + \alpha_{bg} \cdot t_g = t_b (\alpha_{bc} + \alpha_{bg}) \rightarrow$$

$$\boxed{t_b = \frac{\frac{1}{2}q + \alpha_{bc} \cdot t_i + \alpha_{bg} \cdot t_g}{\alpha_{bc} + \alpha_{bg}}} \quad (10)$$

Uit het linkerlid van (8) volgt:

$$q = \frac{1}{2}q + \alpha_{bg} (t_b - t_g) + \alpha_{ic} (t_i - t_g)$$

$$\frac{1}{2}q + \alpha_{bg} \cdot t_g + \alpha_{ic} \cdot t_g - \alpha_{ic} \cdot t_i = \alpha_{bg} \cdot t_b$$

$$t_b = \frac{\frac{1}{2}q + (\alpha_{ic} + \alpha_{bg}) t_g - \alpha_{ic} \cdot t_i}{\alpha_{bg}} \quad (11)$$

Omdat  $t_b$  uit (10) dezelfde waarde heeft als  $t_b$  uit (11)  $\rightarrow$  (10) = (11)  $\rightarrow$

$$\frac{\frac{1}{2}q + \alpha_{bc} \cdot t_i + \alpha_{bg} \cdot t_g}{\alpha_{bc} + \alpha_{bg}} = \frac{\frac{1}{2}q + (\alpha_{ic} + \alpha_{bg}) t_g - \alpha_{ic} \cdot t_i}{\alpha_{bg}} \rightarrow$$

$$\alpha_{bg} (\frac{1}{2}q + \alpha_{bc} \cdot t_i + \alpha_{bg} \cdot t_g) = (\alpha_{bc} + \alpha_{bg}) \{ \frac{1}{2}q + (\alpha_{ic} + \alpha_{bg}) t_g - \alpha_{ic} \cdot t_i \} \rightarrow$$

$$\alpha_{bg}^2 \cdot t_g + \alpha_{bg} \cdot \frac{1}{2}q + \alpha_{bg} \cdot \alpha_{bc} \cdot t_i = \frac{1}{2}q (\alpha_{bc} + \alpha_{bg}) + (\alpha_{bc} + \alpha_{bg}) (\alpha_{ic} + \alpha_{bg}) t_g - \alpha_{ic} \cdot t_i (\alpha_{bc} + \alpha_{bg}) \rightarrow$$

$$\alpha_{bg}^2 \cdot t_g = q (\frac{1}{2}\alpha_{bc} + \frac{1}{2}\alpha_{bg} - \frac{1}{2}\alpha_{bg}) + (\alpha_{bc} + \alpha_{bg}) (\alpha_{ic} + \alpha_{bg}) t_g - t_i (\alpha_{bg} \cdot \alpha_{bc} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bc} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bg}) \rightarrow$$

$$\alpha_{bg}^2 \cdot t_g - t_g (\alpha_{bc} + \alpha_{bg}) (\alpha_{ic} + \alpha_{bg}) = q (\frac{1}{2}\alpha_{bc} + \frac{1}{2}\alpha_{bg}) - t_i (\alpha_{bg} \cdot \alpha_{bc} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bc} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bg}) \rightarrow$$

$$\alpha_{bg}^2 \cdot t_g - t_g (\alpha_{bc} \cdot \alpha_{ic} + \alpha_{bc} \cdot \alpha_{bg} + \alpha_{bg} \cdot \alpha_{ic} + \alpha_{bg}^2) = q (\frac{1}{2}\alpha_{bc} + \frac{1}{2}\alpha_{bg}) - t_i (\alpha_{bg} \cdot \alpha_{bc} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bc} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bg}) \rightarrow$$

$$t_g (\alpha_{bc} \cdot \alpha_{ic} + \alpha_{bc} \cdot \alpha_{bg} + \alpha_{bg} \cdot \alpha_{ic}) = -q (\frac{1}{2}\alpha_{bc} + \frac{1}{2}\alpha_{bg}) + t_i (\alpha_{bc} \cdot \alpha_{ic} + \alpha_{bc} \cdot \alpha_{bg} + \alpha_{bg} \cdot \alpha_{ic}) \rightarrow$$

