

eb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
09
G
67

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Metingen van de verhouding stralingsdagsom binnen en buiten
van een tweetal kassen

R. de Graaf en S.A. Tooze

Naaldwijk, februari 1984

Internverslag nr. 14

1SN =

EIGKOD = 055461 + 056010 + 057010 + 096211

WPC =

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Metingen van de verhouding stralingsdagsom binnen en buiten
van een tweetal kassen

R. de Graaf en S.A. Tooze

Naaldwijk, februari 1984

Internverslag nr. 14

INHOUD

1. Inleiding
2. Lichtonderscheppingsonderzoek S.A. Tooze
 2.1. Resultaten
3. Verdampingsonderzoek R. de Graaf
 3.1. Resultaten
4. Samenvatting en discussie
5. Literatuur

1. Inleiding

Het meten van de hoeveelheid (licht)straling over korte of lange perioden is geen eenvoudige zaak. Dit geldt in het bijzonder voor het meten van de straling binnen een kas. Over dit punt is reeds het nodige gediscussieerd en gepubliceerd (Kamphuijs 1983, van der Kieboom 1980, van Rijssel 1980 en van der Meer 1978).

Het meten van de juiste hoeveelheid licht is o.a. van belang ter verklaring van samenhang tussen groei, ontwikkeling van planten en licht, de samenhang tussen evapotranspiratie en licht e.d. Bij het beoordelen van vergelijken van kasafdekkingsmateriaal en schermmateriaal is het tevens van belang de lichtdoorlatendheid te kennen. Het meten van de hoeveelheid licht of van de lichtintensiteit binnen een kas vormt vaak een onderdeel van het regelen van het kasklimaat.

Lichtmetingen binnen een kas bestemd voor vergelijking van kasafdek- en schermmateriaal worden meestal onder bewolkte omstandigheden bij diffuus licht uitgevoerd. Men gaat er dan van uit dat de transmissie voor diffuus licht constant is (namelijk 0.6, van Rijssel 1980). De transmissie van direct licht varieert en wordt door meerdere factoren bepaald (richting kas, hellingshoek glas, zonshoogte en azimut). Het meten van de hoeveelheid direct licht op een bepaald moment of een bepaalde periode binnen een kas is dan ook gecompliceerd, omdat we hierbij te maken hebben met schaduw gevende (kas)delen of andere objecten. Mede doordat er in Nederland gemiddeld slechts 30 % van het totale licht directe straling is worden er bij het vergelijken van kas afdek- of schermmateriaal lichtmetingen gedaan over korte perioden bij diffuus licht.

Voor bepaald onderzoek is het echter nodig om de stralingssom over korte of langere perioden, inclusief de directe straling, te meten, (bv. evapotranspiratieonderzoek). Het berekenen van de verhouding lichtsom binnen/lichtsom buiten over een vooraf vastgestelde periode is een bruikbare methode om de lichtdoorlatendheid van een kas over een bepaalde plaats en kasorientatie te berekenen (Kamphuijs 1983).

Doordat de transmissie van direct licht vooral in de wintermaanden kleiner is dan van diffuus licht is de totale of aktuele transmissie over een bepaalde periode lager dan de transmissie bij kort durende metingen onder diffuse omstandigheden. In de zomermaanden zijn de transmissies voor diffuus licht, direct licht en de aktuele transmissie ongeveer gelijk namelijk 0,6 of iets hoger (Kamphuijs 1983). Bij het lichtonderscheppings- (Tooze) en het verdampingsonderzoek (de Graaf) zijn de buiten en binnen de kas gemeten straling een onderdeel van het onderzoek maar vormen geen doel opzich.

Zowel bij het lichtonderscheppingsonderzoek (1983-1984) als bij het verdampingsonderzoek (1976-1984) zijn dagelijkse stralingscijfers over lange perioden tijdens verschillende seizoenen verzameld. Deze grote hoeveelheid waarnemingen geven informatie over de verhouding buiten en binnen de kas gemeten stralingsdagsom in de loop van het seizoen. De resultaten van deze metingen zijn van dien aard dat hierover een nota is geschreven zonder hierbij de bedoeling te hebben een speciale bijdrage te leveren in de oude discussie over lichttransmissie door het kasdek. In het lichtonderscheppingsonderzoek en het verdampingsonderzoek wordt licht gemeten als faktor waaraan andere waarnemingen worden geëlateerd.

* Bij het verdampingsonderzoek werd slechts in enkel gevallen de straling binnen de kas gemeten.

De meetresultaten geven echter genoeg aanleiding dit onderwerp opnieuw ter discussie te stellen.

2. Lichtonderscheppingsonderzoek S. Tooze

In kas D2-1 zijn vanaf juli 1983 over achtereenvolgende perioden van telkens zes weken lichtmetingen binnen de kas uitgevoerd. Deze metingen hadden in de eerste plaats ten doel om de lichtsommen van verschillende scherm- en belichtingsbehandelingen te vergelijken en niet om de lichttransmissie van de kas te bepalen. De gebruikte lichtopnemers zijn z.g.n. T.F.D.L. vlakke lichtmeters met een doorsnede van 40 mm en een meetbereik van 400-700 n.m. De meters zijn richtingsgevoelig volgens een cosinusfunctie. Begin 1983 zijn door de T.F.D.L. alle opnemers geijkt bij kunstlicht en gaven toen gegevens met een nauwkeurigheid van binnen 5 %. Een aantal meters zijn in de herfst van 1983 opnieuw geijkt.

