

De invloed van de vrijloopvlakslijtage op de beiteltemperatuur bij verspanen

Citation for published version (APA):

Vergeer, T. J. (1965). *De invloed van de vrijloopvlakslijtage op de beiteltemperatuur bij verspanen*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0302). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1965

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

BB 435436


technische hogeschool eindhoven

laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek

rapport van de sectie: Slijtage

 titel: De invloed van de vrijloopvlakslijtage op de
 heiteltemperatuur bij verspanen.

auteur(s): m. J. Vergeer.

sectieleider: dr. ir. H. J. J. Kals

hoogleraar: prof. dr. ir. A. C. H. van der Wolf

samenvatting

 Dit rapport beschrijft een onderzoek
 naar de invloed van de vrijloopvlak-
 slijtage op de heiteltemperatuur bij
 verspanen.

prognose

blz. van blz.

rapport nr. 302

codering:

.

trefwoord:

slijtage

datum:

aantal blz.

 geschikt voor
 publicatie in:

INHOUDSOPGAVE:

| | |
|-----------------------------|-------|
| GEBRUIKTE SYMBOLEN — — — — | blz 3 |
| PROGNOSE & OPDRACHT — — — — | " 4 |
| PROEFOPZET — — — — — | " 5 |
| MEETRESULTATEN — — — — — | " 9 |
| KONKLUSIES — — — — — | " 10 |
| NIEUWE PROEFOPZET — — — — — | " 11 |
| EINDKONKLUSIE — — — — — | " 11 |

GEBRUIKTE SYMBOLEN .

| | |
|---|----------|
| KB = Kolbreedte (=spaankontaktlengte) | (mm) |
| VB = Vrijloopvlakslijtagebreedte | (mm) |
| VB* = Voorgeslepen vrijloopvlakslijtagebreedte | (mm) |
| ΔVB^* = Toename van de voorgeslepen vrijloopvlakslijtagebreedte tijdens verspanen | (mm) |
| s = Aanzet | (mm/omw) |
| a = Snedediepte | (mm) |
| v = Snijsnelheid | (m/sec) |
| T = Beitelpunttemperatuur bij verspanen | (°C) |
| T* = Beitelpunttemperatuur, gecorrigeerd naar aanzet- en snijsnelheidfluctuaties. | (°C) |
| T** = Beitelpunttemperatuur, gecorrigeerd naar aanzet- & snijsnelheidfluctuaties en naar beitelschacht- & werkstuktemperatuur | (°C) |

PROGNOSE EN OPDRACHT.

Prognose.

Tijdens het stabiel veronderstelde verspaningsproces (na ± 1 min.) neemt de punttemperatuur van het beitelplaatje toe. Zie Fig 1.

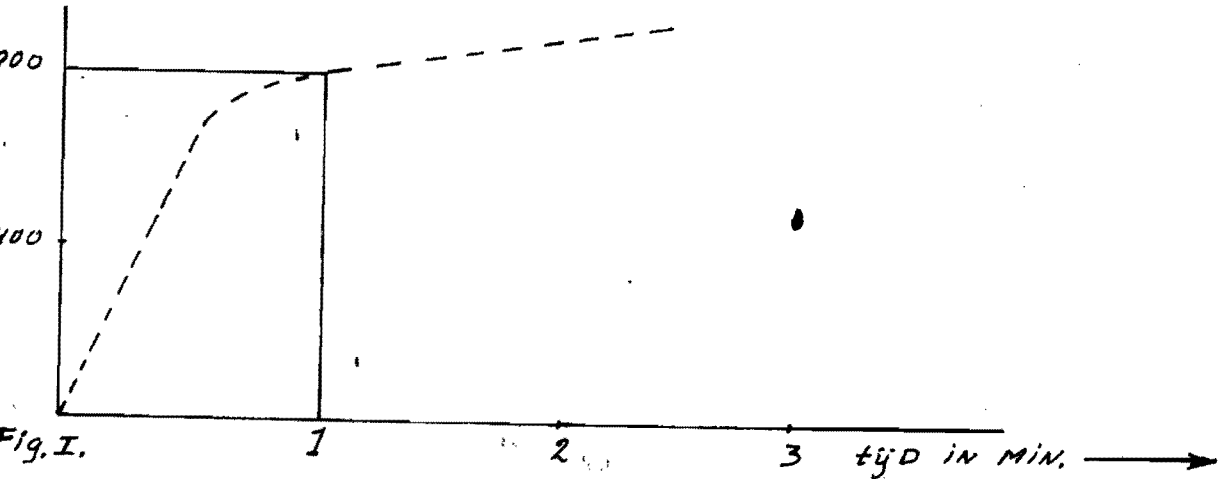


Fig. I.

Deze toename zou geheel of gedeeltelijk veroorzaakt kunnen worden door de toename van de vrijloopvlakslijtagebreedte tijdens het verspaningsproces.

Opdracht.

Het uitvoeren van een onderzoek naar de invloed van de vrijloopvlakslijtagebreedte (VB) op de temperatuur van de snijkant beitel (T) tijdens het verspaningsproces.

PROEFOPZET:1. Algemeen.

Met beitelplaatjes die een kunstmatig aangebrachte vrijloopvlakslijtagebreedte en geen kolk bezitten, wordt in het laboratorium voor beitelslijtageonderzoek, verspaand aan een draaibank m.b.v. een temperatuurmeetbeitel. De temperatuurmeting wordt volgens het thermokoppel-principe uitgevoerd, waarbij de beitel en het werkstuk een gedeelte vormen van het thermokoppel-circuit, en waarbij het contactvlak van beitel en werkstuk één van de twee lussen voorstelt. Zie hiervoor rapport WT no. 0072.

De verkregen thermo-spanning wordt gemeten met een digitale voltmeter en door een "data-logger" op ponsband geregistreerd voor automatische verwerking door de komputer. De verkregen thermo-spanningen zijn m.b.v. ijktabellen of ijkarakteristieken te vertalen in temperaturen.

2. Het vervaardigen van beitelplaatjes met voorgeslepen vrijloopvlakslijtage.Methode A:

De beitelplaatjes worden met de hand over de slijpmachine-tafel (welke onder de gewenste hoek geplaatst is), tegen de roterende slijpschijf gedrukt. Zo zijn de voorgeslepen vrijloopvlakken van plaatje 1 t/m 5 tot stand gekomen.

Nadelen bij deze slijpmethode zijn:

- 1/ Het geslepen vlak is vrij ruw (slijpkrassen).
- 2/ De slijtage rond de beitelpunt is nauwelijks voor te slijpen.
- 3/ De hoek, waaronder het beitelplaatje bij verspanen is ingespannen is niet precies dezelfde, als de hoek van de slijptafel.

Methode B:

De plaatjes 6 t/m 12 zijn geslepen door het werkstuk zelf, waarbij de plaatjes ingespannen worden in dezelfde beitelhouder waarmee de experimenten worden uitgevoerd. Eerst wordt er gedurende 2 á 3 seconden verspaand, er is dan nauwelijks kolkslijtage. Daarna wordt de aanzet stopgezet, waarbij het beitelplaatje tegen het roterende werkstuk gedrukt blijft onder de werking van een voorspankracht. Deze kracht wordt verwezenlijkt door een massa aan een koord,

dat aan het aanzetwiel gewikkeld is. Het is gebleken dat de geregistreeerde vrijloopvlaktemperatuur een indicatie is voor de slijtagesnelheid van het vrijloopvlak.

Bij methode B zijn de nadelen van methode A niet aanwezig. Een nadeel bij methode B is echter dat de plaatjes als gevolg van de hierbij zelf opgewekte trillingen in de houder kunnen draaien, waardoor de voor te slijpen vrijloopvlakslitagezone konisch en hiermede minder goed gedefinieerd wordt.