$$t_g = \frac{-q (\frac{1}{2}\alpha_{bc} + \frac{1}{2}\alpha_{bg}) + t_i (\alpha_{bc} \cdot \alpha_{ic} + \alpha_{bc} \cdot \alpha_{bg} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bg})}{(\alpha_{bc} \cdot \alpha_{ic} + \alpha_{bc} \cdot \alpha_{bg} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bg})}$$

$$t_g = t_i - \frac{\frac{1}{2}\alpha_{bc} + \frac{1}{2}\alpha_{bg}}{\alpha_{bc} \cdot \alpha_{ic} + \alpha_{bc} \cdot \alpha_{bg} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bg}} \cdot q \quad (12)$$

$$\text{Noem } t_g = t_i - \alpha \cdot q \quad (12a)$$

Uit (9) volgt:

$$t_g = \frac{q + \alpha_{uc} \cdot t_u + \alpha_{gh} \cdot t_h}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} \rightarrow$$

$$t_g = \frac{1}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} \cdot q + \frac{\alpha_{uc}}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} \cdot t_u + \frac{\alpha_{gh}}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} \cdot t_h$$

$$\text{Noem } t_g = \beta \cdot q + \gamma \cdot t_u + \nu \cdot t_h \quad (12b)$$

Uit (12a) = (12b) volgt:

$$t_i - \alpha \cdot q = \beta \cdot q + \gamma \cdot t_u + \nu \cdot t_h$$

$$t_i - \gamma \cdot t_u - \nu \cdot t_h = q (\alpha + \beta)$$

$$q = \frac{t_i - \gamma \cdot t_u - \nu \cdot t_h}{\alpha + \beta} \quad (13)$$

Samenvattend:

$$q = \frac{t_i - \gamma \cdot t_u - v \cdot t_h}{\alpha + \beta} \quad *$$
 (13)

$$\alpha = \frac{\frac{1}{2}\alpha_{bc} + \frac{1}{2}\alpha_{bg}}{\alpha_{bc} \cdot \alpha_{ic} + \alpha_{bc} \cdot \alpha_{bg} + \alpha_{ic} \cdot \alpha_{bg}}$$
 (14)

$$\beta = \frac{1}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}}$$
 (15)

$$\gamma = \frac{\alpha_{uc}}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}}$$
 (16)

$$v = \frac{\alpha_{gh}}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}}$$
 (17)

\* in het nu volgende wordt  $q$  ook wel  $q_{th}$  ( $q$  theoretisch) genoemd.

C Afleiding van de warmteovergangswaarde voor straling ( $\alpha_{bg}$  en  $\alpha_{gh}$ )

Algemeen geldt voor  $1 \text{ m}^2$ :

$$\alpha \text{ straling } (t_1 - t_2) = \epsilon_{(\text{vlak } 1, \text{ vlak } 2)} \cdot \sigma (T_1^4 - T_2^4) \quad (18)$$

Voor glas naar hemel geldt:

$$\alpha_{gh} (t_g - t_h) = \epsilon_{gh} \cdot \sigma \cdot (T_g^4 - T_h^4) \quad (19)$$

$$\text{waarin } \epsilon_{gh} = \frac{1}{1/\epsilon_g + 1/\epsilon_h - 1} \quad (20)$$

Voor gewoon glas krijgt men dan:

$$\epsilon_{gh} = \frac{1}{\frac{1}{0,94} + \frac{1}{0,95} - 1} = 0,896$$

$$\underline{\text{Gewoon glas: } \epsilon_{gh} = 0,896}$$

Voor gecoat glas volgt:

$$\epsilon_{gh} = \frac{1}{\frac{1}{0,205} + \frac{1}{0,95} - 1} = 0,203$$

$$\underline{\text{Gecoat glas: } \epsilon_{gh} = 0,203}$$

Voor bodem naar glas geldt:

$$\alpha_{bg} (t_b - t_g) = \epsilon_{bg} \cdot \sigma (T_b^4 - T_g^4) \quad (21)$$

$$\text{waarin } \epsilon_{bg} = \frac{1}{1/\epsilon_b + 1/\epsilon_g - 1} \quad (22)$$

Voor gewoon en gecoat glas geldt:

$$\epsilon_{bg} = \frac{1}{\frac{1}{0,95} + \frac{1}{0,94} - 1} = 0,896$$

Gewoon en gecoat glas:

$$\underline{\epsilon_{bg} = 0,896}$$



D Bepaling van de  $\alpha_{bg}$  en  $\alpha_{gh}$  met behulp van gemeten temperatuurwaarden  
van de maand oktober 1977