In de proefruimte stonden 24 opnemers verspreid in de kas opgesteld in 4 rijen van 6. De opnemers stonden opgesteld onder de kasnok op een hoogte van 1.5 m. De opnemers werden bij het begin van elke nieuwe proef schoongemaakt en indien nodig waterpas gezet. Beschaduwning door plantmateriaal is voorkomen.

Het signaal van de opnemers wordt in millivolts naar een decentrale eenheid gestuurd. Via de decentrale-eenheid worden de gegevens door gestuurd naar de Siemens 330 computer en omgerekend in W/m^2 . De gemiddelde lichtintensiteit per uur, over perioden van 24 uur werd uitgerekend en opgeslagen. Uit dit gegeven kan de dagsom in $J.cm^{-2}.dag^{-1}$ worden berekend en worden vergeleken met de dagelijkse lichtsom van buiten. De buitenstraling wordt gemeten met behulp van een Kipp-solarimeter met een zelfde richtingsgevoeligheid voor invallende straling als de opnemers binnen de kas. Voor de gegevens van de buitenstraling is dankbaar gebruik gemaakt van de waarnemingen verricht door C.A. Ammerlaan.

2.1. Resultaten

Het aantal opnemers waarvan de gegevens konden worden gebruikt om de transmissie te bepalen varieerde afhankelijk van de proef van drie tot zes. Gegevens betreffende de verhouding lichtsom binnen/ lichtsom buiten per dag zijn vermeld in figuur 1. De transmissie in procenten van de buiten straling is uitgezet tegen de lichtsom van de buitenstraling. Elke lijn is representatief voor een periode van enkele dagen tot twee weken. De procentuele transmissie varieerde aanvankelijk, gedurende de zomermaanden vrij weinig en lag tussen de 55 à 65 %. De regressielijnen verliepen in de zomermaanden bijna vlak. Naarmate het seizoen voort duurde werden de procentuele verschillen steeds groter en nam de hellingshoek van de regressielijn behorende bij een bepaalde periode toe. In november varieerde het actuele transmissiepercentage tussen de 35 à 75 % en was de hellingshoek van de regressielijn het grootst. Waarbij 35 % samenhang met een relatief grote hoeveelheid straling op een heldere dag en 75 % met een relatief kleine hoeveelheid straling op een bewolkte dag. Zoals gezegd varieerde de actuele transmissie gedurende de zomermaanden tussen de 55 en 65 % en was niet of weinig afhankelijk van het niveau van de buitenstraling. Gemiddeld komt dit voor de zomermaanden goed overeen met de gegevens genoemd door Kamphuijs (1983).

Gedurende de herfst- en wintermaanden was de aktuele transmissie kleiner naar mate het stralingsniveau hoger lag. Kamphuijs (1983) beschrijft dit ook en verklaart dit als volgt: gedurende het najaar en de wintermaanden is de transmissie voor direkt licht lager dan in de zomermaanden ten gevolge van de lage zonnestand gedurende deze maanden. Hoe lager de zonnestand hoe meer direkt licht wordt gereflecteerd. De aktuele transmissie hangt af van de verhouding direkt diffuus licht en doordat de transmissie voor direkt licht in de wintermaanden klein is, is de invloed op de aktuele transmissie in verhouding groot. Dit in tegenstelling tot de zomermaanden waarbij de transmissie voor direkt licht en diffuus licht ongeveer gelijk zijn. Wat tot gevolg heeft dat eveneens de aktuele transmissie ongeacht het stralingsniveau min of meer constant is.

Kamphuijs gaat er van uit dat de transmissie voor diffuus licht ongeacht het seizoen constant is voor een bepaalde kas. Uit de gegevens van het lichtonderscheppingsonderzoek blijkt dat de transmissie voor diffuus licht niet zo constant is en blijft toenemen bij afname van de lichtsom van de buitenstraling. De laagste stralingssom gaf de hoogste transmissie. Deze laagste stralingssom bestond zeker volledig (of bijna volledig) uit diffuus licht. Een vraag is dan wel wanneer spreken we van volledig diffuus licht en is er sprake van een bepaalde grenswaarde waar beneden er altijd volledig of bijna volledig diffuus licht is. Een grenswaarde die mede weer afhangt van het seizoen (daglengte). Indien we er van uitgaan dat er op absolute zonloze dagen alleen diffuus licht is en er een relatie bestaat tussen hoeveelheid zon en de stralingssom per dag dan kan voor verschillende perioden de grens worden vastgesteld waar beneden sprake is van diffuus licht. Voor zeven opeenvolgende dagen in november 1983 is in figuur 3 het verband weergegeven tussen het aantal uren zon per dag en de stralingssom per dag. (Gegevens verzameld door C.A. Ammerlaan) Voor vier dagen met zon lijkt er een lineair verband te bestaan tussen aantal uren zon en de stralingssom. Een bijkomend probleem is echter dat naar mate de perioden van zonschijn kleiner of minder intens zijn het meetapparaat (Cambell-Stokes) minder betrouwbaar is. Dit is zeer waarschijnlijk het geval met de punten in de figuur 2 aangegeven met 0 uren zon. Voor de periode in november zou het gebied waar beneden volledig diffuus licht voorkomt liggen tussen 140-100 J cm⁻² dag⁻¹. Het verband tussen uren zon en stralingssom verloopt dan niet meer lineair maar aanvankelijk volgens een kromme lijn en eerst boven een zekere hoeveelheid straling lineair. Onafhankelijk van de vraag wanneer en of er sprake is van volledig diffuus licht werd er een lineair verband tussen de aktuele transmissie en het niveau van de stralingssom voor de drie zonloze dagen gevonden dat varieerde van 60 tot 70 % (figuur 3). Een en ander duidt (zoals reeds eerder opgemerkt) er op dat de aktuele transmissie, ook als er op het oog allen diffuus licht optreedt, niet altijd constant is en er dus niet in alle gevallen sprake is van optimaal diffuus licht. In zulke gevallen kan dan niet gesteld worden dat de aktuele transmissie gelijk is aan de transmissie voor optimaal diffuus licht.

