



De Zonnewijzerkring

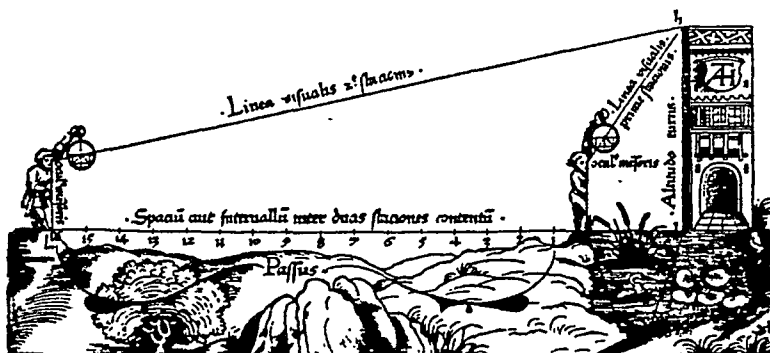
voor belangstellenden in de gnomonica

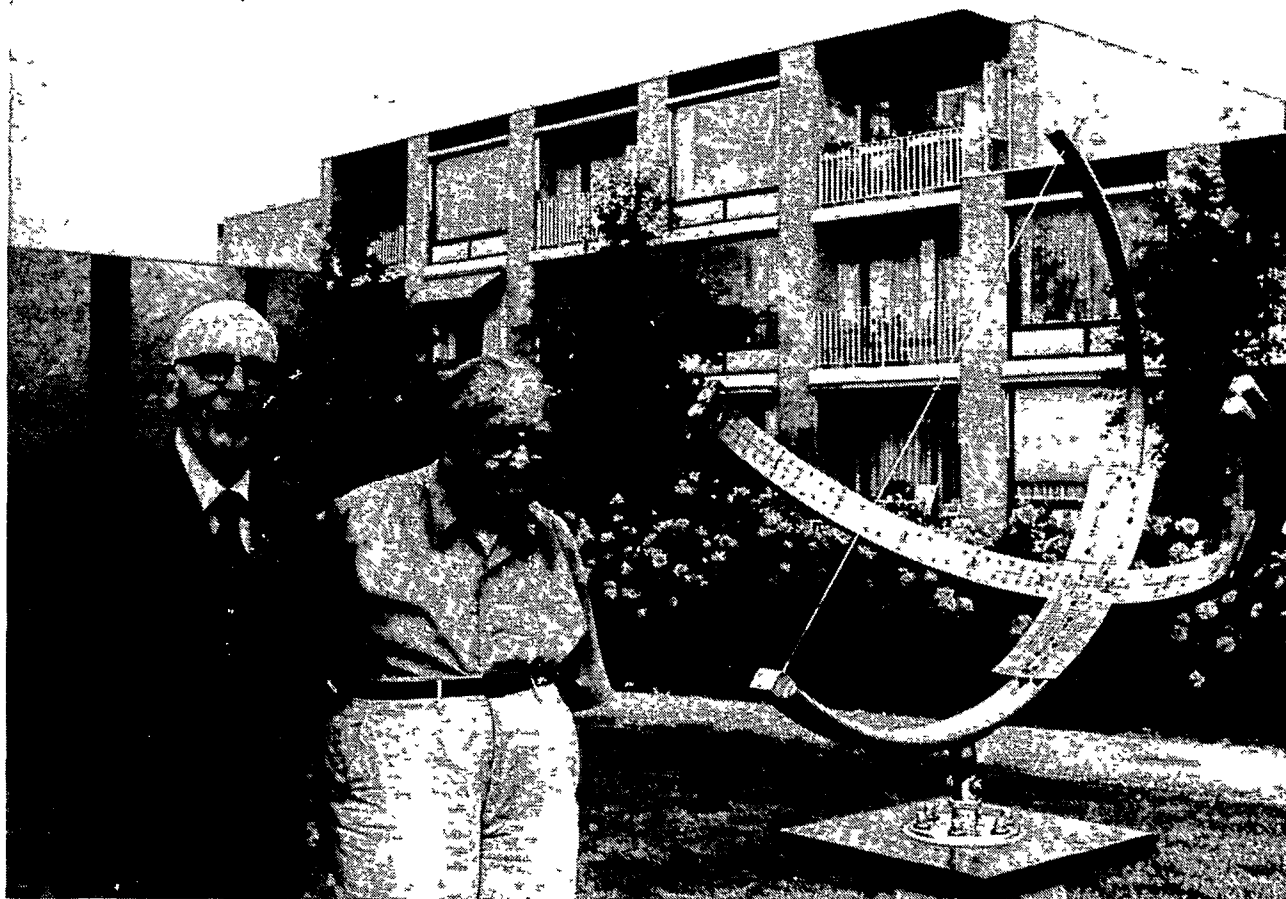
BULLETIN 13

19 Juni 1982

INHOUD

- 615 HAASBROEK, ONS NIEUWE ERELID. Prof. R. Roelofs.
- 617 Ter inleiding. M. J. Hagen.
- 618 ZONNEWIJZERS. N. D. Haasbroek.
- 638 HET KADASTER en de Topografische Dienst.
Kaarten en coördinaatsystemen. M. J. Hagen.
- Los bijvoegsel: 3 NOMOGRAMMEN VAN HAASBROEK.
- 643 De Romeinse Landmeters. J.A.F. de Rijk.
- 644 De Romeinse zonnewijzer van Mainz. J.A.F. de Rijk.
- 646 De Romeinse zonnewijzer van Augustus. M. J. Hagen.
- 650 Een Romeinse zonnewijzer voor Zuid-Limburg. E.L.H. Roebroek.
- 660 Een "Romeinse" zonnewijzer in Noord-Limburg. M. J. Hagen.
Het bevrijdingsmonument van Marius van Beek in Cuyk.
- 661 Congres van de "Arbeitskreis Sonnenuhren" in Hameln. Hagen.
- 662 Van Zonnetijd naar M.E.T. en terug
zonder....ezelsbrug! W. M. Mulder.
- 664 Literatuur, waaronder het boek van ons lid
René R. J. Rohr: "Die Sonnenuhr".
- 671 Mededelingen / Ledenlijst.
- 672 Tabel Tijdsvereffening en declinatie voor elke dag
van het tweede halfjaar 1982. Th.J. de Vries.
- Landmeters in de
17de eeuw:





Haasbroek,

ONS NIEUWE ERELID.

Wanneer men Haasbroek met enkele kernachtige woorden wil kenschetsen, zou men kunnen zeggen dat hij een man is die bijzonder stijlvol wist en weet te leven. Ik meen bevoegd te zijn dit te zeggen omdat ik het voorrecht heb gehad enkele tientallen jaren tot zijn vrienden te hebben behoord. Behalve een zekere overeenkomst in karakter is het feit dat we beiden Westfries zijn, daaraan wellicht niet geheel vreemd.