3. Kritische beschouwingen:

Als de invloed van een parameter (VB^* in dit onderzoek) op een fenomeen (T) van een proces (verspaningsproces) wordt onderzocht, dan is een eerste vereiste, dat de invloed van andere parameters (o.a. aanzet, snedediepte, snijsnelheid, kolkslitage, werkstuk- en kamertemperatuur) op dat fenomeen (T) minstens één orde van grootte kleiner is, dan de invloed van de te onderzoeken parameter (VB^*).

In dit onderzoek mag een willekeurige parameter wél een systematische afwijking veroorzaken, omdat de absolute getalwaarde van de gemeten temperatuur niet interessant is. De afwijking zal de T - VB^* karakteristiek slechts vertikaal doen verschuiven.

De kolkbreedte KB (zie fig. 2) neemt toe tijdens het verspanen. De invloed hiervan op de temperatuurtoename van het beitelplaatje wordt geëlimineerd door twee factoren:

- 1/ Er wordt verspaand met plaatjes die een, voor iedere snijkant verschillende VB^* hebben en waarbij aangevangen wordt met een maagdelijk spaanvlak. ($KB = 0$).
- 2/ Er wordt met iedere snijkant een vaste tijdsduur (2 minuten) verspaand.

Hierdoor zal bij verspaningsproeven van gelijke tijdsduur en uiteraard met gelijke a , s en v , een equivalente kolkbreedte optreden, en zal de invloed van de kolkslitage op T systematisch zijn.

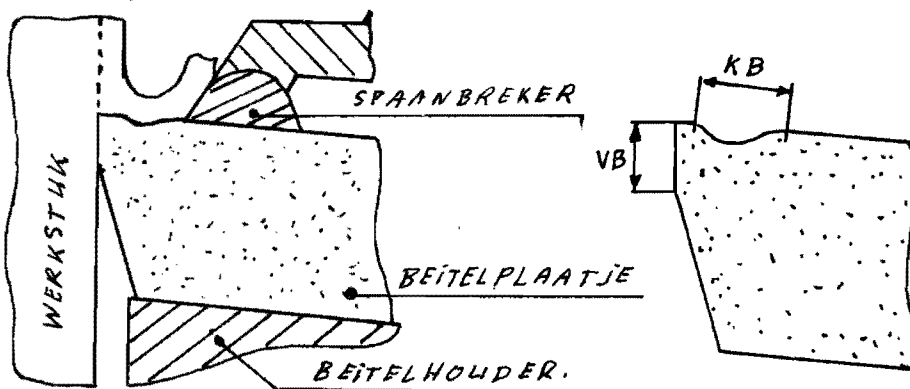


Fig. 2.

Voor de verschillende experimenten bestaan er fluktuaties m.b.t. de nominaal ingestelde waarden in aanzet (s) en snijsnelheid (v). Met betrekking hiertoe kan een temperatuurmatrix (tabel 1) beschouwd worden, waaruit de invloed van de variaties in aanzet en snijsnelheid op de verspaningstemperatuur kan worden afgeleid. De matrix A geeft de gemeten temperaturen weer bij gegeven kondities van v en s . De waargenomen verschillen in de meetwaarden van T , bij overigens dezelfde kondities, maar bij verschillende beitelplaatjes, is mogelijk te verklaren uit het feit dat verschillende beitelplaatjes ook verschillend van samenstelling zijn. Hierdoor kan een systematisch verschil in de gemeten thermospanningen veroorzaakt worden. Met behulp van de matrix A kunnen correcties doorgevoerd worden, gebaseerd op de aanname, dat de verschillende beitelplaatjes bij dezelfde verspaningskondities ($v=2,5$ m/s en $s=0,30$ mm/omw) eenzelfde temperatuur (T) bezitten. Welke temperatuurwaarde als referentie genomen wordt is niet interessant. Vanwege de realiteit is een beiteltemperatuur genomen van $777,50$ °C bij $v=2,5$ m/s en $s=0,30$ mm/omw, welke de gemiddelde waarde vertegenwoordigt van plaatje 2 onder de zojuist genoemde verspaningskondities. T_s en T_v zijn de invloedsgetallen van resp. de aanzet en de snijsnelheid op de verspaningstemperatuur rond de verspaningskondities $v=2,5$ m/s en $s=0,30$ mm/omw.

De maximale veranderingen in aanzet en snijsnelheid tijdens de metingen bedroegen resp. ($0,302-0,299$) mm/omw en ($2,510-2,447$) m/s. De invloed van de fluktuaties van s en v op de verandering in T bedraagt dus maximaal ruim 5 °C. Er is dus een handbreedte van 5 °C bij de verkregen temperatuurmetingen.

Verandering in de temperatuur van de beitelerschacht beïnvloedt de temperatuurmeting doordat de koude las van het thermokoppel de temperatuur van de schacht heeft. De beitelerschachttemperatuur varieert van 23 °C t/m 28 °C gezien over alle experimenten, doch varieert deze slechts 3 graden per beitelplaatje.

Ook zal de temperatuur van het werkstuk vóór verspaning van invloed zijn op de thermokoppel-spanning (EMK-opbrengst). De temperatuur van het werkstuk vóór het begin der experimenten varieert van 23 °C t/m 39 °C gezien over alle experimenten; per beitelplaatje is de variatie slechts 6 graden.

PUNTEMP. °C

| | 2,2 | 2,5 | 2,8 |
|---|--|-------------------------------|-----------------|
| 1 | (1.1) 765,30 | (1.2) 784,73 | (1.3) 807,57 |
| 2 | (2.1) (1.4) → 745,89 (2.2) ↗ 775,07 (2.4) ↘ 764,62 | → 803,09 779,92 ← (3.4) | (2.3) 804,62 |
| 3 | (3.1) 756,96 | (3.2) 729,99 | (3.3) 802,80 |

A

$$T_s = \frac{\Delta T}{\Delta s} = \frac{742,87 - 759,14}{0,33 - 0,27} = 271,2 \frac{°C}{mm}$$

$$T_v = \frac{\Delta T}{\Delta v} = \frac{804,62 - 745,89}{2,8 - 2,2} = 79,9 \frac{°C}{sek}$$

SNÏJSNELHEID (m/sek)

\tilde{s} = AANZET VARIATIE BIJ METEN (mm)

\tilde{v} = SNÏJSNELHEID VARIATIE BIJ METEN (1/sek)

(1.2) = PLAATJE 1, SNÏJKANT 2

(2.1) = " 2, " 1

etc.

NO. PLAATJE

ZOET 0,330 0,307 0,271
(mm/100mm)

SNÏJSNELHEID m/sek.

| | 2,2 | 2,5 | 2,8 |
|---------------|--------|-----------------|-----------------|
| (1.1) | 739,71 | (1.2) 759,14 | (1.3) 781,98 |
| (2.1) (1.4) → | 745,89 | 777,50 | (2.3) 804,62 |
| (2.2) ↗ | | 777,50 | |
| (2.4) ↘ | | 777,50 | (3.4) |
| (3.1) | 769,84 | (3.2) 742,87 | (3.3) 815,68 |

B

$$\Delta T_{\tilde{s}} = T_s * \tilde{s} = 271,2 (0,302 - 0,299) = 0,8 °C$$

$$\Delta T_{\tilde{v}} = T_v * \tilde{v} = 79,9 (2,510 - 2,447) = 5,0 °C$$

$$\Delta T_{\tilde{s}, \tilde{v}} = \sqrt{\Delta T_{\tilde{s}}^2 + \Delta T_{\tilde{v}}^2}$$

$$= \sqrt{0,64 + 25,00} = 5,06 \approx 5,1 °C$$

TABEL I

TEMP. MATRIX $\left\{ \begin{array}{l} A \text{ (DIREKTE WAARDEN)} \\ B \text{ (GEKORRIGEERDE WAARDEN).} \end{array} \right.$

De invloed van de verandering van de schacht- en werkstuktemperatuur op de verspaningstemperatuur is in dit onderzoek niet onderzocht, maar aangenomen wordt, dat deze invloed nagenoeg lineair is, en de grootte heeft van de fluktuaties van de schacht- en werkstuktemperatuur, met dien verstande dat een toename van de schachttemperatuur een afname van gelijke grootte, en een toename van de werkstuktemperatuur een toename van gelijke grootte in de EMK-opbrengst veroorzaakt.