Onderlinge vergelijking van de verschillende lichtopnemers in D2-1 gaven weliswaar kleine verschillen te zien. De geconstateerde verbanden tussen transmissie en stralingsniveau veranderden echter in principe hier door niet. In figuur 4 is een en ander weergegeven.

3. Verdampingsonderzoek R. de Graaf

Gegevens verkregen uit het verdampingsonderzoek vormden de direkte aanleiding voor het schrijven van de nota "Metingen van de verhouding stralingsdagsom binnen en buiten van een tweed tal kassen". In dit onderzoek wordt licht gemeten als factor waaraan de (evapo)transpiratie wordt geresulteerd. In de meeste gevallen werd de (evapo)transpiratie van de gemeten gewassen vergeleken met de daglichtsom van de buiten gemeten straling. In een aantal gevallen werd tevens de (evapo)transpiratie vergeleken met de daglichtsom van de binnen de kas gemeten straling. Deze metingen zijn achteraf vergeleken met de daglichtsom van de buiten straling. Zowel de straling buiten als de straling binnen de kas werden gemeten met een Kipp-solarimeter. Een mogelijk bezwaar van de meting binnen is dat er gemeten wordt met slechts één lichtopnemer. Onderlinge vergelijking met de verschillende lichtopnemers gebruikt bij het lichtonderscheppingsonderzoek duiden er op dat de meting met één lichtopnemer binnen betrouwbaar was en, met uitzondering voor een deel van de eerste meetperiode, op een representatieve plaats in de kas stond opgesteld. Vergelijkingen tussen de buitenstraling en de binnen de kas gemeten straling werden voor de volgende perioden gemaakt, 31 januari - 6 juli 1976, 3 januari - 23 februari 1983 en begin januari 1984 tot nadere datum. Tijdens de eerste meetperiode werd de lichtopnemer zodanig opgesteld dat deze zich zoveel mogelijk op circa 5-10 cm beneden de koppen van het tomatengewas bevond. Hiertoe werd de opnemer eenmaal per week omhoog gebracht. Uiteindelijk kwam de opnemer tot boven de "draad". Vanaf de tweede periode wordt de opnemer van af het begin geplaatst op een hoogte van 1.5 m. Op het moment dat het gewas boven de opnemer groeit wordt de meting beëindigd.

3.1. Resultaten

Gegevens betreffende de verhouding dag lichtsom binnen/daglichtsom buiten en de samenhang met het niveau van de dagsom van de buitenstraling zijn weergegeven in figuur 5. Het verloop van de lijnen in deze figuur is vergelijkbaar met die van figuur 1. Met dit verschil dat in figuur 5 de hellingshoeken van de regressielijnen in het begin van de metingen (februari) geleidelijk aan naar mate het seizoen vorderde kleiner werden, terwijl dat met de lijnen in figuur 1 precies andersom is. Een verschil tussen figuur 5 en figuur 1 is ook dat in het eerste geval nadat de regressielijnen horizontaal verliep en (na begin mei) er nog een verhoging van deze lijnen plaats vond tot 80 % ongeacht het niveau van de dagsom van de buiten straling. Een aanemelijke verklaring hiervoor is dat de opnemer op een bepaald moment zo hoog in de kas(nok) kwam te staan dat er door zijdelings reflectie extra licht op de opnemer terecht kwam. (Th. Strijbosch konstateerde iets dergelijks, mondelinge mededeling) Indien de hoge percentages buiten beschouwing worden gelaten dan ligt het percentage waarbij de lijnen horizontaal beginnen te lopen op 65-70 %. Ten opzichte van de lijn (2) weergegeven in figuur 1 is dit 5 à 15 % hoger. Mogelijk komt dit doordat de meetperiode niet precies overeenkwamen. Voor de meetperioden in 1983 werd een overeenkomstig beeld gevonden als in 1976. Omdat er slechts over een beperkte periode kon worden gemeten werd er geen periode vastgesteld waarbij de lijn horizontaal verliep.

In 1976 werden voor de aktuele transmissie in het begin van het seizoen waarden gevonden tussen de 30 en 70 % en in 1983 tussen de 30 en 60 %. In hoeverre een verschil van 10 % (in beide gevallen is er sprake van diffuus licht) reëel is, is niet aan te geven.

4. Samenvatting en discussie

De verhouding dagsom binnen gemeten straling / buiten gemeten straling is een bruikbare methode om de actuele transmissie van een kas voor een bepaalde dag vast te stellen. Voor een juiste interpretatie moet hierbij dan wel het seizoen en het niveau van de buiten straling worden betrokken.

Gedurende de zomermaanden is er per dag weinig verschil in actuele transmissie en varieert in deze periode tussen de 60 (55) - 70 % ondanks grote verschillen in de dagsom van de buitenstraling. Naarmate het niveau van de dagsom van de buitenstraling ten gevolge van de lagere zonnestand in herfst- en wintermaanden, afneemt worden de verschillen in actuele transmissie groter en kunnen dan bv. variëren van 30-75 % in de maand december en januari.