Ik herinner mij uit de tijd dat zijn artistiek zeer begaafde en actieve vrouw nog leefde, de LP-concert-avonden bij hen thuis, waartoe vrienden, burens en goede kennissen werden uitgenodigd. Nadat de klok was stilgezet en de verwarming uitgeschakeld teneinde ongewenste achtergrondgeluiden te voorkomen, werd de plaat zorgvuldig met een zachte doek gereinigd, om daarna met een zekere, stilte afdwingende, plechtigheid aan de, vanzelfsprekend sublieme stereo-installatie te worden toevertrouwd. Er werd dan niet meer gepraat, ook niet gefluisterd, maar geluisterd. Geluisterd naar een wel-gekozen klassiek programma.*). Thuisgekomen konden de gasten dan nog in het hun uitgereikte programma lezen over de genoten muziek en de componisten. Deze avonden bevatten de twee voornaamste elementen die, naar ik meen, Haasbroek kenmerken: zijn zeer ontwikkeld sociaal gevoel en zijn sterke zin voor perfectie. *) al waren het niet altijd mijn favoriete componisten.

Dat sociale gevoel leidde er ook toe dat Haasbroek geheel "vanzelf" de officieuze vertrouwensman van de, van zijn studenten werd. En, aktueler, tot de uitnodiging aan de deelnemers van de zonnewijzer-excursie in Noord-Holland om in "de Rekere" te komen lunchen!

Zijn zin voor perfectie blijkt eigenlijk uit al zijn werk. Zo uit zijn vele historische studies op geodetisch gebied. Ik noem er hier slechts één: een publicatie uit 1968: "Gemma Frisius, Tycho Brahe and Snellius and their triangulations". Maar niet minder komt de perfectionist Haasbroek te voorschijn in de nomografie, vooral ook in zijn boek over Nomografie, dat door de overvloed aan gedetailleerde beschrijvingen tegelijkertijd leerboek en handleiding is. Zelf heb ik van zijn grote kennis en vaardigheid op dit gebied mogen profiteren toen hij voor mijn astronomie-boek een zestiental voortreffelijke nomogrammen ontwierp.

Is het dan een wonder dat Haasbroek zich ging interesseren voor zonnewijzers? Is een zonnewijzer niet óók een nomogram?

Zelfs een automatisch nomogram, waar de zon zorgt voor de juiste stand van de "wijzer".

Haasbroek heeft niet alleen gepubliceerd over zonnewijzers - zo bv. in het tijdschrift "Geodesia" van 1965 - maar hij heeft ook verscheiden zonnewijzers ontworpen. Ik noem de zonnewijzer aan een muur in zijn tuin te Rijswijk, toen hij daar nog woonde; dat was, meen ik, zijn eerste. Verder de zonnewijzer voor prof. Landberg in Delft (zie nu Delden 6 bij Mevrouw Van Cittert), een in Maassluis en de (tot nu toe !) laatste in Bergen die hij samen met Folmer maakte en die beschreven werd door Fokkink in Geodesia van Dec. '81. ^{*)}

Het was bepaald een voortreffelijke gedachte van het bestuur van De Zonnewijzerkring om Haasbroek het erelidmaatschap aan te bieden; hij zal dat zeker waarderen.

Roelofs.

^{*)} Van deze zonnewijzer staat een foto boven dit voorwoord. Dezelfde foto stond al in bull. VII 299, maar ik hoop dat de reproductie nu iets beter wordt.

Naast de zonnewijzer ziet men de ontwerper, de heer Haasbroek, met de heer Folmer die de zonnewijzer vervaardigd heeft.

Het is een half open armillosfeer, uit roestvrij staal gemaakt, met de tijdaanwijzing in M.E.Zomertijd. In de meridiaan bevindt zich een plaat met datumschaal en tijdsvereffeningslus. De stijl is een draad met als index een bolletje.

De zonnewijzer werd onthuld op 24 Sept. 1980. De heer Haasbroek heeft toen niet alleen een uitvoerige mondelinge toelichting gegeven, maar ook aan iedere bewoner van de flat een stencil verstrekt met "zonnewijzerkunde in het kort".

Toen ik op zonnewijzergebied nog een klein broekje was belde ik, bedeesd, in Rijswijk bij de grote Haasbroek aan om te vragen of ik zijn mooie zonnewijzer even mocht fotograferen - want daarover had ik kort tevoren gelezen in het toen pas verschenen boek van Mevrouw Van Cittert.

Ik was erg verrast door de wijze waarop hij mij toen ontving en hij nam uitvoerig de tijd er voor om mij wat bitwijs te maken. Ik kreeg zelfs zijn artikelenserie uit Geodesia mee te leen.

Kwam ik door het boek van Mevrouw Van Cittert in contact met de heer Haasbroek, omgekeerd kreeg ik weer door Haasbroek contact met Mevrouw Van Cittert want hij gaf mij de tip dat zij een lezing over zonnewijzers zou houden voor de Delftse afdeling van de Ned. Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde. Dat vond plaats in het Laboratorium voor Geodesie van de T.H. te Delft, vele jaren het domein van Haasbroek.

Ook later had ik wel eens contact met hem en toen onze Kring zou worden opgericht in 1978 kreeg hij natuurlijk ook een uitnodiging. En hij gaf zich direct op als lid!

Als ik eens problemen had op ons gebied en hem dan opbelde of hij mij ook even wilde helpen, kon ik altijd rekenen op een welwillend oor en een deskundig advies, waarvoor ik hem dan ook op deze plaats bijzonder wil bedanken.

Hoewel hij, na zijn afscheidscollege in 1964, sindsdien in ruste is, kruipt het bloed waar het niet gaan kan, want onverdroten gaat hij door getuige zijn zonnewijzer in Bergen en de studie die hij in dezelfde tijd maakte "Over de tijdstippen van zonsopgang en zons-
ondergang in Nederland" (Geodesia, Maart 1980 met een aanvulling in Sept. 1981 - in Bull. VI 227 gerefereerd, no 244, en in Bull. VII 288).

Hij is ons oudste lid, en nu ons jongste erelid. (De heer Van Welzenes was de eerste die erelid werd). Dit bulletin wordt uitgedeeld op de dag dat hem het erelidmaatschap wordt aangeboden. Prof. R. Roelofs is zo vriendelijk geweest een voorwoord te schrijven over Haasbroek, maar het grootste deel van dit bulletin werd door Haasbroek geschreven: we namen hier over zijn artikelen uit Geodesia 1965: "Zonnewijzers".