Uitgangspunten

- Algemene waarden:

$$t_u = 10,67^{\circ}\text{C} \text{ (gemeten);}$$

$$t_h = t_u - 5 = 10,67 - 5 = 5,67^{\circ}\text{C} \text{ (veronderstelling)}$$

$$\sigma = 57,6 \times 10^{-9} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$$

- Gemeten waarden:

$$\text{voor gewoon glas: } t_i = 26,10^{\circ}\text{C}; t_b = 20,20^{\circ}\text{C};$$

$$\text{voor gecoat glas: } t_i = 26,14^{\circ}\text{C}; t_b = 21,07^{\circ}\text{C}.$$

- Berekende waarden:

uit (6<sup>a</sup>) voor gewoon glas:

$$t_g = 0,395 \cdot t_i + 0,605 \cdot t_u = 0,395 \cdot 26,1 + 0,605 \cdot 10,67 = 16,76^{\circ}\text{C};$$

uit (6<sup>b</sup>) voor gecoat glas:

$$t_g = 0,471 \cdot t_i + 0,529 \cdot t_u = 0,471 \cdot 26,14 + 0,529 \cdot 10,67 = 17,96^{\circ}\text{C}.$$

Voor gewoon glas hadden we

$$\alpha_{gh} (t_g - t_h) = \epsilon_{gh} \cdot \sigma (T_g^4 - T_h^4) \quad (19)$$

zodat

$$\alpha_{gh} = \frac{\epsilon_{gh} \cdot \sigma (T_g^4 - T_h^4)}{t_g - t_h} \quad (23)$$

$$\alpha_{gh} = \frac{0,896 \cdot 57,6 \times 10^{-9} \cdot [(273,15 + 16,76)^4 - (273,15 + 5,67)^4]}{16,76 - 5,67} = 4,749$$

$$\underline{\alpha_{gh} = 4,75}$$

en  $\alpha_{bg} (t_b - t_g) = \epsilon_{bg} \cdot \sigma (T_b^4 - T_g^4)$  (21)

$$\alpha_{bg} = \frac{\epsilon_{bg} \cdot \sigma (T_b^4 - T_g^4)}{t_b - t_g} \quad (24)$$

$$\alpha_{bg} = \frac{0,896 \cdot 57,6 \times 10^{-9} \cdot [(273,15 + 20,20)^4 - (273,15 + 16,76)^4]}{20,20 - 16,76} = 5,120$$

$$\underline{\alpha_{bg} = 5,12}$$

Voor gecoat glas betekent dit respectievelijk

$$\alpha_{gh} = \frac{0,203 \cdot 57,6 \times 10^{-9} \cdot [(273,15 + 17,96)^4 - (273,15 + 5,67)^4]}{17,96 - 5,67} = 1,083$$

$$\underline{\alpha_{gh} = 1,08}$$

en  $\alpha_{bg} = \frac{0,896 \cdot 57,6 \times 10^{-9} \cdot [(273,15 + 21,07)^4 - (273,15 + 17,96)^4]}{21,07 - 17,96} = 5,175$

$$\underline{\alpha_{bg} = 5,18}$$

dus krijgen we voor de berekening van  $q_{th}$  (theoretisch warmteverbruik) de volgende  $\alpha$ -waarden in  $W/(m^2 \text{ grondoppervlak} \cdot K)$

Gewoon glas	$\alpha_{gh} = 4,75$	$\alpha_{bg} = 5,12$
Gecoat glas	$\alpha_{gh} = 1,08$	$\alpha_{bg} = 5,18$

## E Bepaling theoretisch warmteverbruik ( $q_{th}$ )

Uitgangspunt zijn de temperaturen van de maand oktober 1977. Voor  $t_i$  bij gecoat glas nemen we ook  $26,10^\circ\text{C}$  om tot een juiste vergelijking met gewoon glas te kunnen komen.

Uit de formules 14 t/m 17 en 13 bepalen we achtereenvolgens, zowel voor gewoon glas als voor gecoat glas, de waarden van  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\nu$  en  $q_{th}$ .