De gemeten resultaten komen voor een deel overeen met de berekende gegevens van een aantal andere onderzoekers (Bot 1983, Kozai, Go driaan en Kimura 1978).

Dat de grote verschillen in actuele transmissie in het bijzonder gedurende de wintermaanden samenhangen met het niveau van de dagsom van de buitenstraling wordt weer veroorzaakt door de verschillen in verhouding direct licht/diffuus licht van de ene op de andere dag. De transmissie voor direct licht hangt af van zonshoogte en azimut. Hoe lager de zon hoe meer licht er wordt gereflecteerd (Kozai et al 1978). Naarmate de fractie direct licht van het totale licht op een bepaalde dag in de herfst- of wintermaanden groter is (wat samengaat met een relatief hoge dagsom voor de buitenstraling) zal de actuele transmissie, door het grote aandeel van direct licht met een lage transmissie, klein zijn. Is daarentegen de fractie diffuus licht met een relatief grote transmissie, groot dan zal de actuele transmissie eveneens groot zijn. Gedurende de late voorjaars- en zomermaanden is de transmissie gemiddeld per dag van direct licht ongeveer gelijk aan die voor diffuus licht (Kamphuijs 1983). De actuele transmissie varieert hierdoor maar weinig en is gelijk aan de directe en diffuse transmissie.

Op zonloze dagen met op het oog alleen diffuus licht varieerde de actuele c.q. diffuse transmissie bv. in de periode november-januari van 60-75 %, Bot (1983) noemt berekende verschillen van 65-72 %.

Een vraag is of de lichtmetingen zoals uitgevoerd bij het lichtonderscheppingsonderzoek en het verdampingsonderzoek volledig, juist en betrouwbaar zijn geweest en of de door het Cambell-Stokes meetapparatuur geregistreerde zonloze dagen absoluut zonloos waren en of er in die gevallen sprake was van volledig diffuus licht. Zijn de metingen in grote lijnen juist en daar lijkt het wel op, dan heeft één en ander wel consequenties voor bepaalde zaken. Genoemd kunnen worden:

Het vergelijken van lichtonderscheppings-eigenschappen van kasdekken.

Vergelijking van verschillende kasdekken gebeurt op grond van metingen bij uitsluitend diffuus licht. Een vraag is of de lichtdoorlatendheid onder direct licht voor verschillende kasafdekkingen afwijkt van die onder diffuus licht (I.M.A.G. vindt dat volstaan kan worden met meten onder diffuus licht. Dat geeft voldoende informatie en is eenvoudig uit te voeren). Een en ander zal nader bekeken moeten worden.

Een vraag is of vergelijking van kasdekken bij alleen diffuus licht juist en bruikbaar is. Zijn alle lichtmetingen zoals die in de praktijk worden (werden) uitgevoerd verricht bij vergelijkbare diffuse lichtomstandigheden en hoe grote afwijkingen van ideaal diffuus licht is nog acceptabel? Dit geldt in het bijzonder wanneer het gaat om vergelijking

bij kleine verschillen.

Onderzoek relatie stralingssom en produktie. Bij dit soort onderzoek wordt vaak gewerkt met verschillende trappen van lichtonderschepping bv. door middel van schermen of netten en door kasdekken (enkel- tegenover dubbel glas). Indien er gebruik wordt gemaakt van horizontale netten lijkt het er op (onderzoek Tooze) dat de lichttransmissie onder horizontale netten een vrij vast percentage is van het licht in de kas. Dit geldt niet of in mindere mate indien er wordt geschermd met plastic folie. Onder verschillende kasdekken kunnen de transmissiepercentages wel verschillend zijn bij diffuse en direkte straling. Transmissie voor diffuus of direkt licht zal wel gecorreleerd zijn maar in welke mate is niet zonder berekening te zeggen. Er zal hier nog verder naar gekeken moeten worden.

De enige juiste methode om licht en produktie te relateren is door veel stralingsmeters binnen in het gewas te plaatsen. Dit geldt voor alle lichtonderzoek (bv. ook naar de relatie licht en verdamping). Voor de praktijk is het meten binnen een kas en met meerdere opnemers niet eenvoudig en nauwelijks uitvoerbaar. Er zal in de praktijk dan ook meestal worden uitgegaan van de buiten gemeten straling. Om relaties te leggen tussen licht (buiten) en verdamping (bijv. in verband met automatisering van de watergift) zal de transmissie bij een gegeven stralingsniveau voor een bepaalde periode van het jaar bekend moeten zijn of kunnen worden berekend. De hoeveelheid licht welke de kas binnenkomt is van belang bij het regelen van het kasklimaat en het schermen. Het gaat in deze gevallen echter meer om momentane gegevens. De besproken transmissiegegevens hadden allen betrekking op dagsommen. De verschillen in transmissie zullen indien het om momentane verschillen gaat nog groter zijn en meer variëren dan wanneer er wordt uitgegaan van dagsomgegevens. Het geheel zal waarschijnlijk ook ingewikkelder zijn dan bij vergelijking van daglichtsommen. Nader onderzoek hierover is gewenst.

5. Literatuur

Bot, G.P.A. 1983. Greenhouse climate from physical processes to a dynamic model. Proefschrift Landbouwhogeschool, Wageningen.