Toevallig trof het dat dit jaar de Dienst van het Kadaster 150 jaar bestaat, een instelling waar de naam Haasbroek een begrip is. Hierover schreef ik een eenvoudig verhaal, van een leek voor de leek. En het leek mij toepasselijk om bij dat artikel enkele van de befaamde nomogrammen te voegen, die ik bij het Kadaster nog kon krijgen. In het tijdperk van de computers worden ze niet vaak meer gebruikt, maar ze laten iets zien van de kunst die Haasbroek steeds beoefende.

Moge hij lang en in gezondheid erelid blijven !

Hagen.

zonnewijzers (I)

door N. D. Haasbroek, oud-lector aan de Technische Hogeschool te Delft

Naar aanleiding van mijn afscheidscollege als lector aan de Technische Hogeschool te Delft [1] waarin iets werd gezegd over zonnewijzers, heeft de redactie van Geodesia mij verzocht wat nader op dit onderwerp te willen ingaan en de lezers zó ver in de theorie van deze uitermate boeiende wijze van tijdmeting in te wijden dat zij zelf desgewenst een zonnewijzer kunnen berekenen en construeren.

Deze theorie betreft enkele hoofdstukken uit de kosmografie en de geodetische astronomie. Ik zal ze bespreken voor zoverre dat strikt noodzakelijk is voor het doel dat hierboven werd gesteld en ik zal mij onthouden van de behandeling van die zaken (bijv. precessie) die, hoe belangrijk ze ook zijn, met het onderwerp geen onmiddellijk en dwingend verband houden.

Om de tijd te meten moet men gebruik maken van schalen die gebaseerd zijn op het optreden van periodiek voorkomende gebeurtenissen [2]. Zo is een dag, verdeeld in 24 uur, de tijd die de aarde nodig heeft om eenmaal om haar as — de verbindingslijn der beide polen — te wentelen. Deze wenteling geschiedt in de richting west-oost; ze doet zich aan ons voor als een beweging van de zon en de sterren om de aarde in de richting oost-west. Een jaar noemt men de periode die de aarde nodig heeft om, met een gemiddelde snelheid van ca. 30 km per seconde en in een richting tegengesteld aan die van de wijzers van een uurwerk, haar baan om de zon te beschrijven. Deze periode is 365,2422 dagen. Zou het aantal 365,25 zijn geweest, dan zouden we onze tijdrekening in orde kunnen houden door telkens om de vier jaar een schrikkeljaar van 366 dagen in te voeren. De

omlooptijd van 365,2422 dagen echter maakt het noodzakelijk de eeuwen geen schrikkeljaren te maken met uitzondering van die waarvan het eeuwcijfer door vier deelbaar is. Zo was 1900 geen schrikkeljaar; het jaar 2000 zal er wel een zijn.

De hierboven genoemde baan van de aarde om de zon is ellipsvormig. De zon bevindt zich in een der brandpunten van de ellips. Daar de excentriciteit zeer gering is is ze in fig. 1 als een cirkel voorgesteld. Op een schaal waarop de afstand zon-aarde als 100 mm zou zijn afgebeeld zou de zon zich op slechts 1,7 mm uit (rechts van) het middelpunt bevinden. Het vlak van de ellipsvormige baan noemt men het *eclipticavlak*. De aardas maakt er, als de aarde haar baan be-

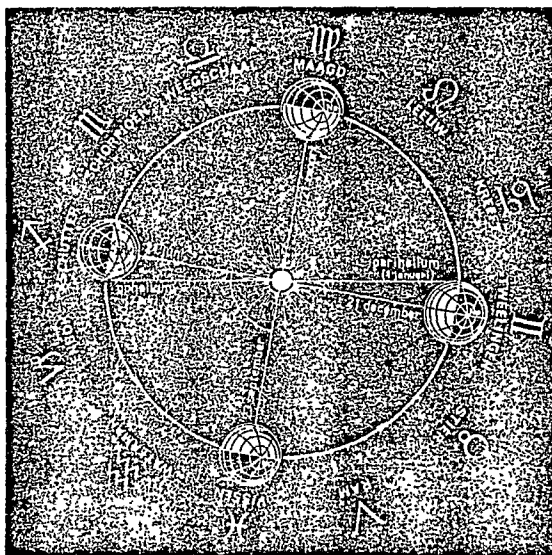


fig. 1

natie δ heeft (lente en zomer). In dit geval bevindt zij zich te middernacht in R op $90^\circ - \varphi - \delta$ onder de noordelijke horizon. In S , ten noorden van het oosten gelegen, komt zij op. Na t uur — zij heeft dan $15^\circ t$ afgelegd — is haar plaats aan de hemel nog eens geschetst. Na 12 uur gaat zij in C (bovenste *culminatiepunt*, middaghoogte $90^\circ - \varphi + \delta$) door het zuiden om tenslotte in T , noordelijk van 't westen gelegen, onder de horizon te verdwijnen. Haar dagboog SCT is thans groter dan haar nachtboog; t noemt men de *uurhoek* van de zon, de tijd uitgedrukt in uren, minuten en seconden die is verlopen sinds ze door het noorden is gegaan. Zoals reeds is opgemerkt kan men deze tijd op eenvoudige wijze in hoekmaat omzetten ($1 \text{ uur} = 15^\circ$, $1 \text{ minuut} = 15'$, $1 \text{ seconde} = 15''$).

Onder het *azimut* A van de zon zullen wij in het hierna volgende verstaan de hoek die de richting naar de zon met het zuiden maakt. Voor de situatie van fig. 4 is de hoek *zuid-M-D* dit azimut. Het is gelijk aan de boog *zuid-D* die op haar beurt weer gelijk is aan de hoek in het zenit tussen de richtingen van de grote cirkels door het zuiden en de zon. Men kan het azimut A met behulp van *boldriehoeksmeting* [5] berekenen uit de zgn. *parallactische driehoek* of *positiedriehoek* zenit—noordpool—zon als daarin drie gegevens bekend zijn, in casu $90^\circ - \varphi$ (dus φ), $12^\circ - t$ (dus t) en $90^\circ - \delta$ (dus δ). Het resultaat is:

$$\cotg A = - \frac{\sin \varphi \cos t + \cos \varphi \operatorname{tg} \delta}{\sin t} \quad (1)$$

Voor azimuts ten oosten van het zuiden ($0^\circ < t < 12^\circ$) vindt men met deze formule positieve waarden van A , voor azimuts ten westen van het zuiden ($12^\circ < t < 24^\circ$) negatieve.

Voor de breedte van mijn woonplaats Rijswijk ($\varphi = 52^\circ 03'$) en $t = 16^{\text{u}} 47^{\text{m}} = 251^\circ 45'$ vindt men op 26 april ($\delta \approx +13^\circ 33'$) $A \approx -84^\circ$ (ten westen van het zuiden).