Een sommatie van onnauwkeurigheden van de proefopzetting, waarvan verondersteld wordt, dat hun invloed op T orde(n) kleiner zijn dan de invloed van de verandering van VB^* op T :

- 1/ Het aflezen van de VB^* .
- 2/ Het meten van de werkstuktemperatuur en schachttemperatuur.
- 3/ Het meten van de werkstukdiameter.
- 4/ Het transformeren van EMK naar $^{\circ}C$.
- 5/ Inhomogeniteit van het beitelplaatje en werkstuk.

MEETRESULTATEN.

De verkregen resultaten leggen geen eenduidig verband tussen de verspaningstemperatuur en de voorgeslepen vrijloopvlak-slijtage. Zie grafiek 1A (beitelplaatje no. 1 t/m 5), waarbij de verkregen meetpunten niet gekorrigeerd zijn op fluktuaties in aanzet-snijsnelheid en schacht-werkstuktemperatuur. Zo ook grafiek 2A, welke de resultaten van de met methode B voorgeslepen beitelplaatjes weergeeft. De grafieken 1B en 2B zijn tot stand gekomen met behulp van resp. tabel 2 en tabel 3. Er is dus gekorrigeerd op afwijkingen van de gemiddelde aanzet en de gemiddelde snijsnelheid over de meettijd t.o.v. de nominale aanzet (0,30 mm/omw) en de nominale snijsnelheid (2,5 m/s).

Deze korrektie geeft geen noemenswaardige verandering van de grafieken, die het verband moeten leggen tussen de verspaningstemperatuur en de vrijloopvlak-slijtagebreedte.

De grafieken 1C en 2C zijn ontstaan uit resp. grafieken 1B en 2B, door korrektie op de schacht- en werkstuktemperatuur toe te passen. Zie hiervoor tabel 4. Hoewel bepaalde beitelplaatjes een overeenkomstig verloop te zien geven, leggen ook deze grafieken geen eenduidig verband tussen T en VB .

KONKLUSIES.

Uit de genoemde grafieken zou gekonkludeerd kunnen worden, dat T beïnvloedt wordt door VB^* . Een toename van de VB^* geeft soms een stijgende, soms een dalende of soms een fluktuerende tendens te zien van de beitelpunttemperatuur (T). Grafiek 5 geeft een redelijke indruk van het verloop van de vrijloopvlakslijtagebreedte tijdens het verspanen. Dit verloop (ΔVB^*) is groot bij lage VB^{**} en klein bij grote VB^* . Aangezien de relatieve fout in VB^* , veroorzaakt door ΔVB^* tijdens het verspanen, klein is (n.l. 4 tot 9%), zou men, door de EMK-opbrengst of de daaruit gekonstrueerde temperatuur uit te zetten tegen de VB^* , zeker voor grote VB^* een reële indicatie moeten verkrijgen van:

- 1/ De invloed van de vrijloopvlakslijtage op de EMK-opbrengst.
- 2/ Het temperatuurverloop langs de vrijloopvlakslijtagebreedte volgens de theorie van Holger Lowack.

Zie hiervoor: Temperaturen an Hartmetalldrehwerkzeugen bei der Stahlzerspannung.

Holger Lowack.

Dissertatie, Aken 9 jan. 1967.

of: Rapport W.T. 301.

De reeds eerder gestelde prognose is echter niet bevestigd. Opgemerkt kan worden, dat de toename van de beitelpunttemperatuur, tijdens stabiel verondersteld verspanen, voor een ondergeschikt deel veroorzaakt wordt door de temperatuuroename van het werkstuk.

Het grote verschil in krachterspel tussen het slijpen volgens methode B en verspanen veroorzaakt een verandering van de stand van het beitelplaatje, waardoor bij het meten (verspanen) maar een gedeelte van het voorgeslepen vrijloopvlak in contact is met het werkstuk.

Door de onnauwkeurigheid van de hoekinstelling bij het slijpen volgens methode A zal ook hier het voorgeslepen vrijloopvlak niet dezelfde zijn als het vrijloopvlak van de meting.

Het feit, dat de onderlinge spreiding in de resultaten toeneemt met hogere waarden voor VB^* , versterkt de hiervóór beschreven gedachte.

Een nieuwe stap in dit onderzoek is dan ook het volgende:

NIEUWE PROEFOPZET.

Er wordt onder de vereiste condities verspaand ($v=2,5$ m/s en $s=0,30$ mm/omw) met beitelplaatjes waarvan de kolken worden weggeslepen. Aangezien de kolkdiepte (0,09mm) veel kleiner is dan de vrijloopvlakslijtagebreedte (0,50 à 0,60mm), blijft er na het wegslijpen van de kolken nog een reële vrijloopvlakbreedte over. Met iedere snijkant van deze plaatjes 1 t/m 3 is gedurende 1 minuut verspaand, waarbij in de laatste halve minuut tevens de beiteltemperatuur gemeten wordt. Zodoende is ook hier de invloed van de kolkslijtage systematisch, en dus niet nadelig voor de metingen. De verkregen temperaturen (T) zijn gecorrigeerd op fluktuaties in snijsnelheid, aanzet, schacht- en werkstuktemperatuur. Zie hiervoor tabel 6. Grafiek 3 is ontstaan door zowel de ongecorrigeerde als de gecorrigeerde temperaturen uit te zetten tegen de hierboven beschreven aangebrachte vrijloopvlakslijtagebreedten.

EINDKONKLUSIE.

Hoewel het beitelplaatje 3 lage meetwaarden geeft, vertonen de kurven allen een afname van T als functie van VB^* .

Dus in het algemeen geeft een toename van de vrijloopvlakslijtagebreedte bij verspanen een vermindering van de toename van de verspaningstemperatuur, voor een VB tussen 0,17 en 0,44 mm.

De prognose is dus niet bevestigd, doch stellig ontkend.