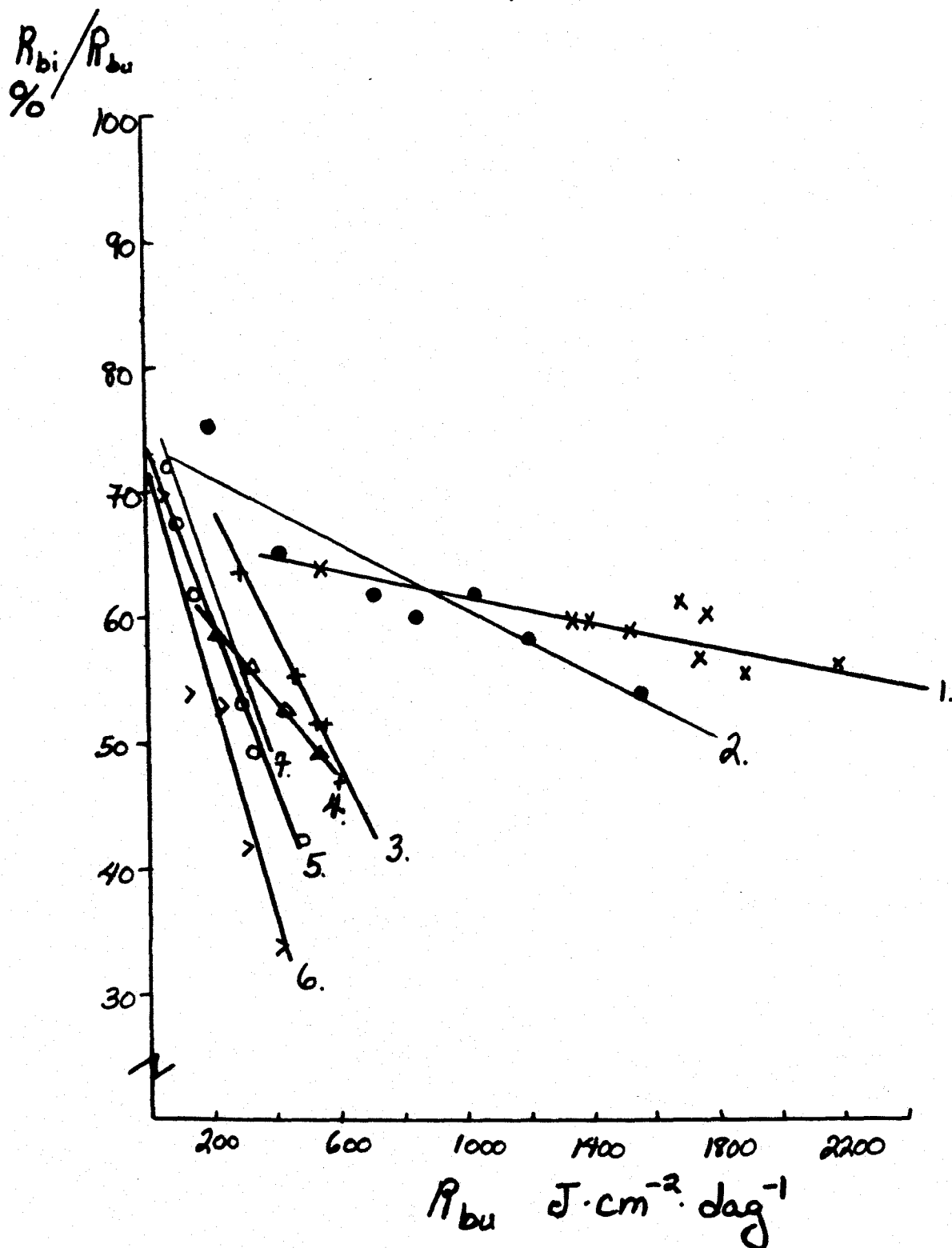
Kamphuijs, K. 1983. Het berekenen van de lichtdoorlatendheid. Afstudeerscriptie, Hogere Tuinbouwschool 's-Hertogenbosch.

Kieboom, v.d.A. 1980. Lichtdoorlatendheid van energiebesparende kasdekken. Vakblad voor de Bloemisterij 14. 34-35.

Kozai, T. and J. Goudriaan and M. Kimura 1978. Light transmission and photosynthesis in greenhouses, PUDOC, Wageningen

Rijssel, v.E. 1980. Berekenen van lichtdoorlatendheid bij kassen. Vakblad voor de Bloemisterij 4: 74-75.

FIG. 1. VERBAND TUSSEN DE BINNEN GEMETEN STRALINGSSOM PER DAG (R_{bi}) EN DE BUITEN GEMETEN STRALINGSSOM PER DAG (R_{bu}) 1983, D2-1.



1. x	26/7 - 4/8	5. o	20/11 - 26/11
2. •	14/9 - 20/9	6. >	27/11 - 1/12
3. +	31/10 - 11/11	7. □	6/1 - 12/1
4. Δ	5/11 - 9/11		