Uit dezelfde drie gegevens in de *parallactische driehoek* kan men, als men de hoogte van de zon boven de horizon h noemt, ook $90^\circ - h$ (dus h) berekenen. Het resultaat is:

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta - \cos \varphi \cos \delta \cos t \quad (2)$$

Voor $t = 180^\circ$ ($\cos t = -1$) levert dit uiteraard $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ zoals reeds uit fig. 4 werd afgeleid.

Een nuttige en zelfs gewenste controle op de berekening van A en h uit (1) en (2) leidt

men eveneens met *boldriehoeksmeting* uit de *parallactische driehoek* af. Immers

$$\cos h = \frac{\cos \delta \sin t}{\sin A} \quad (3)$$

Als de berekening van h uit (3) overeenstemt met die uit (2) is men ook zeker van de uit (1) berekende waarde van A . In het hierboven gegeven voorbeeld berekent men $h = 21^\circ 50'$.

Terloops kan worden opgemerkt dat men met (2) ook de *uurhoek* van de zon kan berekenen bij haar opkomen en haar ondergaan. Men moet dan, omdat de straal van de zon ca. $16'$ is en de invloed van de *refractie* (straalbuiging) in de horizon ca. $34'$, voor h in die formule $-0^\circ 50'$ substitueren. Bij gegeven φ en δ kan men dan t berekenen. In bovengenoemd voorbeeld vindt men $t = 70^\circ 32'$ ($4^{\text{u}} 42^{\text{m}}$) en $t = 289^\circ 28'$ ($19^{\text{u}} 18^{\text{m}}$).

Uit de definitie die hiervoor van het begrip *uurhoek* is gegeven komt men tot de conclusie dat de waarde $t = 16^{\text{u}} 47^{\text{m}}$ uit het zojuist behandelde voorbeeld voor de berekening van een *zonsazimut* niet de tijd is die op een horloge kan worden afgelezen. Immers omdat de zon in 24 uur haar baan van 360° om de aarde schijnt te beschrijven zal zij, indien men zich 15° in oostelijke richting verplaatst, 1 uur vroeger opkomen en dus ook een uur vroeger door de meridiaan gaan. Verplaatst men zich naar het westen dan gaat de zon later door de meridiaan. Elke plaats op aarde heeft dus, afhankelijk van de lengtegraad waarop men zich bevindt, een andere „ware” *zonnetijd* die dus wel moet verschillen van de *standaardtijd* (*horlogetijd*) die in het maatschappelijk leven wordt vereist.

In Nederland is de *standaardtijd* de *midden-europese tijd* (MET) die 1 uur met die van Greenwich verschilt (1 uur later) en die dus zou overeenkomen met „ware” tijd voor plaatsen op de meridiaan 15° oosterlengte. Voor waarnemers op de meridiaan 5° oosterlengte — deze loopt, om de aandacht te bepalen, iets ten oosten van Amsterdam over de plaatsen Nieuwersluis en Gorinchem — zal dus, afgezien van een straks te behandelen correctie, de zon door het zuiden gaan als het horloge $12^{\text{u}} 40^{\text{m}}$ aanwijst.

Voor andere plaatsen in Nederland kan men, door een simpele uitpassing van een kaart, het tijdstip van de meridiaandoorgang gemakkelijk bij benadering berekenen. Daar op de gemiddelde breedte van Nederland (Amers-

feort. $\gamma = 52^{\circ}09'$) het 1 minuut vroeger (later) opkomen van de zon een verplaatsing van ca. 17 km in oostelijke (westelijke) richting meebrengt [6], zou de zon in Enschede, op ca. 129 km ten oosten van de meridiaan 5° O.L. gelegen, dus culmineren (een uurhoek van $12^h = 180^{\circ}$ hebben) om $12^h40^m - 129$ min $\approx 12^h32^m$ MET en in Rijswijk om $12^h40^m + 17$ min $\approx 12^h43^m$ MET.

Als de zon in Enschede een uurhoek heeft van 16^h47^m zou het dus 17^h19^m MET zijn. Dezelfde uurhoek zou in Rijswijk bereikt worden om 17^h30^m MET.

De bovenstaande wijze van bepaling van de MET uit de uurhoek van de zon of, zo men wil, van de uurhoek van de zon uit de MET zou juist zijn als de aarde zich met een ceparige snelheid in het vlak van de equator om de zon bewoog. Noch het een noch het ander evenwel is waar. Immers de aardbaan wordt beschreven in het vlak der ecliptica dat met het vlak van de equator een hoek van $23\frac{1}{2}^{\circ}$ maakt. Bovendien leert de zgn. tweede wet van Kepler (Johannes Kepler, beroemd astronoom, 1571—1630) dat de voerstraal zon-aarde (ook de voerstraal van de zon naar de andere planeten) in gelijke tijden gelijke oppervlakten beschrijft.

In fig. 5 is, sterk overdreven, de elliptische aardbaan getekend met de zon in een der brandpunten. Twee zgn. perken met gelijke

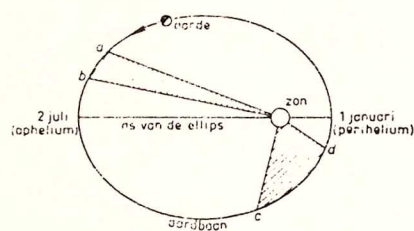


fig. 5

(gearceerde) oppervlakten die in gelijke tijden worden doorlopen zijn eveneens in de figuur aangegeven. Daar de boog ab in de buurt van het aphelium (zie ook fig. 1) kleiner is dan de boog cd in de buurt van het perihelium is de snelheid van de aarde in haar baan minimaal omstreeks 2 juli en maximaal omstreeks 1 januari.

Het is duidelijk dat de uurhoek van de „ware” zon dus niet geschikt is om er de tijd mee te

beschrijven. De wijze waarop in dit inconvenient kan worden voorzien zal worden toegelicht aan de hand van fig. 6. In deze figuur zijn getekend de hemelequator met de noordpool van de hemel, de pool van de ecliptica op een afstand van $23\frac{1}{2}^{\circ}$ van de pool van de equator, en het vlak van de ecliptica. In dit

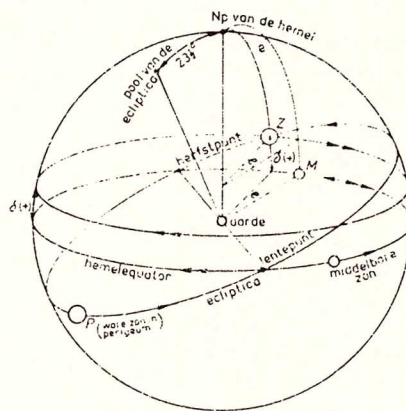


fig. 6

vlak schijnt, vanuit een stilstaande, dus niet om haar as wentelende aarde gezien, de zon in een jaar een baan om de aarde te beschrijven in een richting die met een enkele pijl is aangegeven. De snijpunten aan het hemelgewelf van het eclipticavlak en het equatorvlak zijn het *lentepunt* en het *herfstpunt*. Immers daar bevindt zich de zon respect. op 21 maart en 23 september. P is het *perigum* van de zonsbaan, het punt waar de zon zich zo dicht mogelijk bij de aarde bevindt (1 januari).