GRAFIEK IA

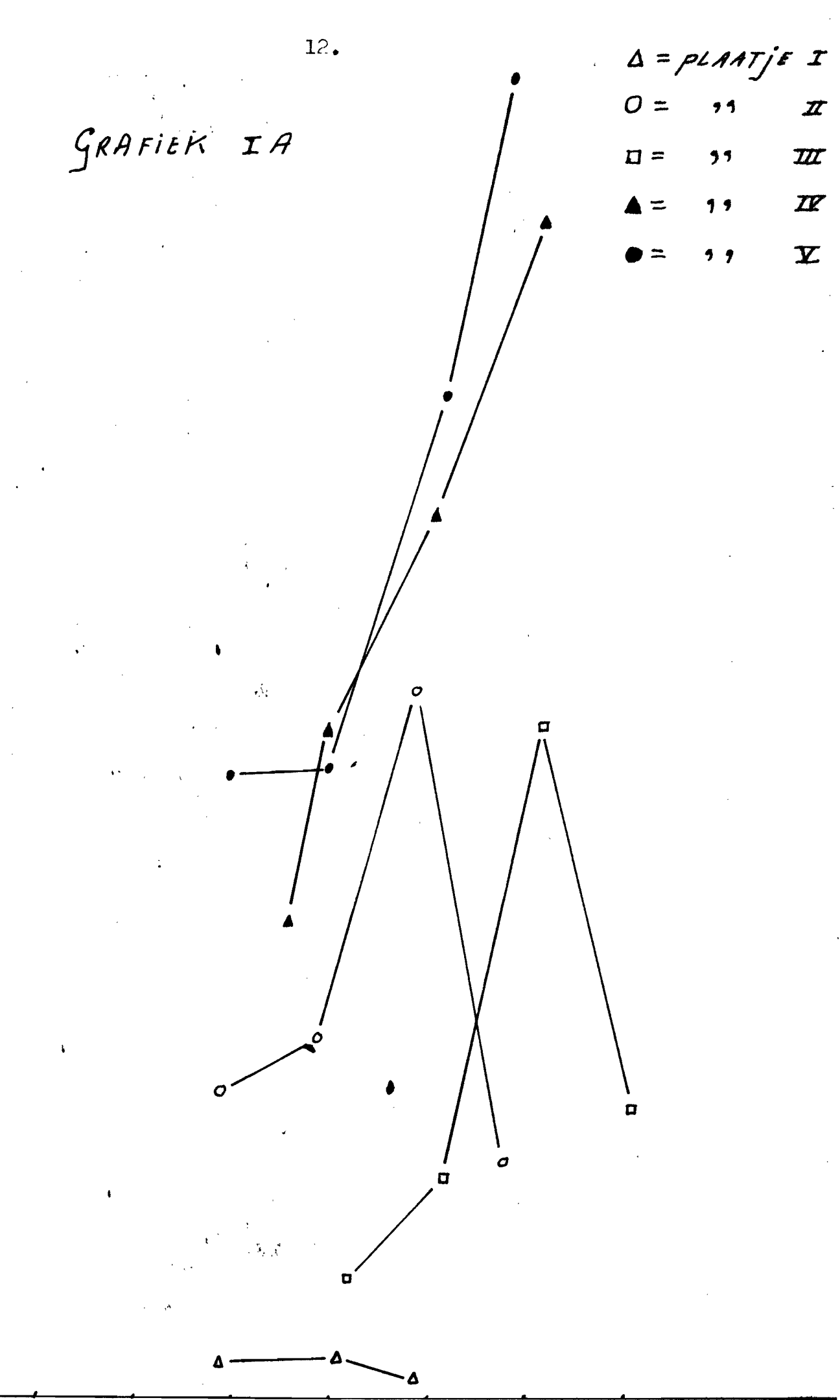
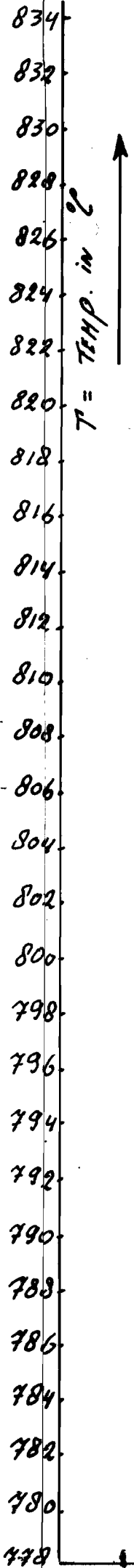
Δ = PLAATJE I

O = " II

□ = " III

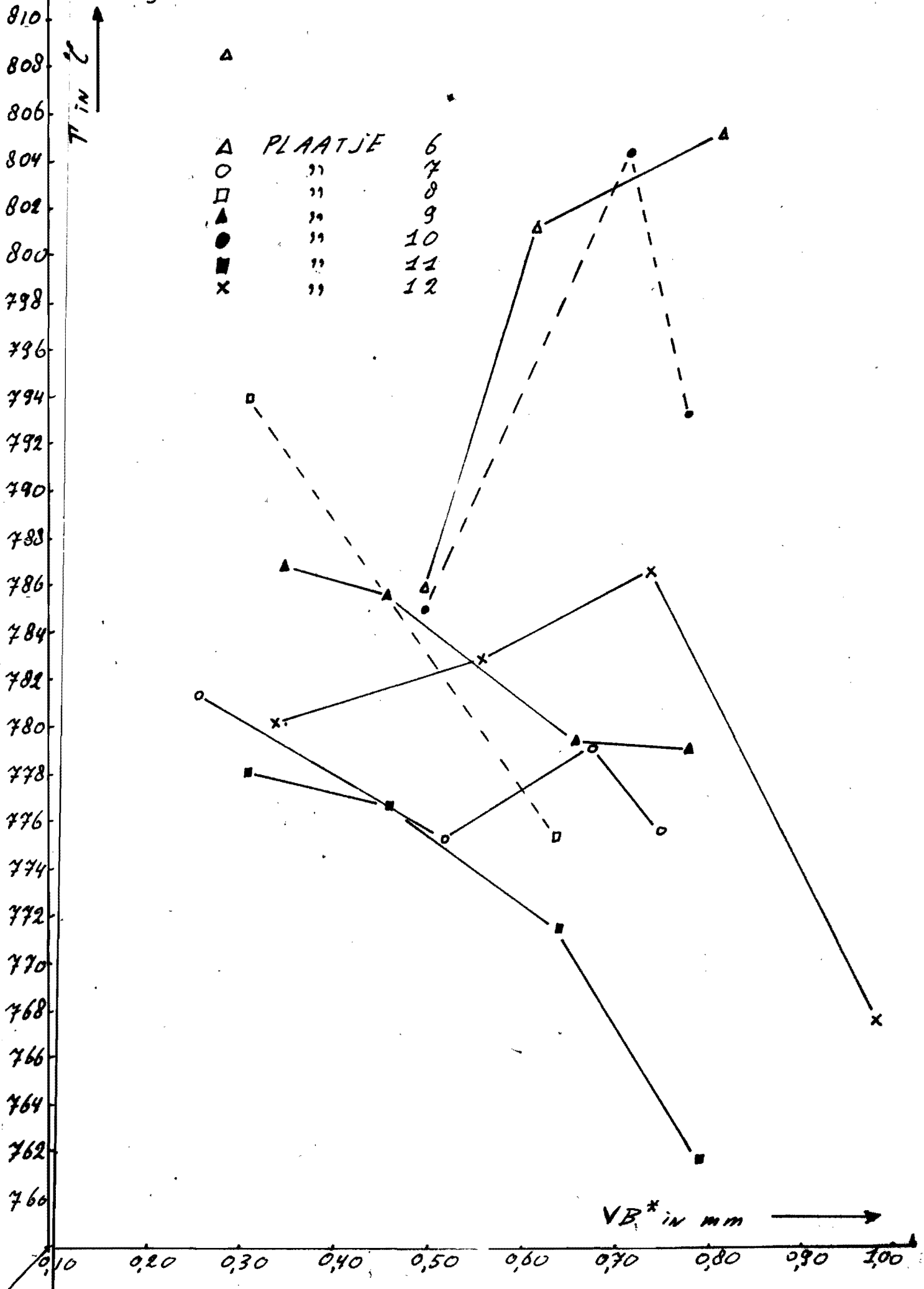
▲ = " IV

● = " V



GRAFIEK IIA

13.