Voor gewoon glas:

$$\alpha = \frac{\frac{3}{4}\alpha_{bc} + \frac{1}{4}\alpha_{bg}}{\alpha_{bc}\cdot\alpha_{ic} + \alpha_{bc}\cdot\alpha_{bg} + \alpha_{ic}\cdot\alpha_{bg}} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 2,33 + \frac{1}{4} \cdot 5,12}{2,33 \cdot 5,17 + 2,33 \cdot 5,12 + 5,17 \cdot 5,12} = 0,0854$$

$$\beta = \frac{1}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} = \frac{1}{9,89 + 4,75} = 0,0683$$

$$\gamma = \frac{\alpha_{uc}}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} = \frac{9,89}{9,89 + 4,75} = 0,6755$$

$$\nu = \frac{\alpha_{gh}}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} = \frac{4,75}{9,89 + 4,75} = 0,3245$$

$$q_{th} = \frac{t_i - \gamma \cdot t_u - \nu \cdot t_h}{\alpha + \beta} = \frac{26,10 - 0,6755 \cdot 10,67 - 0,3245 \cdot 5,67}{0,0854 + 0,0683} = 110,947$$

Voor gewoon glas:  $q_{th} = 110,947 \text{ W/m}^2$  grondoppervlak

Voor gecoat glas:

$$\alpha = \frac{\frac{3}{4}\alpha_{bc} + \frac{1}{2}bq}{\alpha_{bc}\cdot\alpha_{ic} + \alpha_{bc}\cdot\alpha_{bg} + \alpha_{ic}\cdot\alpha_{bg}} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 2,33 + \frac{1}{2} \cdot 518}{2,33 \cdot 5,17 + 2,33 \cdot 5,18 + 5,17 \cdot 5,18} = 0,0852$$

$$\beta = \frac{1}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} = \frac{1}{9,89 + 1,08} = 0,0912$$

$$\gamma = \frac{\alpha_{uc}}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} = \frac{9,89}{9,89 + 1,08} = 0,9015$$

$$v = \frac{\alpha_{gh}}{\alpha_{uc} + \alpha_{gh}} = \frac{1,08}{9,89 + 1,08} = 0,0985$$

$$q_{th} = \frac{t_i - \gamma \cdot t_u - v \cdot t_h}{\alpha + \beta} = \frac{26,10 - 0,9015 \cdot 10,67 - 0,0985 \cdot 5,67}{0,0852 + 0,0912} = 90,264$$

Voor gecoat glas:  $q_{th} = 90,264 \text{ W/m}^2$  grondoppervlak

Verskil in % tussen  $q_{th}$  van gecoat en gewoon glas is het besparingspercentage van gecoat glas t.o.v. gewoon glas

$$\text{Besp. in \%} = \frac{110,947 - 90,264}{110,947} \times 100\% = 18,64\%$$

Deze besparing van 18,64% bij een  $\Delta t$  van  $26,1 - 10,67 = 15,43 \text{ K}$  benadert de werkelijk bereikte gemiddelde besparing van 18,7% (= 18,66 voor afronding) bij een  $\Delta t$  van 15,5 K goed.   
 over de maand oktober 1977 van 20,5 (= 20,52 voor afronding).

We nemen het bovenstaande dan ook aan als basis voor de besparingsberekening bij verschillende temperatuurverschillen.

## F Berekening besparing bij verschillende temperatuurverschillen

Uitgangspunten voor gewoon glas:

$$\alpha_{bc} = 2,33 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \quad ; \quad \alpha_{ic} = 5,17 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$\alpha_{bg} = 5,12 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \quad ; \quad \alpha_{gh} = 4,75 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$\alpha_{uc} = 9,89 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \quad ;$$

$$t_u = 10,67^\circ\text{C} \quad ; \quad t_h = 5,67^\circ\text{C}$$

$$t_i = 26,10^\circ\text{C} \quad \text{alles per m}^2 \text{ grondoppervlak}$$

Voor gecoat glas:

$$\alpha_{bc} = 2,33 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \quad ; \quad \alpha_{ic} = 5,17 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$\alpha_{bg} = 5,18 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \quad ; \quad \alpha_{gh} = 1,08 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$\alpha_{uc} = 9,89 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \quad ;$$

$$t_u = 10,67^\circ\text{C} \quad ; \quad t_h = 5,67^\circ\text{C}$$

$$t_i = 26,10^\circ\text{C} \quad \text{alles per m}^2 \text{ grondoppervlak.}$$

De berekening zoals uitgevoerd onder E wordt nu een aantal keren herhaald voor een binnentemperatuur welke steeds  $1^\circ\text{C}$  afneemt (ook  $26,1 + 1 = 27,1^\circ\text{C}$  wordt opgenomen in de berekening) bij gelijkblijvende buitentemperatuur  $t_u$ .