Op het ogenblik nu dat de „ware” zon P in de ecliptica met maximale snelheid passeert denke men zich uit P een punt te vertrekken in dezelfde richting doch met een snelheid die gelijk is aan de gemiddelde snelheid van de zon om de aarde. Zodra dit punt het *lentepunt* bereikt begint een denkbeeldige zon, de *middelbare zon*, haar denkbeeldige tocht langs de equator met dezelfde gemiddelde snelheid waarvan zo juist sprake was [7].

Door deze afspraak is gedurende het hele jaar door de stand van de middelbare zon ten opzichte van de ware bekend. Als de ware zon zich op een bepaalde dag in Z bevindt (zie fig. 6) dan is de middelbare in M . Tengevolge van de aswenteling van de aarde schijnt die dag de ware zon de met een dubbele pijl aangeduide baan te beschrijven evenwijdig aan de equator. M maakt deze beweging in de equator mee en wel met een

eenparige snelheid als de draaiing van de aarde om haar as regelmatig geschiedt. Hoewel dit laatste niet geheel zo is zijn de optredende onregelmatigheden zo gering dat ze voor het doel dat wij beogen volkomen zijn te verwaarlozen. Wij zullen daarom de middelbare zon als een ideale tijdmeten beschouwen. Als ze op de meridiaan 5° oosterlengte door het zuiden gaat is het in Nederland 12^h40^m . De ware zon staat dan blijkens de figuur nog iets ten oosten van het zuiden. Zij culmineert hier en overal ter wereld het hoekje e , uitgedrukt in tijdmaat, later; e noemt men de *tijdvereffening*.

e = middelbare zonnetijd minus ware zonnetijd is in het getekende voorbeeld positief. Men moet aan de ware zonnetijd een positieve correctie aanbrengen om tot de horlogetijd te komen. In andere gevallen is deze correctie negatief. Ze wordt voor alle dagen van het jaar in de astronomische jaarboeken vermeld

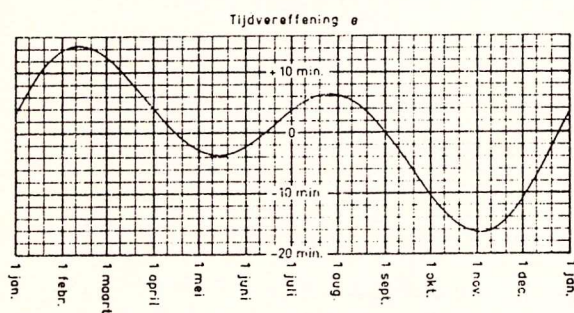


fig. 7

of kan daaruit op zeer eenvoudige wijze worden berekend. Fig. 7 geeft van deze tijdvereffening een beeld voor het tijdstip 12^h40^m MET [8]. Zij is viermaal per jaar nul, nl. omstreeks 16 april, 14 juni, 1 september en 25 december. Zij bereikt een maximum van ca. $+14\frac{1}{2}$ minuut omstreeks 12 februari en een minimum van ca. $-16\frac{1}{2}$ minuut omstreeks 3 november. In dit laatste moet de verklaring worden gezocht voor het feit dat in november de zon reeds zo vroeg ondergaat. Immers het afnemen van de declinatie (kortere dagboog) wordt nog eens extra in ongunstige zin beïnvloed door de grote negatieve waarde van e . Als het op 3 november op 5° oosterlengte (bijv. Gorinchem) volgens het horloge 12^h40^m is, is de ware zon reeds meer dan 16 minuten westelijk van het zuiden. Een tegengesteld effect treedt begin februari op. Het gunstige effect van de toenemende declinatie wordt 's avonds nog eens geaccentueerd door de

grote positieve tijdvereffening van bijna een kwartier.

Op 26 april is $e = -2$ minuten. Aansluitend aan het reeds eerder behandelde voorbeeld berekent men dus dat op die dag in Rijswijk een uurhoek van de (ware) zon van 16^h47^m wordt bereikt om $16^h47^m + 43 \text{ min} - 2 \text{ min} = 17^h28^m$ MET. Ze komt die dag in Rijswijk op om $4^h42^m + 43 \text{ min} - 2 \text{ min} = 5^h23^m$ en gaat onder om $19^h18^m + 43 \text{ min} - 2 \text{ min} = 19^h59^m$ MET.

De omgekeerde weg, de berekening van de uurhoek t van de ware zon uit MET verloopt als volgt:

MET		17^h28^m
Corr. t.o.v. 5° O.L.	—	40^m
Lengteverschil		
Rijswijk — $\frac{45}{17}$	—	3^m
(— e) op 26 april	+	2^m

$$\text{uurhoek } t = 16^h47^m = 251^\circ45'$$

Zoals reeds eerder werd meegedeeld berekent men bij deze uurhoek met (1) een hoek van de zon met het zuiden van 84° . Het voorbeeld is een praktijkvoorbeeld. Ik had het nodig om de richting met het zuiden te bepalen van de garagemuur die in fig. 8 is aangegeven. Tegen deze garagemuur heb ik nl. in 1954 een zonnwijzer aangebracht. Op

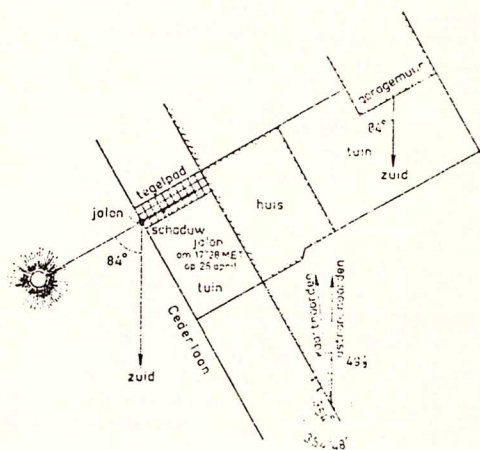


fig. 8

26 april om 17^h28^m valt de schaduw van een jalon juist in de richting van het tegelpad naar mijn huis. Het is uiteraard nodig op deze bepaling $A = -84^\circ$ controle uit te oefenen. Men kan dit doen door een nieuwe waar-

neming op een andere dag en dus een ander uur. Ik zelf heb een controle toegepast door op het kadastrale plan 1 : 1000 in R.D. het kaartazimut van de gevels van de Cederlaan (354°48') door uitpassing t.o.v. de ruitlijnen te bepalen. Daar de meridiaanconvergentie, de hoek tussen het kaartnoorden en het astronomische noorden, ter plaatse —49½' bedraagt berekent men een astronomisch azimut van de gevels van 354°. Het komt precies overeen met de astronomisch bepaalde waarde.