TABEL II

14.

| MO. PLAATJE | T(°C) | Snijsmelh. v (mm/sek) | $\Delta v =$ $v_{nom} - v$ (mm/sek) | aanzet s (mm) | $\Delta s =$ $s_{nom} - s$ (mm) | $T^* = T + T_B * \Delta s + T_W * \Delta v$ (°C) |
|----------------|--------|--------------------------|---|------------------|---------------------------------------|---|
| 1.1.41 | 779,75 | 2,496 | 0,004 | 0,300 | 0,000 | 780,07 |
| 1.2.29 | 779,55 | 2,507 | -0,007 | 0,301 | -0,001 | 778,72 |
| 1.4.49 | 778,82 | 2,504 | -0,004 | 0,300 | 0,000 | 778,50 |
| 2.1.29 | 790,47 | 2,507 | -0,007 | 0,300 | 0,000 | 789,91 |
| 2.2.39 | 792,64 | 2,502 | -0,002 | 0,301 | -0,001 | 792,21 |
| 2.3.49 | 806,73 | 2,500 | 0,000 | 0,299 | +0,001 | 807,00 |
| 2.4.58 | 787,62 | 2,503 | -0,003 | 0,300 | 0,000 | 787,38 |
| 3.1.42 | 782,91 | 2,496 | +0,004 | 0,299 | +0,001 | 783,50 |
| 3.2.52 | 787,07 | 2,507 | -0,007 | 0,300 | 0,000 | 786,51 |
| 3.3.62 | 805,29 | 2,505 | -0,005 | 0,299 | +0,001 | 805,16 |
| 3.4.71 | 789,79 | 2,509 | -0,009 | 0,300 | 0,000 | 789,07 |
| 4.1.36 | 797,42 | 2,493 | +0,007 | 0,301 | -0,001 | 797,69 |
| 4.2.40 | 805,16 | 2,500 | 0,000 | 0,301 | -0,001 | 804,89 |
| 4.3.51 | 813,95 | 2,497 | +0,003 | 0,299 | +0,001 | 814,46 |
| 4.4.62 | 825,75 | 2,499 | +0,001 | 0,301 | -0,001 | 825,56 |
| 5.1.30 | 803,28 | 2,486 | +0,014 | 0,301 | -0,001 | 804,13 |
| 5.2.40 | 803,55 | 2,493 | +0,007 | 0,302 | -0,002 | 803,57 |
| 5.3.52 | 818,72 | 2,505 | -0,005 | 0,301 | -0,001 | 818,05 |
| 5.4.59 | 831,53 | 2,504 | -0,004 | 0,301 | -0,001 | 830,94 |

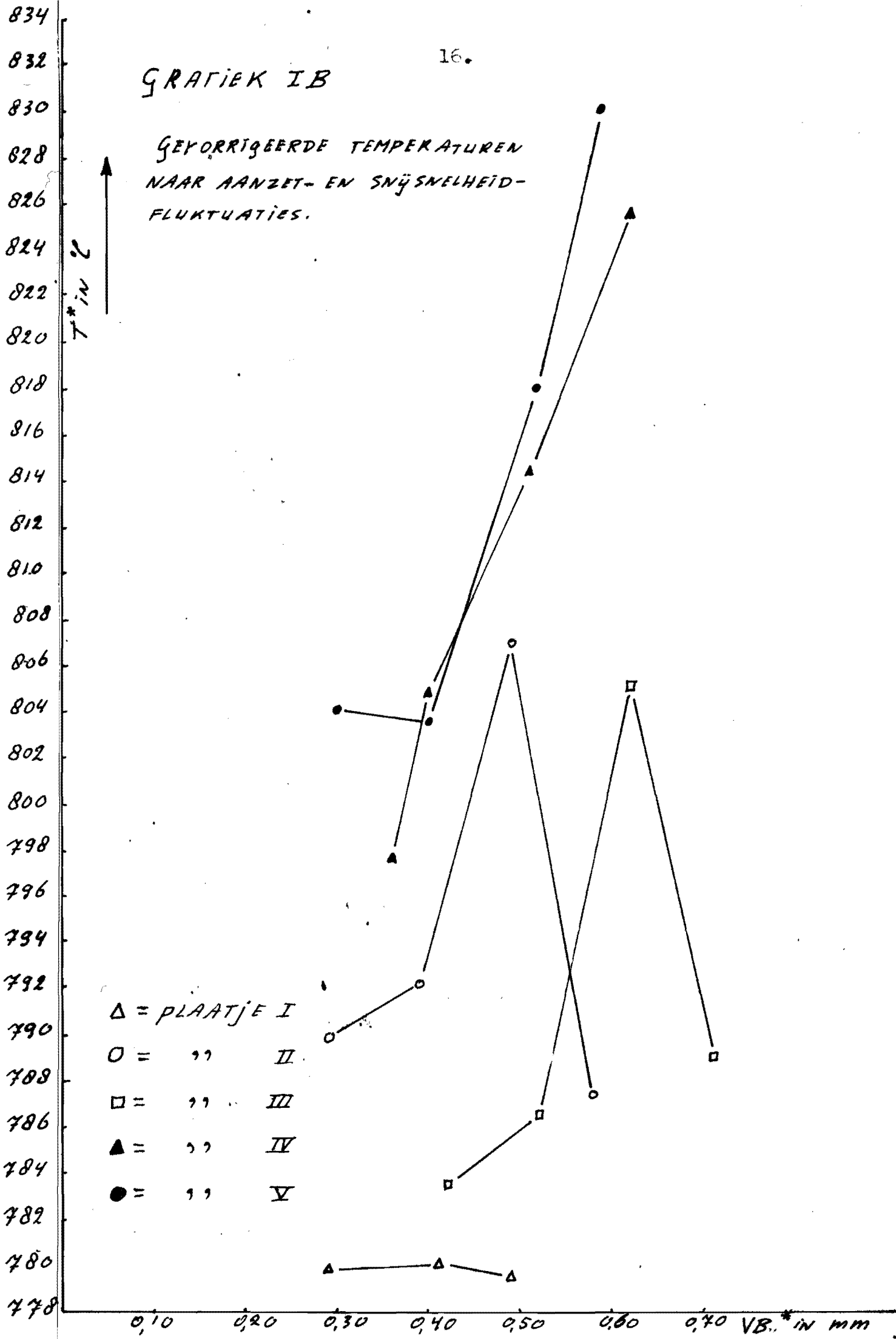
TABEL III

15.