$t_i$	27,10	26,10	25,10	24,10	23,10	22,10	21,10	20,10
$t_u$	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67
$\Delta t = t_i - t_u$	16,43	15,43	14,43	13,43	12,43	11,43	10,43	9,43
$q_{th}$ gewoon glas	117,453	110,947	104,440	97,934	91,428	84,922	78,416	71,910
$q_{th}$ gecoat glas	95,933	90,264	84,595	78,926	73,257	67,588	61,919	56,250
besparing in %	18,32	18,64	19,00	19,41	19,87	20,41	21,04	21,78

$t_i$	19,10	18,10	17,10	16,10	15,10	14,10	13,10	12,10
$t_u$	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67
$\Delta t = t_i - t_u$	8,43	7,43	6,43	5,43	4,43	3,43	2,43	1,43
$q_{th}$ gewoon glas	65,403	58,897	52,391	45,885	39,379	32,872	26,366	19,860
$q_{th}$ gecoat glas	50,581	44,912	39,243	33,574	27,905	22,236	16,567	10,899
besparing in %	22,66	23,74	25,10	26,83	29,14	32,36	37,17	45,12

In afbeelding 17 vinden we de berekende besparing in % voor gecoat glas t.o.v. gewoon glas uitgezet tegen het temperatuurverschil  $\Delta t (= t_i - t_u)$

Met behulp van statistische berekeningen is de kromme van de besparingsgrafiek te benaderen met de formule

$$\text{Besp. \%} = 15,156 + \frac{58,284}{\Delta t} \quad (25)$$

Deze formule is goed toepasbaar voor  $\Delta t \geq 3$  K; voor  $\Delta t < 3$  K gaat hij sterk afwijken van de oorspronkelijke waarde in de besparingsgrafiek.

Hij is gevonden door het temperatuurverschil te correleren aan het produkt van het temperatuurverschil en de besparing in %.

Als we het temperatuurverschil tussen binnen en buiten  $x$  noemen, en het besparings %  $y$ , dan noemen we het produkt  $x.y = z$ .

Kengetallen uit de uitgevoerde berekeningen zijn

$$\Sigma x = 142,88 \quad ; \quad \Sigma x^2 = 1615,84 \quad ; \quad n = 16$$

$$E_{\underline{x}} = 8,930 \quad ; \quad \sigma^2_{\underline{x}} = 21,245 \quad ; \quad \sigma_{\underline{x}} = 4,6092$$

$$\Sigma z = 3097,99 \quad ; \quad \Sigma z^2 = 678394,12 \quad ; \quad n = 16$$

$$E_{\underline{z}} = 193,624 \quad ; \quad \sigma^2_{\underline{z}} = 4909,234 \quad ; \quad \sigma_{\underline{z}} = 70,0659$$

$$\Sigma x.z = 32816,79 \quad ; \quad \text{cov}(\underline{x}, \underline{z}) = 321,9837$$

$$\rho(\underline{x}, \underline{z}) = 0,9970 \quad ; \quad \beta(\underline{x}, \underline{z}) = 15,1557$$

waardoor we kunnen schrijven:

$$z = E_{\underline{z}} + \beta (x - E_{\underline{x}}) \rightarrow z = 193,624 + 15,1557 (x - 8,930)$$

$$z = 58,2836 + 15,1557 x$$

We weten dat  $z = xy \rightarrow y = \frac{z}{x}$

zodat  $y = 15,1557 + \frac{58,2836}{x}$

afgerond:  $y = 15,156 + \frac{58,284}{x}$

Besp.  $\% = 15,156 + \frac{58,284}{\Delta t} \tag{25}$

Zie voor een volledige uitvoering van de berekeningen het volgende overzicht.