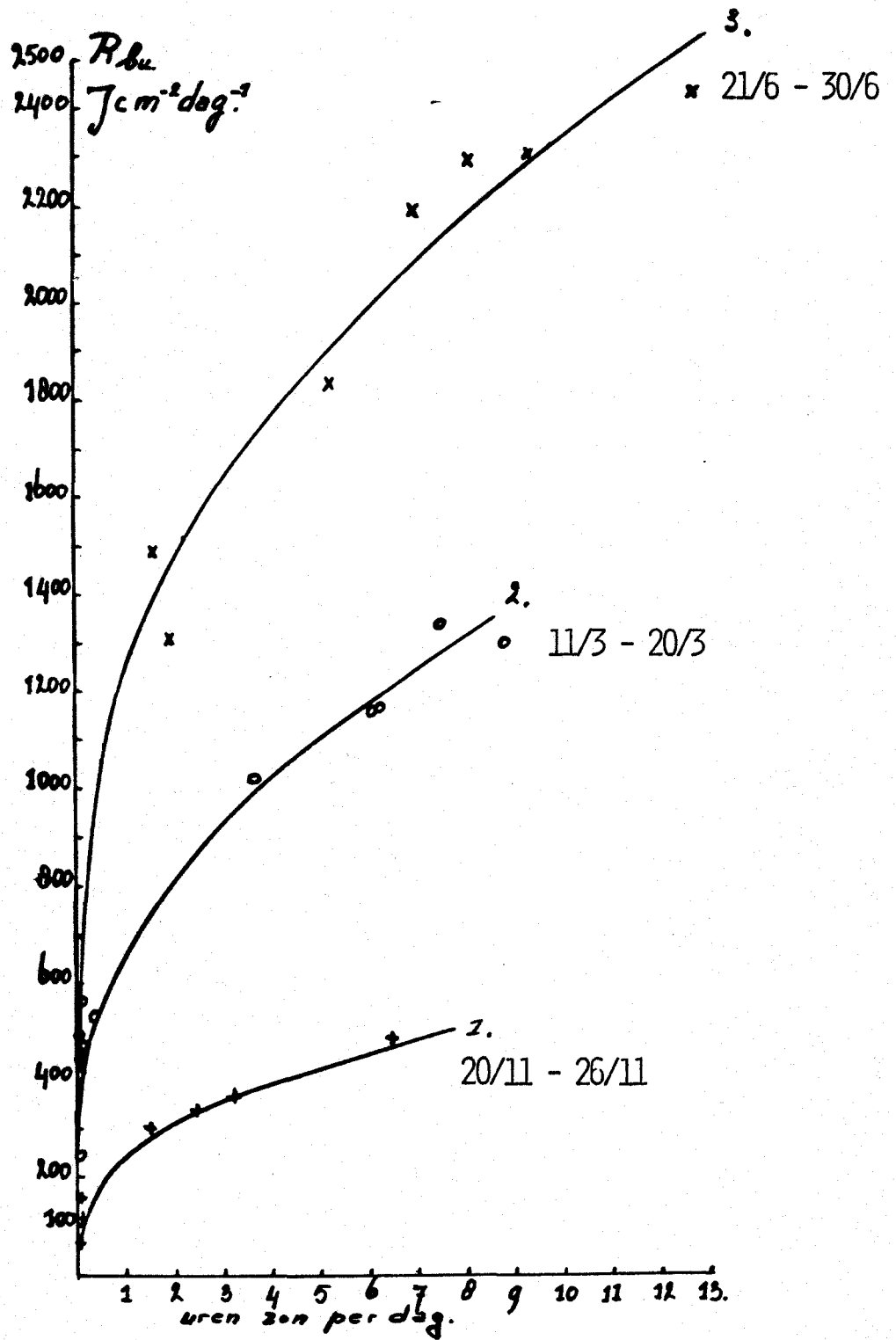


FIG. 2. VERBAND TUSSEN AANTAL UREN ZON EN DE LICHTSTRALINGSSOM PER DAG 1983.