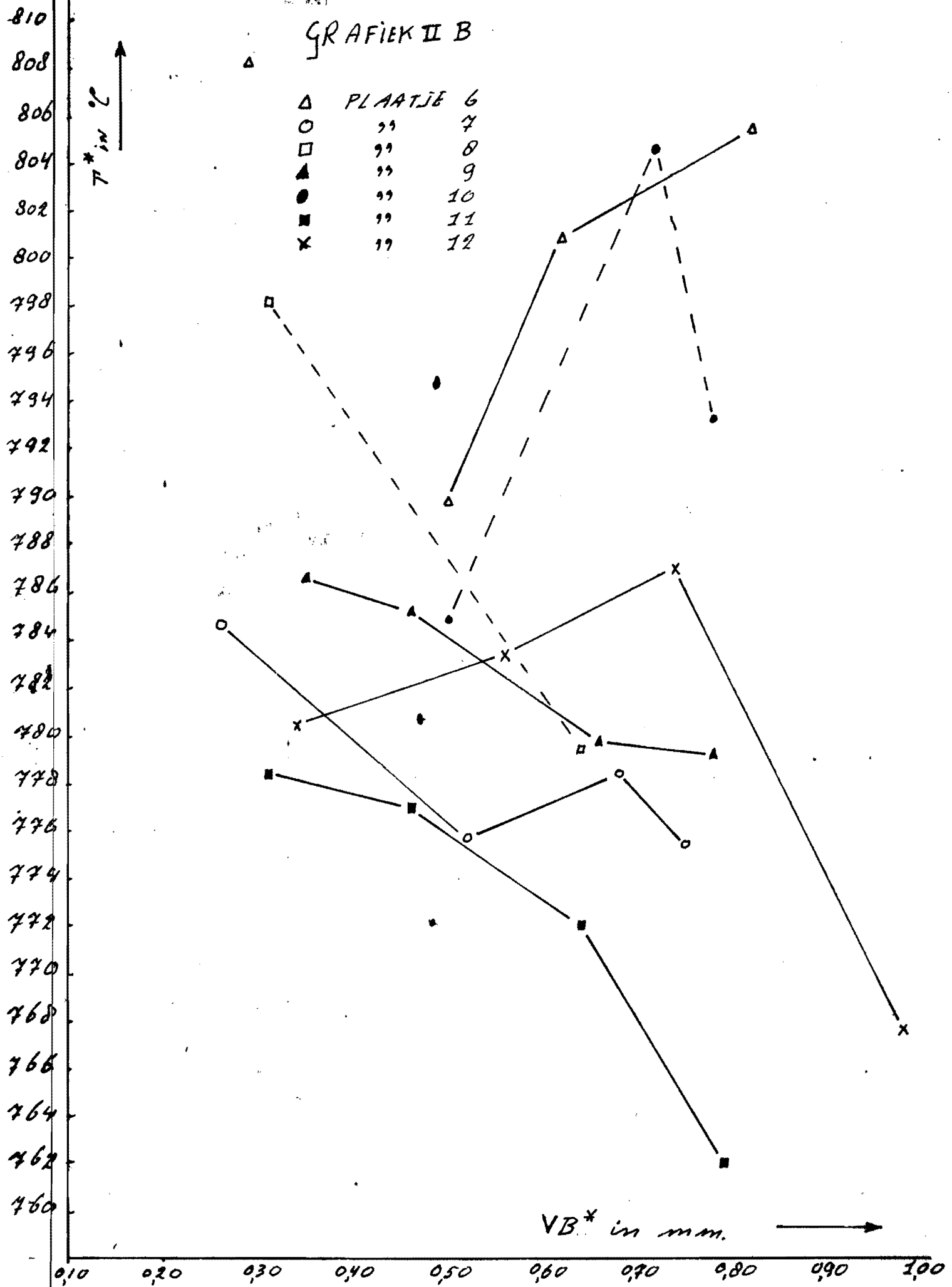
| no. PLAATJE | T(°C) | Snijsnelh. v (m/sek) | $\Delta v =$ $v_{nom} - v$ (m/sek) | oantel s (mm) | $\Delta s =$ $s_{nom} - s$ (mm) | $T^* = T + T_s * \Delta s + T_v * \Delta v$ (°C) |
|----------------|--------|-------------------------|--|------------------|---------------------------------------|---|
| 6.1.29 | 808,75 | 2,499 | +0,001 | 0,302 | -0,002 | 808,29 |
| 6.2.62 | 801,37 | 2,502 | -0,002 | 0,301 | -0,001 | 800,94 |
| 6.3.82 | 805,34 | 2,498 | +0,002 | 0,300 | 0,000 | 805,50 |
| 6.4.50 | 786,09 | 2,449 | +0,051 | 0,301 | -0,001 | 789,89 |
| 7.1.26 | 781,49 | 2,453 | +0,047 | 0,302 | -0,002 | 784,70 |
| 7.2.52 | 775,36 | 2,450 | +0,050 | 0,300 | 0,000 | 775,76 |
| 7.3.68 | 779,32 | 2,504 | -0,004 | 0,302 | -0,002 | 778,46 |
| 7.4.75 | 775,73 | 2,500 | 0,000 | 0,301 | -0,001 | 775,46 |
| 8.1.31 | 794,05 | 2,447 | +0,053 | 0,300 | 0,000 | 798,28 |
| 8.4.64 | 775,52 | 2,450 | +0,050 | 0,300 | 0,000 | 779,52 |
| 9.1.46 | 785,83 | 2,510 | -0,010 | 0,299 | +0,001 | 785,30 |
| 9.2.35 | 787,08 | 2,502 | -0,002 | 0,301 | -0,001 | 786,65 |
| 9.3.66 | 779,56 | 2,497 | +0,003 | 0,300 | 0,000 | 779,80 |
| 9.4.78 | 779,18 | 2,499 | +0,001 | 0,300 | 0,000 | 779,26 |
| 10.1.78 | 793,43 | 2,497 | +0,003 | 0,301 | -0,001 | 793,40 |
| 10.3.50 | 785,10 | 2,605 | -0,006 | 0,299 | +0,001 | 784,89 |
| 10.4.72 | 804,51 | 2,497 | +0,003 | 0,300 | 0,000 | 804,75 |
| 11.1.31 | 778,21 | 2,494 | +0,006 | 0,301 | -0,001 | 778,42 |
| 11.2.46 | 776,83 | 2,497 | +0,003 | 0,300 | 0,000 | 777,07 |
| 11.3.64 | 771,81 | 2,493 | +0,007 | 0,301 | -0,001 | 772,10 |
| 11.4.79 | 761,83 | 2,500 | 0,000 | 0,299 | +0,001 | 762,10 |
| 12.1.34 | 780,26 | 2,501 | -0,001 | 0,299 | +0,001 | 780,45 |
| 12.2.56 | 782,99 | 2,494 | +0,006 | 0,300 | 0,000 | 783,46 |
| 12.3.74 | 786,73 | 2,493 | +0,007 | 0,301 | -0,001 | 787,02 |
| 12.4.98 | 767,68 | 2,503 | -0,003 | 0,299 | +0,001 | 767,71 |

GRAFIEK IB

GEVORRIGERDE TEMPERATUREN
NAAR AANZET- EN SNÏSMELHEID-
FLUKTUATIES.