n = 16

x	y	z = x.y	x <sup>2</sup>	z <sup>2</sup>	x.z
16,43	18,32	301,00	269,94	90601,00	4945,43
15,43	18,64	287,62	238,08	82725,26	4437,98
14,43	19,00	274,17	208,22	75169,19	3956,27
13,43	19,41	260,68	180,36	67954,06	3500,93
12,43	19,87	246,98	154,50	60999,12	3069,96
11,43	20,41	233,29	130,64	54424,22	2666,50
10,43	21,04	219,45	108,78	48158,30	2288,86
9,43	21,78	205,39	88,92	42185,05	1936,83
8,43	22,66	191,02	71,06	36488,64	1610,30
7,43	23,74	176,39	55,20	31113,43	1310,58
6,43	25,10	161,39	41,34	26046,73	1037,74
5,43	26,83	145,69	29,34	21225,58	791,10
4,43	29,14	129,09	19,62	16664,23	571,87
3,43	32,36	110,99	11,76	12318,78	380,70
2,43	37,17	90,32	5,90	8157,70	291,48
1,43	45,12	64,52	2,04	4162,83	92,26
$\Sigma x = 142,88$		$\Sigma z = 3097,99$	$\Sigma x^2 = 1615,84$	$\Sigma z^2 = 678394,12$	$\Sigma x.z = 32816,79$



$$\underline{E}_x = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{142,88}{16} = 8,930 \quad ; \quad \underline{E}_z = \frac{\Sigma z}{n} = \frac{3097,99}{16} = 193,624$$

$$\sigma^2_x = (\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}) \frac{1}{n} = (1615,84 - \frac{(142,88)^2}{16}) \frac{1}{16} = 21,245 \quad ; \quad \sigma_x = \sqrt{21,245} = 4,6092$$

$$\sigma^2_z = (\Sigma z^2 - \frac{(\Sigma z)^2}{n}) \frac{1}{n} = (678394,12 - \frac{(3097,99)^2}{16}) \frac{1}{16} = 4909,2338 \quad ;$$

$$\sigma_z = \sqrt{4909,2338} = 70,0659$$

$$\text{cov}(\underline{x}, \underline{z}) = (\Sigma x \cdot z - \Sigma x \cdot \Sigma z / n) \frac{1}{n} = (32816,79 - 142,88 \cdot 3097,99 / 16) \frac{1}{16} = 321,9837$$

$$\rho(\underline{x}, \underline{z}) = \frac{\text{cov}(\underline{x}, \underline{z})}{\sigma_x \cdot \sigma_z} = \frac{321,9837}{4,6092 \cdot 70,0659} = 0,9970 \quad ; \quad \beta = \frac{\text{cov}(\underline{x}, \underline{z})}{\sigma^2_x} = \frac{321,9837}{21,245} = 15,1557$$

$$z = \underline{E}_z + \beta(x - \underline{E}_x) \quad z = 193,624 + 15,1557 (x - 8,930) \rightarrow$$

$$z = 58,2836 + 15,1557 x$$

$$z = y \cdot x \rightarrow \quad y = 15,1557 + \frac{58,2836}{x}$$

$$y = 15,156 + \frac{58,284}{x} \quad (25)$$

#### Gebruikte symbolen

- d = dikte glas in m
- $\lambda$  = warmtegeleidingscoëfficiënt in W/(m.K)
- $\alpha_{\text{index}}$  = warmteovergangscoefficiënt in W/(m<sup>2</sup>.K) (of ook wel warmteovergangs-
- $\alpha_u$  = warmteovergangscoefficiënt buiten waarde genoemd)
- $\alpha_{uc}$  = warmteovergangscoefficiënt door convectie voor buiten
- $\alpha_{us}$  = warmteovergangscoefficiënt door straling voor buiten
- $\alpha_{gh}$  = warmteovergangscoefficiënt door straling van glas naar hemel
- $\alpha_i$  = warmteovergangscoefficiënt binnen
- $\alpha_{ic}$  = warmteovergangscoefficiënt door convectie voor binnen
- $\alpha_{bc}$  = warmteovergangscoefficiënt door convectie van bodem naar binnen
- $\alpha_{is}$  = warmteovergangscoefficiënt door straling voor binnen
- $\alpha_{bg}$  = warmteovergangscoefficiënt door straling van bodem naar glas

$\phi$  = hellingshoek van dek kas,  $\phi = 26^\circ$   
 $k$  = warmtedoorgangscoefficiënt in  $W/(m^2.K)$   
 $q, Q$  en  $q_{th}$  = warmteverbruik (theoretisch) in  $W/m^2$   
 $A$  = oppervlak in  $m^2$