De meridiaanconvergentie, de breedte $\varphi = 52^{\circ}03'$ en de lengte λ ($17^{\text{m}}22^{\text{sec}}$ ten oosten van Greenwich) kan men uit de R.D.-coördinaten $X \approx -71700$, $Y \approx -11179$ berekenen met de formules en nomogrammen die in de Handleiding voor de technische werkzaamheden van het Kadaster op blz. 6 voorkomen.

(wordt vervolgd)

LITERATUUR

- [1] N. D. Haasbroek: Een geschiedkundig overzicht van de nomografie (Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde 1964, blz. 165-182).
- [2] Zie mijn artikel „Tijd” in de Technische Winkler Prins deel II, blz. 642 (Amsterdam 1953).
- [3] Zie bijv. The astronomical ephemeris en de veel beknoptere Star almanac for land surveyors, beide uitgegeven door Her Majesty's Stationery Office (London).
- [4] De efemeridentijd (ET) komt — het is onnodig in dit opstel hierop nader in te gaan — op ca. een halve minuut na overeen met wat men vroeger Greenwich middelbare tijd (GMT) noemde. De nieuwe benaming voor GMT is UT (universele tijd). De in [3] genoemde Star almanac geeft de declinaties van de zon voor 0 uur UT.
- [5] Zie bijv. P. Wijdenes: Boldrichoeksmeting (Groningen 1950) of het hoofdstuk „Spherical trigonometry” in Rice-Oxley and Shearer, Astronomy for surveyors (London).
- [6] $\frac{2\pi r \cos 52^{\circ}09'}{24 \times 60} \approx 17 \text{ km}$ voor $r = 6383 \text{ km}$.
- [7] Eigenlijk is de zaak ingewikkelder. Ik heb echter gemeend met deze eenvoudige uitleg te kunnen volstaan. Voor een wetenschappelijke behandeling van deze materie zie R. Roelofs, Astronomy applied to land surveying (Amsterdam 1950), blz. 35 e.v.
- [8] J. v. d. Bilt: De astronomische hemelverschijnselen (Zutphen 1933), blz. 98 en R. Roelofs (Lit. [7], blz. 39) geven bovendien grafieken waarin
 - a. het aandeel van de wisselende snelheid van de zon op de tijdvereffening wordt gegeven;
 - b. de invloed op de tijdvereffening wordt voorgesteld tengevolge van het feit dat de zon niet de equator maar de ecliptica doorloopt.
- [9] R. Swierstra: Bezonnig en beschaduwig van gebouwen en terreinen (Haarlem 1954), blz. 92.

Voordat U verder gaat lezen in deel II wil de heer Haasbroek nog het volgende opmerken:

De tijdvereffeningslus in fig. 14 dient slechts om zelf te kunnen aflezen hoeveel minuten correctie er toegepast moet worden als men zelf de datum weet. De schaduw geeft geen datum aan!

Bij zijn nieuwe zonnewijzer in Bergen is daarentegen de plaat met tijdvereffeningslus een functioneel onderdeel van de zonnewijzer, want daar zit nu een index op de stijl (het bolletje) en de schaduw van deze index wijst dus de datum aan.

Men vergelijk ook fig. 14 met de tijdvereffeningslus op de foto op bladz. 615 : De lus staat omgedraaid! Immers nu moet bij de hoogstaande zomerzon de schaduw onder op de lus de zomerdatum aanwijzen — en het brede deel van de lus, geldig voor de wintermaanden, staat op de nieuwe z.w. dus boven.

— — —

Nog een paar noten:

—bij pag. 625: de z.w. van Boeken aan de Churchilllaan in A'dam werd na 1972 verplaatst naar het hoofdkantoor van de A.N.W.B. in Den Haag.

—bij pag. 629: De schrijver maakte die horizontale z.w. voor prof. Landberg te Delft, maar hij staat in Delden (Mevr.v.C.: Delden no 6).

—bij pag. 633, laatste regel: Terpstra heeft later de schade ingehaald want hij schreef in Jaarboek Twente 1967 een artikel over de z.w. met tijdvereffeningslus.

—bij pag. 635, fig. 23. Deze z.w. hangt in Maassluis; zie bij Mevr. v. Cittert plaat 33.

— — —

zonnewijzers (II)

door N. D. Haasbroek, oud-lector aan de Technische Hogeschool te Delft

De geschiedenis van de zonnewijzer gaat tot zeer ver in het verleden terug, misschien zelfs, zoals ik reeds in [1] heb opgemerkt, tot ca. 2000 v. Chr. ten tijde van de Babyloniërs. Uit de regeringsperiode van de Egyptische farao Toetmosis III (1490—1437 v. Chr.) zijn voorwerpen bewaard gebleven die de relatie aangeven tussen het uur van de dag en de lengte van de schaduw die door de zon van een verticaal geplaatste staaf wordt geworpen. Ook in de bijbelboeken Jesaja 38 : 8 en 2 Koningen 20 : 9-11 is sprake van een zonnewijzer, de trap van Achaz, die op hetzelfde principe gebaseerd moet zijn geweest als de instrumenten uit de tijd van Toetmosis III. De trap van Achaz zou, zo ze inderdaad heeft bestaan, op ca. 730 v. Chr. gedateerd moeten worden. Ook in het oude Rome waren zonnewijzers bekend die met de hierboven reeds genoemde voorwerpen gemeen hebben dat de schaduwwerpende staaf (in vele gevallen een obelisk) verticaal stond.

Het zal duidelijk zijn dat deze zonnewijzers weinig betrouwbaar zijn. Immers uit (1) volgt dat het azimut A van de zon, dus ook het azimut van de schaduw van een verticale staaf, behalve van de breedte φ en de uurhoek t , afhankelijk is van de declinatie δ van de zon.

Een zonnewijzer geconstrueerd voor de meridiaan 5° oosterlengte en een breedte $\varphi = 52^\circ$ zal daarom, afgezien van de tijdvereffening, alleen goede horlogetijden aanwijzen op 21 maart en 23 september als men in (1) $\delta = 0$ substitueert (zie fig. 9). Een zonne-

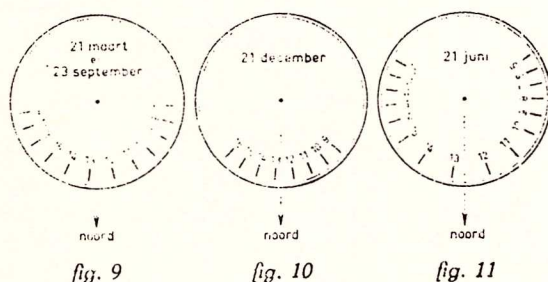
wijzer voor dezelfde plaats zou er voor 21 december ($\delta = -23\frac{1}{2}^\circ$) moeten uitzien als in fig. 10 is aangegeven en voor 21 juni als in fig. 11. Zulke instrumenten zijn uiteraard onbruikbaar.