GRAFIEK II B



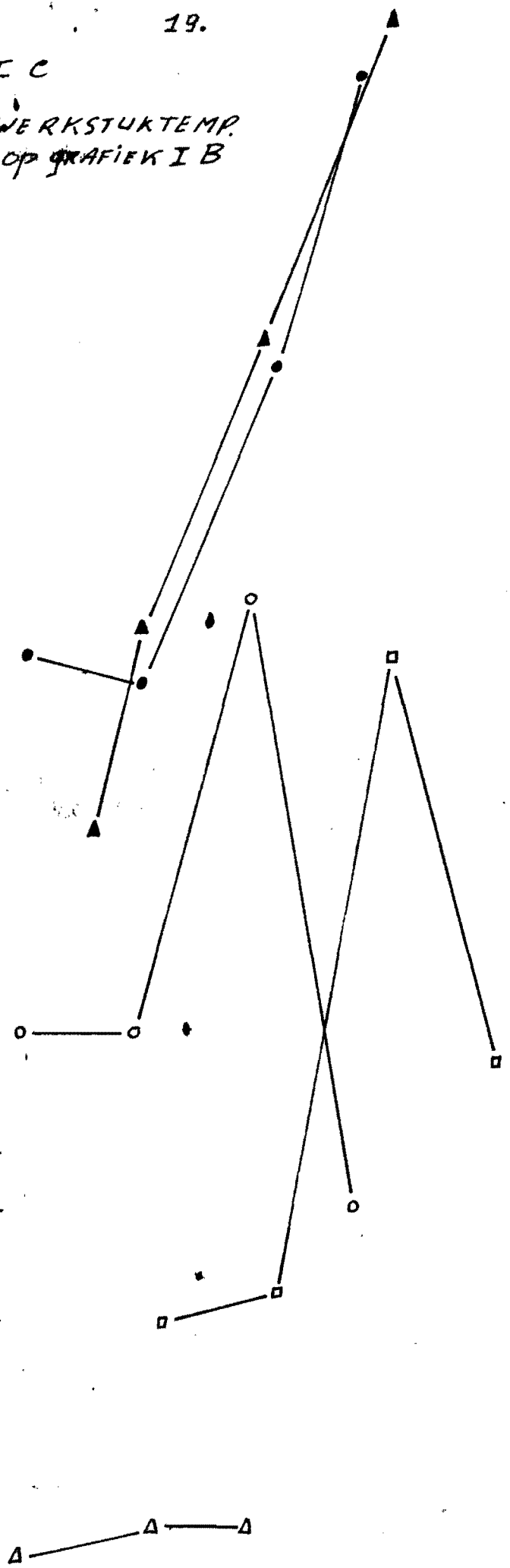
TABEL IV

| $T_{\text{tabel II}}^*$ (°C) | $\Delta T_S =$ TSCHACHT -20°C | $\Delta T_W =$ 20°C -TWERKST. | $T^{**} = T_{\text{tabel II}}^*$ + $\Delta T_S + \Delta T_W$ | $T_{\text{tabel III}}^*$ (°C) | $\Delta T_S =$ TSCHACHT -20°C | $\Delta T_W =$ 20°C -TWERKST. | $T^{**} = T_{\text{tabel III}}^*$ + $\Delta T_S + \Delta T_W$ |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 780,07 | 3 | -10 | 773 | 808,29 | 4 | -4 | 808 |
| 778,72 | 4 | -11 | 772 | 800,94 | 4 | -4 | 801 |
| | | | | 805,50 | 5 | -8 | 803 |
| 778,50 | 5 | -11 | 773 | 789,89 | 5 | -10 | 785 |
| 789,91 | 2 | -2 | 790 | 784,70 | 5 | -10 | 780 |
| 792,21 | 3 | -5 | 790 | 775,76 | 5 | -10 | 771 |
| 807,00 | 3 | -5 | 805 | 778,46 | 5 | -12 | 781 |
| 787,38 | 3 | -6 | 784 | 775,46 | 6 | -14 | 767 |
| 783,50 | 3 | -7 | 780 | 798,28 | 3 | -3 | 798 |
| 786,51 | 3 | -9 | 781 | | | | |
| 805,16 | 4 | -6 | 803 | 779,52 | 4 | -8 | 776 |
| 789,07 | 4 | -4 | 789 | 785,30 | 4 | -8 | 781 |
| 797,69 | 3 | -4 | 797 | 786,65 | 5 | -9 | 783 |
| 804,89 | 4 | -5 | 804 | 779,80 | 6 | -10 | 776 |
| 814,46 | 2 | -2 | 814 | 779,26 | 6 | -10 | 775 |
| 825,56 | 4 | -5 | 825 | 793,40 | 6 | -11 | 788 |
| 804,13 | 4 | -5 | 803 | | | | |
| 803,57 | 4 | -6 | 802 | 784,89 | 6 | -13 | 778 |
| 818,05 | 4 | -9 | 813 | 804,75 | 7 | -14 | 798 |
| 830,94 | 4 | -12 | 823 | 778,42 | 5 | -12 | 771 |
| | | | | 777,07 | 5 | -10 | 772 |
| | | | | 772,10 | 5 | -10 | 767 |
| | | | | 762,10 | 5 | -12 | 755 |
| | | | | 780,45 | 6 | -14 | 772 |
| | | | | 783,46 | 6 | -14 | 775 |
| | | | | 787,02 | 7 | -14 | 780 |
| | | | | 767,71 | 8 | -15 | 761 |

GRAFIEK I C
SCHACHT- & WERKSTUKTEMP.
KORREKTIE OP GRAFIEK I B

T^{***} in °C

826
824
822
820
818
816
814
812
810
808
806
804
802
800
798
796
794
792
790
788
786
784
782
780
778
776
774
772

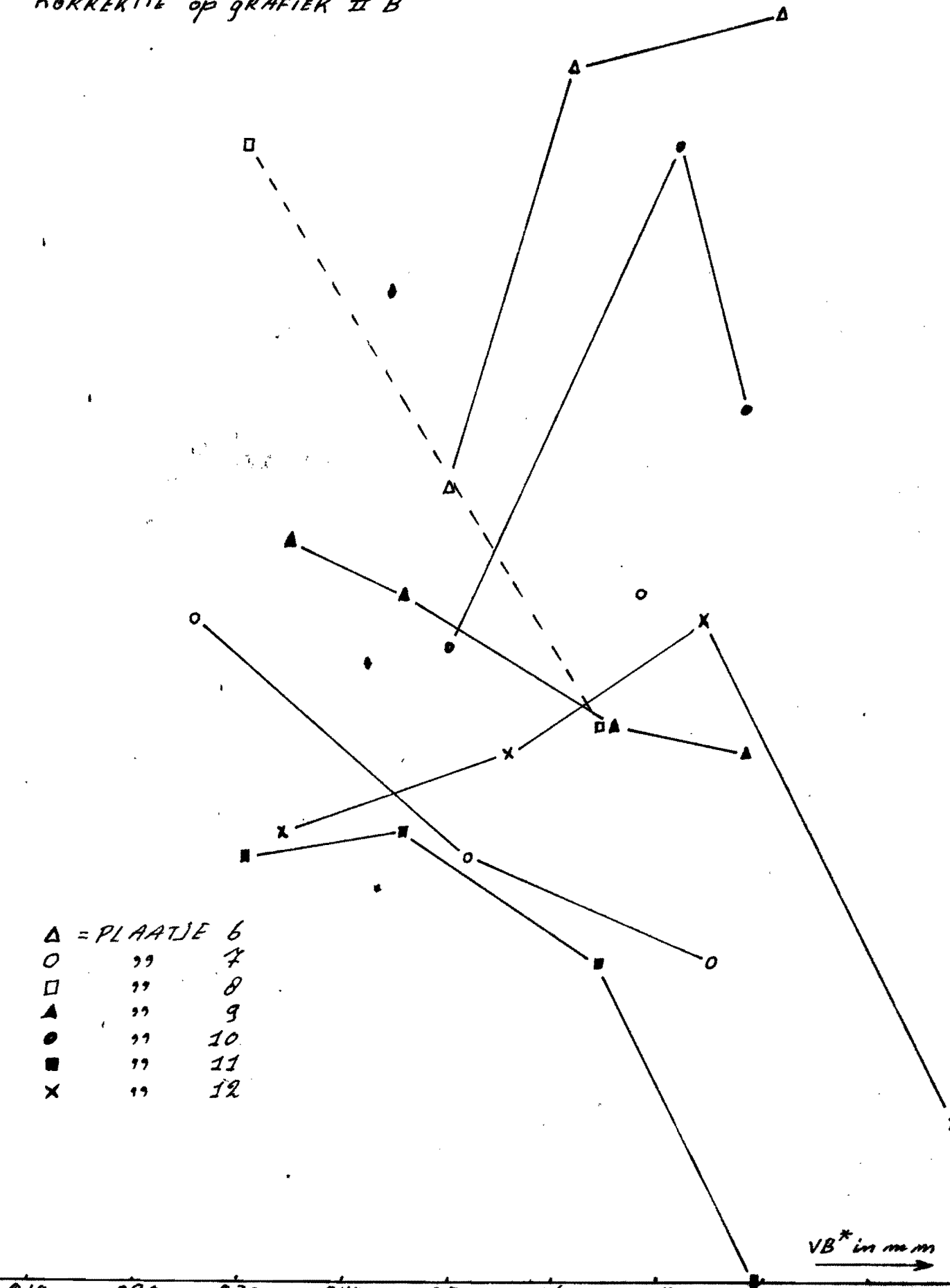
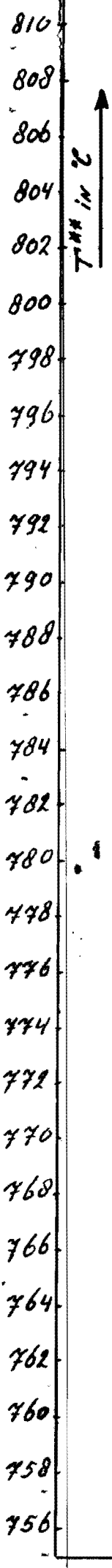