25, 20, 26 NOVEMBER ZONLOZE DAGEN
22, 23, 24 NOVEMBER DAGEN MET ZON

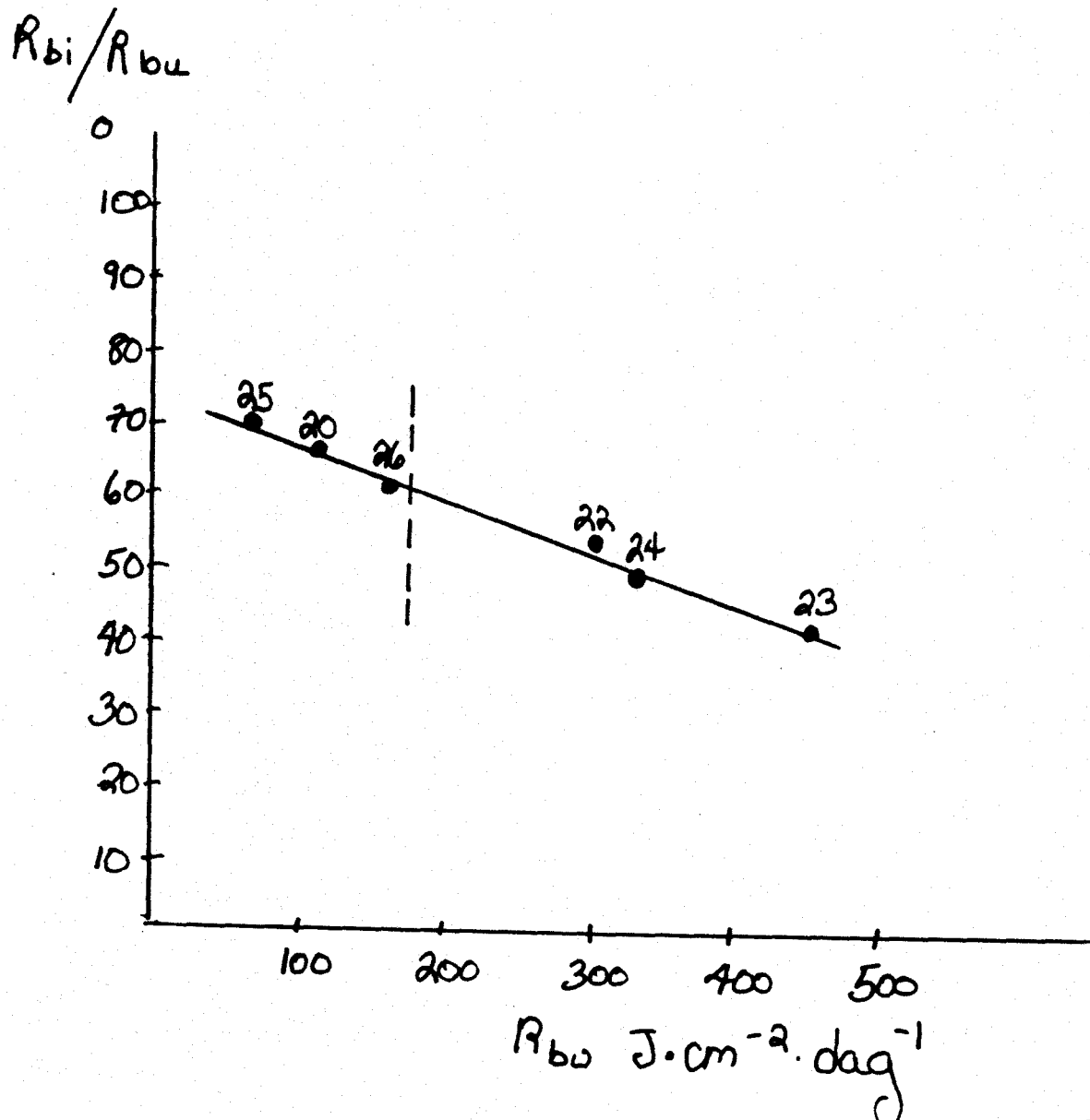


FIG. 3. VERBAND TUSSEN DE BINNEN GEMETEN STRALINGSSOM PER DAG EN DE BUITEN GEMETEN STRALINGSSOM PER DAG VOOR EEN AANEENGESLOTEN PERIODE VAN EEN WEEK 1983, D2-1.

1. 5/11 - 9/11
2. 20/11 - 26/11
3. 27/11 - 1/12

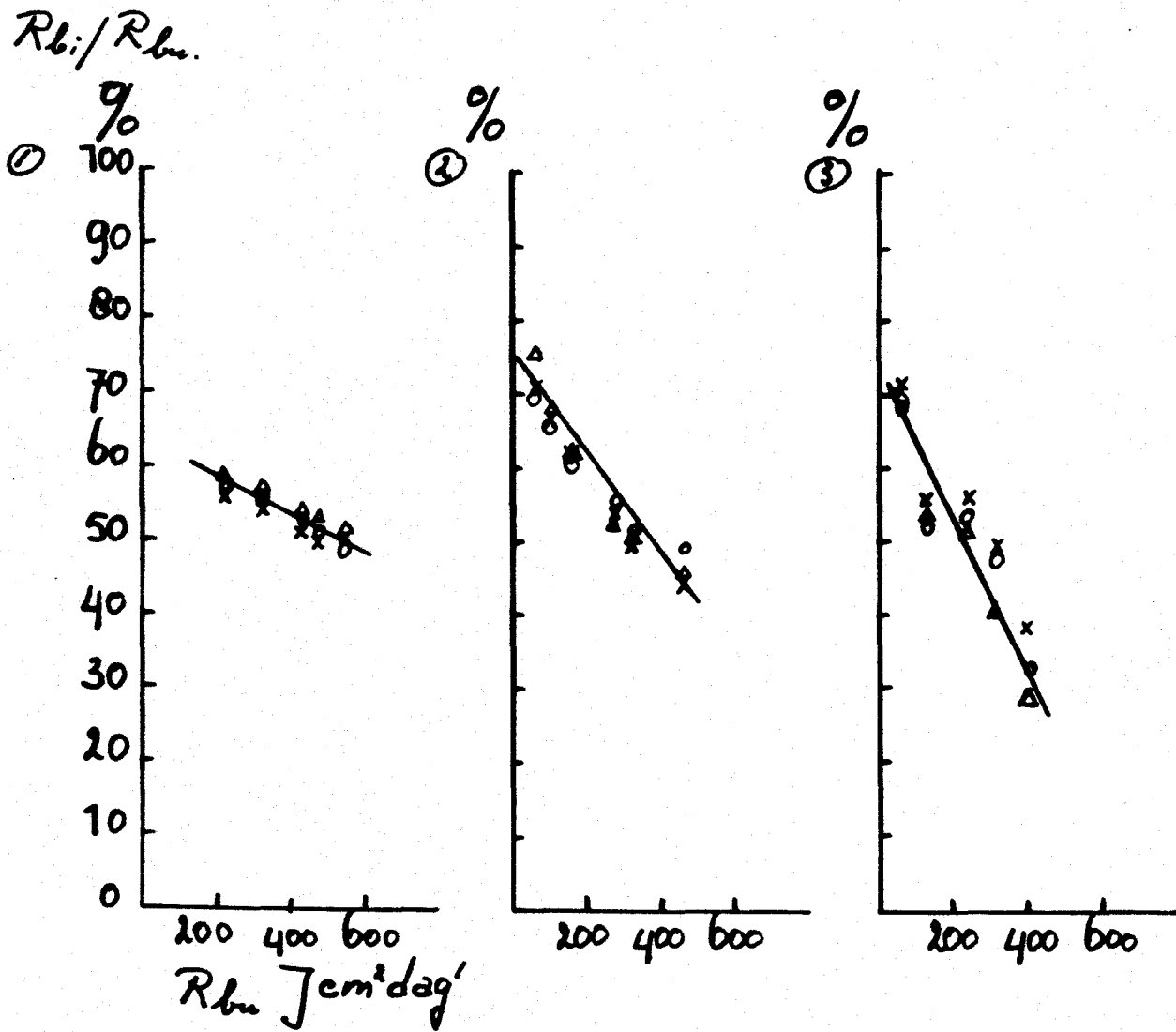


FIG. 4. VERBAND TUSSEN DE BINNEN GEMETEN STRALINGSSOM PER DAG EN DE BUITEN GEMETEN STRALINGSSOM PER DAG VOOR EEN DRIETAL MEETPUNTEN IN D2-1 1983.