$\epsilon_{index}$  = emissiecoëfficiënt (-)  
 $\epsilon_g$  = emissiecoëfficiënt voor gewoon glas  
 $\epsilon_{gec}$  = emissiecoëfficiënt voor gecoat glas  
 $\epsilon_h$  = emissiecoëfficiënt voor hemel  
 $\epsilon_b$  = emissiecoëfficiënt voor bodem  
 $\epsilon_{bg}$  = emissiecoëfficiënt voor bodem naar glas  
 $\epsilon_{gh}$  = emissiecoëfficiënt glas naar hemel  
 $\sigma$  = Stefan Boltzman constante ( $=57,6 \cdot 10^{-9} W/(m^2.K^4)$ )

$t_{index}$  = temperaturen in  $^\circ C$   
 $t_g$  = glastemperatuur  
 $t_u$  = buitentemperatuur  
 $t_i$  = binnentemperatuur  
 $t_b$  = bodentemperatuur  
 $t_h$  = hemeltemperatuur  
 $\Delta t$  = temperatuurverschil in K ( $t_i - t_u$ )

$\alpha, \beta, \gamma$  en  $\nu$  zijn vervangingswaarden in formules

$E_x$  resp.  $E_z$  is de verwachtingswaarde van de variabele  $x$  resp.  $z$

$\sigma^2_x$  en  $\sigma^2_z$  = variantie van de variabele  $x$  resp.  $z$  (op blz 22 voor variantie  $\sigma_x^2$  gebruikt)

$cov(x, z)$  = covariantie tussen  $x$  en  $z$

$\rho(x, z)$  = correlatiecoëfficiënt tussen  $x$  en  $z$

$\beta(x, z)$  = regressiecoëfficiënt van  $z$  op  $x$

$n$  = aantal

Afleiding 2 Verband bewolking en warmtebesparing voor gecoat glas

Het besparingspercentage wordt  $y$  genoemd, het bewolkingspercentage  $x$ ; wanneer we deze aan elkaar correleren dan vinden we de volgende kengetallen:

$$n = 147 \text{ (exclusief de extreme waarde in afbeelding 16 (punt A))}$$

$$\Sigma x = 10112,50 \quad ; \quad \Sigma x^2 = 821843,57$$

$$E_{\underline{x}} = 68,7925 \quad ; \quad \sigma^2_{\underline{x}} = 858,3622 \quad ; \quad \sigma_{\underline{x}} = 29,2978$$

$$\Sigma y = 2773,97 \quad ; \quad \Sigma y^2 = 62132,43$$

$$E_{\underline{y}} = 18,8705 \quad ; \quad \sigma^2_{\underline{y}} = 66,5722 \quad ; \quad \sigma_{\underline{y}} = 8,1592$$

$$\Sigma x \cdot y = 162614,44 \quad ; \quad \text{cov}(\underline{x}, \underline{y}) = -191,9316$$

$$\rho(\underline{x}, \underline{y}) = -0,8029; \quad \beta(\underline{x}, \underline{y}) = -0,2236$$

We kunnen nu schrijven:

$$y = E_{\underline{y}} + \beta (x - E_{\underline{x}}) \rightarrow y = 18,8705 + (-0,2236) (x - 68,7925)$$

zodat

$$y = 34,2525 - 0,2236 x$$

afgerond:

$$y = 34,25 - 0,224 x$$

$$\text{Besp. \%} = 34,25 - 0,224 \text{ Bew. \%}$$

(1)

Afleiding 3 Invloed gecoat glas op besparing overdag

Uitgangspunten:

warmteverbruik 's nachts: 70%;

warmteverbruik overdag: 30%;

doorlaatfactor bij kasdek = 0,65;

zonnearmte door gewoon glas per jaar =  $S \approx 622420 \text{ Wh/m}^2$  grondoppervlak;