- Δ = PLAATJE I
- = " II
- = " III
- ▲ = " IV
- = " V

0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 VB^{*} in mm

GRAFIEK II C

SCHACHT- & WERKSTUKTEMP.
KORREKTIE OP GRAFIEK II B



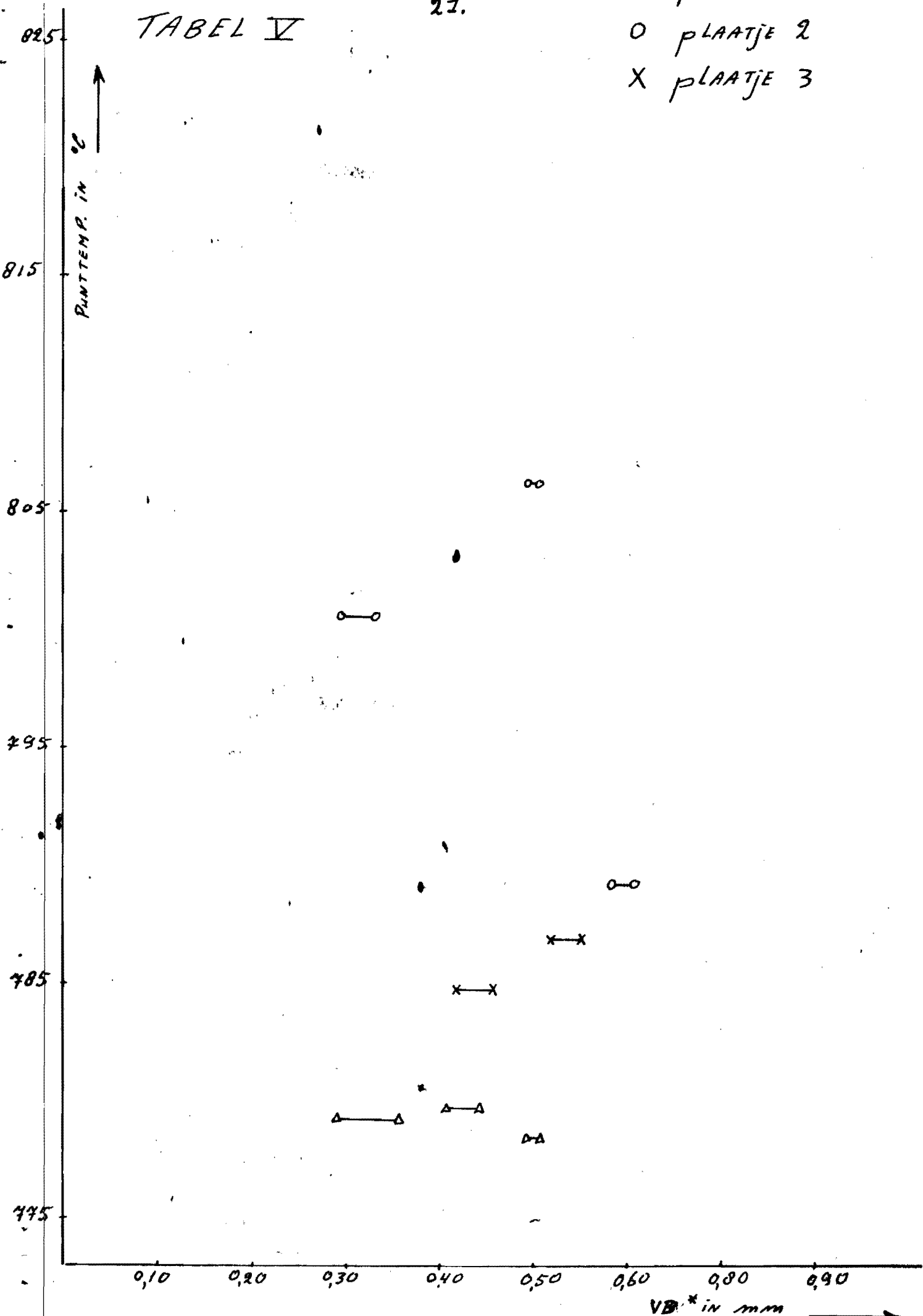
- Δ = PLAATJE 6
- O " 7
- " 8
- ▲ " 9
- " 10
- " 11
- X " 12

VB* in mm

TABEL V

21.

Δ PLAATJE 1
 O PLAATJE 2
 X PLAATJE 3



| no. plaatje | T(°C) | snij snelh. v(m/s) | v= v _{nom} -v | aanzet s(mm/omw) | s= s _{nom} -s | T = T + T _s · s + T _v · v (°C) |
|----------------|--------|-----------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---|
| 1.1.38 | 765,68 | 2,510 | -0,010 | 0,301 | -0,001 | 764,61 |
| 1.2.20 | 802,73 | 2,503 | -0,003 | 0,300 | 0,000 | 802,49 |
| 1.3.30 | 767,17 | 2,498 | +0,002 | 0,298 | +0,002 | 767,87 |
| 1.4.17 | 794,66 | 2,503 | -0,003 | 0,300 | 0,000 | 794,42 |
| 2.1.40 | 755,92 | 2,500 | 0,000 | 0,300 | 0,000 | 755,92 |
| 2.2.44 | 753,42 | 2,508 | -0,008 | 0,299 | +0,001 | 753,05 |
| 2.3.36 | 757,87 | 2,503 | -0,003 | 0,301 | -0,001 | 757,36 |
| 2.4.25 | 760,69 | 2,503 | -0,003 | 0,302 | -0,002 | 759,91 |
| 3.1.35 | 697,95 | 2,502 | -0,002 | 0,299 | +0,001 | 698,06 |
| 3.2.42 | 709,34 | 2,503 | -0,003 | 0,299 | +0,001 | 709,37 |
| 3.3.22 | 724,83 | 2,499 | +0,001 | 0,301 | -0,001 | 724,64 |
| 3.4.32 | 711,27 | 2,504 | -0,004 | 0,300 | 0,000 | 710,95 |

| T tabel 6 (°C) | T _s = T _{schacht} - 20 °C | T _w = 20 °C - T _{werkst.} | T = T _{tabel 6} + T _s + T _w (°C) |
|-------------------|--|--|--|
| 764,61 | +5 | -11 | 759 |
| 802,49 | +6 | -12 | 796 |
| 767,87 | +6 | -11 | 763 |
| 794,42 | +6 | -12 | 788 |
| 755,92 | +6 | -6 | 756 |
| 753,05 | +6 | -6 | 753 |
| 757,36 | +6 | -8 | 755 |
| 759,91 | +7 | -8 | 759 |
| 698,06 | +7 | -8 | 697 |
| 709,37 | +4 | -4 | 709 |
| 724,64 | +4 | -6 | 723 |
| 710,95 | +5 | -10 | 706 |

aanzet (mm/omw) 0,301 0,300 0,330

GRAFIEK 3.