1. 31/1 - 8/2
2. 9/2 - 15/2
3. 16/2 - 22/2
4. 13/2 - 1/3
5. 2/3 - 8/3
6. 7. 9/3 - 22/3
8. 23/3 - 29/3
9. 30/3 - 6/4

10. 13/4 - 20/4
11. 21/4 - 27/4
12. 2/5 - 8/5
13. 9/5 - 15/5
14. 16/5 - 23/5
15. 24/5 - 30/5
16. 12/6 - 18/6
17. 19/6 - 26/6
18. 30/6 - 6/7

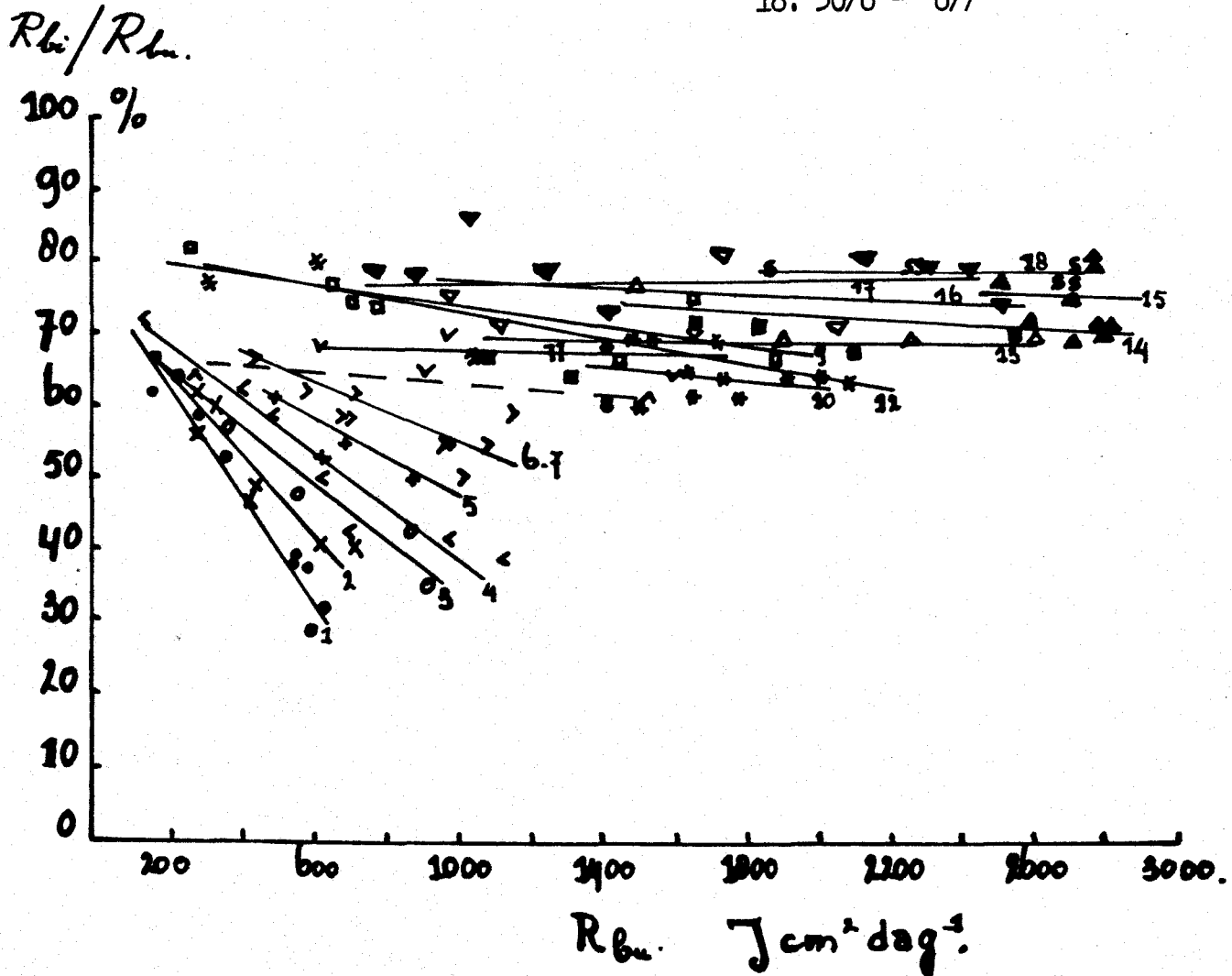


FIG. 5. VERBAND TUSSEN DE BINNEN GEMETEN STRALINGSSOM PER DAG EN DE BUITEN GEMETEN STRALINGSSOM PER DAG GEMETEN TIJDENS EEN STOOKTOEMENTEELT IN 1977, (LYSIMETERKAS).