Plaatst men de schaduwgevende stang, de zgn. *stilus* of *stijl*, echter evenwijdig aan de aardas, dan is aan de hiervoor genoemde bezwaren tegemoet gekomen. Immers doordat ze nu gericht is op de noordpool van de hemel beschrijft (zie fig. 4) de zon schijnbaar iedere dag een baan die loodrecht op de stijl staat. De richting van de schaduw blijft, bij dezelfde uurhoek van de zon, en onafhankelijk van de declinatie δ , dezelfde. Ook dit principe is al zeer oud en waarschijnlijk reeds eeuwen voor Christus door de Grieken geïntroduceerd [9]. Men leest, opnieuw afgezien van de tijdvereffening, de horlogetijd af:

- op een cirkelvormige ring die eveneens loodrecht op de stijl staat;
- op een horizontaal vlak of
- op een verticaal vlak.

De onder a. genoemde instrumenten, de zgn. *equatoriale zonnewijzers*, ziet men, veelal als versieringselement, nog dikwijls in grote tuinen. In het Latijn luidt hun naam *sphaera armillaris gnomonica* waarin *armilla* armband betekent. Hun nauwkeurigheid laat dikwijls zeer veel te wensen over. Fraaie exemplaren van dit type zijn de uit 1936 daterende en door de architect Ir. A. Boeken ontworpen zonnewijzer aan de Churchilllaan in Amsterdam en de zonnewijzer die op 22 mei 1953 werd onthuld voor het Philips ontspanningsgebouw te Eindhoven.

In fig. 12 heb ik zo'n zonnewijzer getekend. Ze bestaat uit een meridiaancirkel waarin de stijl een middellijn is. De meridiaancirkel is vast verbonden aan een console die zodanig op een voetstuk wordt geplaatst dat de stijl naar de pool wijst. Zij moet dus een helling φ hebben die overeenkomt met de breedte van de plaats waarvoor de zonnewijzer moet dienen (zie ook fig. 3). In het midden van de



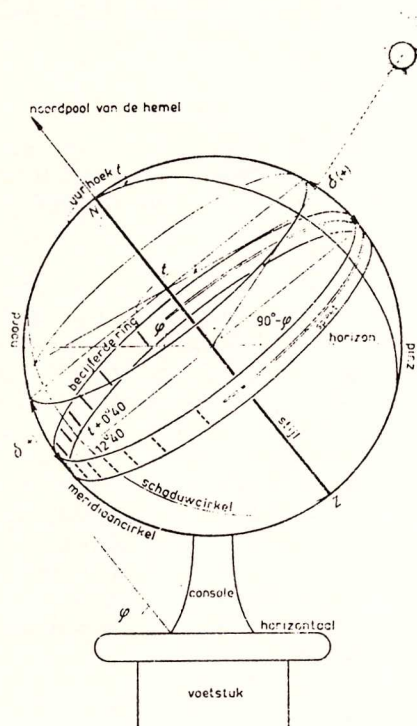


fig. 12

meridiaancirkel en loodrecht op de stijl is het vlak van de equator dat een hoek $90^\circ - \varphi$ met de horizon maakt en dat door de zon beschreven wordt als $\delta = 0$ (21 maart en 23 september; zie ook fig. 4). Voor een dag waarop de zon een declinatie $+\delta$ heeft en een uurhoek t is de richting van de zon in de figuur aangegeven. De schaduwcirkel van de stijl op het in werkelijkheid niet aanwezige bolvormige oppervlak van de zonnwijzer treft de verdeelde „armband” op de plaats die als $t + 40$ min is becijferd als de zonnwijzer ontworpen is voor plaatsen op de meridiaan 5° oosterlengte. Voor Enschede zou deze becijfering $t + 32$ moeten zijn en voor Rijswijk $t + 43$ min. De verdeling op de ring is een regelmatigte. Een middelpuntshoek van 15° representeert een uur op de schaalverdeling. Voor een diameter van de zonnwijzer van

1 meter is dit $\frac{\pi}{24} \text{ m} \approx 0,131 \text{ m}$. Men kan deze afstand ter verhoging van de nauwkeurigheid van de aflezing nog wel onderverdelen in intervallen van een kwartier of 10 minuten. Men begint de verdeling op de plaats waar meridiaancirkel en schaalverdeling elkaar aan de noordzijde snijden. Voor de juist genoem-

de voorbeelden draagt dit punt opvolgend de becijferingen $12^{\text{u}}40$, $12^{\text{u}}32$ en $12^{\text{u}}43$.

Daar, zoals is opgemerkt, de zon op 21 maart en 23 september in het vlak van de equator staat is op die dagen een schaduw van de stijl op de verdeling niet mogelijk. Om toch een, zij het weinig markante, aflezing te krijgen zou men in de zuidzijde van de becijferde ring een spleet kunnen aanbrengen. Men kan ook overwegen het zuidelijk gedeelte ervan weg te laten.

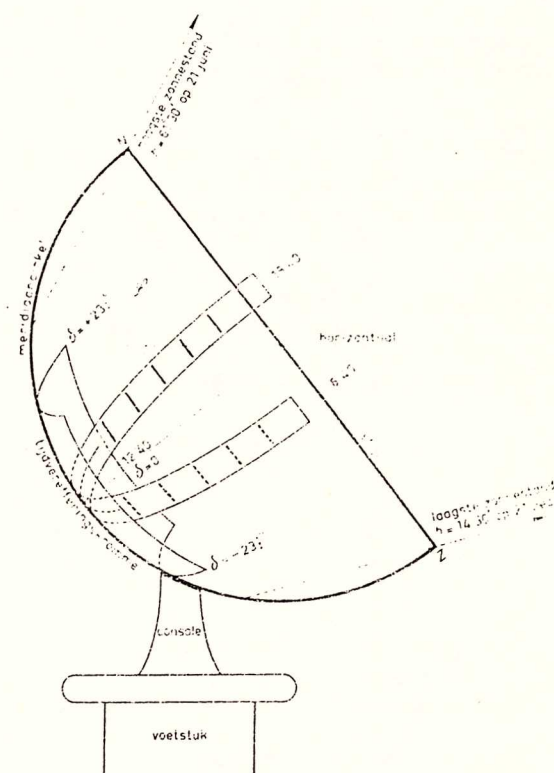


fig. 13

Gebruikt men slechts de helft dan ziet de zonnwijzer er uit zoals in fig. 13 is aangegeven. Men moet er dan genoeg mee nemen dat men er in het zomerhalfjaar niet op kan aflezen vóór $12^{\text{u}}40 - 6^{\text{u}} = 6^{\text{u}}40$ en na $12^{\text{u}}40 + 6^{\text{u}} = 18^{\text{u}}40$. In fig. 13 is tevens het zuidelijk gedeelte van de meridiaancirkel weggeleten. Het voordeel hiervan zal dadelijk blijken.