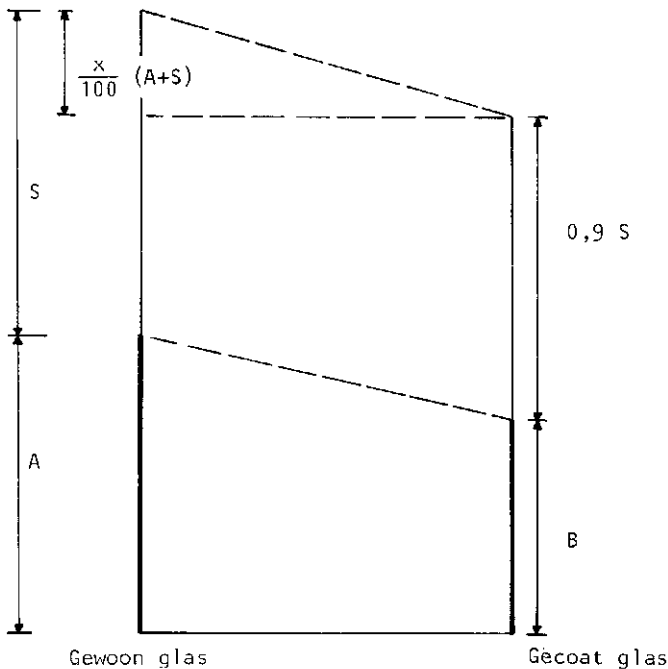
zonnearmte door gecoat glas per jaar =  $0,9 S \approx 560178 \text{ Wh/m}^2$  grondoppervlak;

pijpwarmte bij gewoon glas per jaar =  $A \approx 70 \text{ m}^3 \text{ gas} \approx 523142 \text{ Wh/m}^2$  grondoppervlak;

$\eta$  ketel = 0,85;

pijpwarmte bij gecoat glas = B in  $\text{Wh/m}^2$  grondoppervlak per jaar.

We kunnen nu het volgende schema opstellen.



We kunnen nu de volgende vergelijkingen opstellen

Kas met gewoon glas: warmteverbruik totaal =  $A + S$

Kas met gecoat glas: warmteverbruik totaal =  $B + 0,9S = (A + S) \left(1 - \frac{x}{100}\right)$   
waarbij  $x$  het besparingspercentage bij gecoat glas 's nachts is

We kunnen uit deze formule  $B$  afleiden, namelijk:

$$B = A \left(1 - \frac{x}{100}\right) + S \left(1 - \frac{x}{100} - 0,9\right)$$

$$\text{dus } B = A \left(1 - \frac{x}{100}\right) + S \left(0,1 - \frac{x}{100}\right) \quad (1)$$

Nu we  $B$  weten kunnen we afleiden hoe groot het besparingspercentage overdag  $y$  is, namelijk:

$$y = \text{Besp. \% overdag} = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad (2)$$

Daarna bepalen we de totale besparing 's nachts en overdag met:

$$z = \text{totale besparing in \%} = 0,7 \cdot x + 0,3 \cdot y \quad (3)$$

Het verschil tussen de totale besparing in % en het besparingspercentage gedurende de nacht is het positieve effect van het besparingspercentage overdag

$$\text{Positief effect overdag} = z - x \quad (4)$$

Met behulp van de gegevens berekend in afleiding 1 en de vier bovenvermelde formules bepalen we nu het verband tussen het positieve besparingseffect overdag en het absolute temperatuurverschil (bij wijziging van  $\Delta t$  verandert nl. het nachtelijke besparingspercentage ook).

$\Delta t$	Besp. % 's nachts	Pijpwarmte bij gecoat glas in Wh/ $m^2$ jaar	Besp. % overdag	Totaal besp. %			Verhoging door dag
	x	B	y	0,7x	0,3y	z=0,7x +0,3y	z - x
16,43	18,32	375517	28,22	12,82	8,47	21,29	2,97
15,43	18,64	371851	28,92	13,05	8,68	21,73	3,09
14,43	19,00	367727	29,71	13,30	8,91	22,21	3,21
13,43	19,41	363030	30,61	13,59	9,18	22,77	3,36
12,43	19,87	357761	31,61	13,91	9,48	23,39	3,52
11,43	20,41	351575	32,80	14,29	9,84	24,13	3,72
10,43	21,04	344358	34,18	14,73	10,25	24,98	3,94
9,43	21,78	335881	35,80	15,25	10,74	25,99	4,21
8,43	22,66	325800	37,72	15,86	11,32	27,18	4,52
7,43	23,74	313428	40,09	16,62	12,03	28,65	4,91
6,43	25,10	297848	43,07	17,57	12,92	30,49	5,39
5,43	26,83	278030	46,85	18,78	14,06	32,84	6,01
4,43	29,14	251567	51,91	20,40	15,57	35,97	6,83
3,43	32,36	214680	58,96	22,65	17,69	40,34	7,98
2,43	37,17	159579	69,50	26,02	20,85	46,87	9,70
1,43	45,12	68506	86,90	31,58	26,07	57,65	12,53