Het is duidelijk dat de tijdvereffening in de aflezing nog niet is verdisconteerd. Men zou de waarde ervan aan de kromme van fig. 7 kunnen ontleen. Men kan echter ook de zonnwijzer uit fig. 13 voorzien van de tijdvereffeningskromme van fig. 14. Men moet deze zien

met de richting A-Noord in het horizontale vlak. Bij een uurhoek t bevindt de zon zich ergens op de grote cirkel Np -Zon- E - Zp die met de hemelas in één vlak is gelegen. Haar plaats op die cirkel is afhankelijk van de declinatie δ ($66\frac{1}{2}^\circ < Np \text{ Zon} < 113\frac{1}{2}^\circ$).

De richting van de schaduw van de stijl van een zonnwijzer die in A op de noordpool van de hemel is gericht zal, onafhankelijk van δ , in het horizontale vlak worden aangegeven door de richting van de lijn EAF die met de noordrichting in dat vlak een hoek x maakt.

Men kan x met behulp van boldriehoeksmeting berekenen uit de boldriehoek E -Zenit- Np waarin drie elementen (E -Zenit $= 90^\circ$, Zenit- $Np = 90^\circ - \varphi$ en hoek Zenit- Np - $E = 12^u - t$) bekend zijn. Het resultaat is:

$$\operatorname{tg} x = -\sin \varphi \operatorname{tg} t \quad (4)$$

Voor $0^u < t < 12^u$, zoals in het voorbeeld, vallen de schaduwlijnen westelijk van het noorden, voor $12^u < t < 24^u$ oostelijk van het noorden.

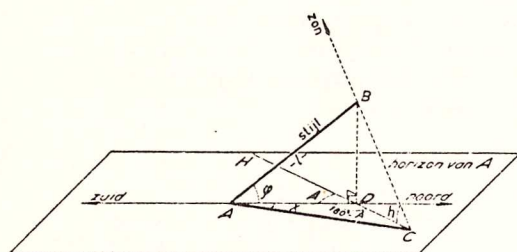


fig. 16

In fig. 16 is het punt A uit fig. 15 opnieuw aangegeven met de horizon van A en de stijl AB van een zonnwijzer ter lengte van l . Haar richting komt overeen met de richting A - Np uit fig. 15. De verbindingslijn Zon- B treft het horizontale vlak in C . De schaduw die door de zon van de stijl wordt geworpen is AC . Haar lengte kan men als volgt bepalen. In de rechthoekige driehoek BCD waarin de hoek BCD de hoogte h van de zon boven de horizon is, geldt

$$CD = BD \cotg h = \frac{l \sin \varphi \cos h}{\sin h} \quad (5)$$

Substitueert men in deze formule de waarden voor $\cos h$ en $\sin h$ uit (3) en (2) dan krijgt men:

$$CD = \frac{l \sin \varphi \cos \delta \sin t}{\sin A (\sin \varphi \sin \delta - \cos \varphi \cos \delta \cos t)}$$

of, teller en noemer delende door $\cos \delta$:

$$CD = \frac{l \sin \varphi \sin t}{\sin A (\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t)} \quad (6)$$

Daar de hoek HDA in het horizontale vlak het azimut A van de zon voorstelt (A is in de figuur negatief) is hoek $CDA = 180^\circ - A$. In driehoek CDA kan men nu AC berekenen met de sinusregel:

$$AC = \frac{CD \sin A}{\sin x}$$

of, in verband met (6):

$$AC = \frac{l \sin \varphi \sin t}{(\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t) \sin x}$$

Daar volgens (4)

$$1 + \operatorname{tg}^2 x = \frac{1}{\cos^2 x} = 1 + \sin^2 \varphi \operatorname{tg}^2 t$$

$$\text{is } \cos^2 x = \frac{1}{1 + \sin^2 \varphi \operatorname{tg}^2 t}$$

$$\text{en } \sin^2 x = \frac{\sin^2 \varphi \operatorname{tg}^2 t}{1 + \sin^2 \varphi \operatorname{tg}^2 t}$$

zodat

$$AC = \frac{l \sin \varphi \sin t \sqrt{1 + \sin^2 \varphi \operatorname{tg}^2 t}}{(\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t) \sin \varphi \operatorname{tg} t} =$$

$$\frac{l \cos t \sqrt{1 + \sin^2 \varphi \operatorname{tg}^2 t}}{\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t}$$

of, na een korte herleiding:

$$AC = l \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi \sin^2 t}}{\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t} \quad (7)$$

Voor $t = 180^\circ$ — de zon staat dan in het zuiden en C ligt op het verlengde van AD — vindt men voor AC

$$\begin{aligned} AC &= l \frac{l}{\sin \varphi \operatorname{tg} \delta + \cos \varphi} = l \frac{l \cos \delta}{\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta} \\ &= AC = l \frac{\cos \delta}{\cos (\varphi - \delta)} \end{aligned} \quad (8)$$

Men leidt (8) voor dit bijzondere geval ook gemakkelijk rechtstreeks af uit de driehoek ABC waarin de elementen l , φ en $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ (zie fig. 4) bekend zijn.

Bij wisselende waarden van t in (7) is AC minimum voor $t = 180^\circ$ (12^u32 MET op de meridiaan van Enschede). De kortste schaduw van de stijl is dus elke dag op het middaguur. Haar lengte is tevens afhankelijk van δ . Voor een breedte $\varphi = 52^\circ$ en een uurhoek $t = 180^\circ$ is ze op 21 juni ca. 1,04 l , op 21 maart en 23 september ca. 1,62 l en op 21 december ca. 3,66 l . (wordt vervolgd)

zonnewijzers (III)

door N. D. Haasbroek, oud-lector aan de Technische Hogeschool te Delft

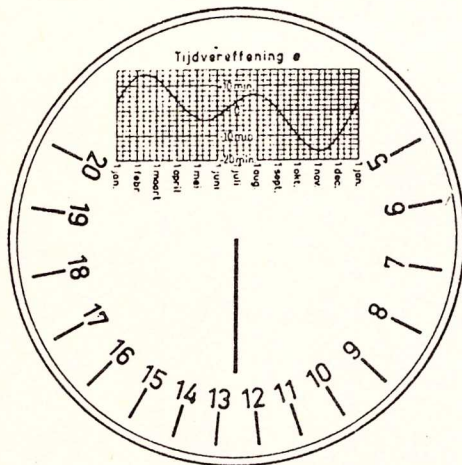


fig. 17

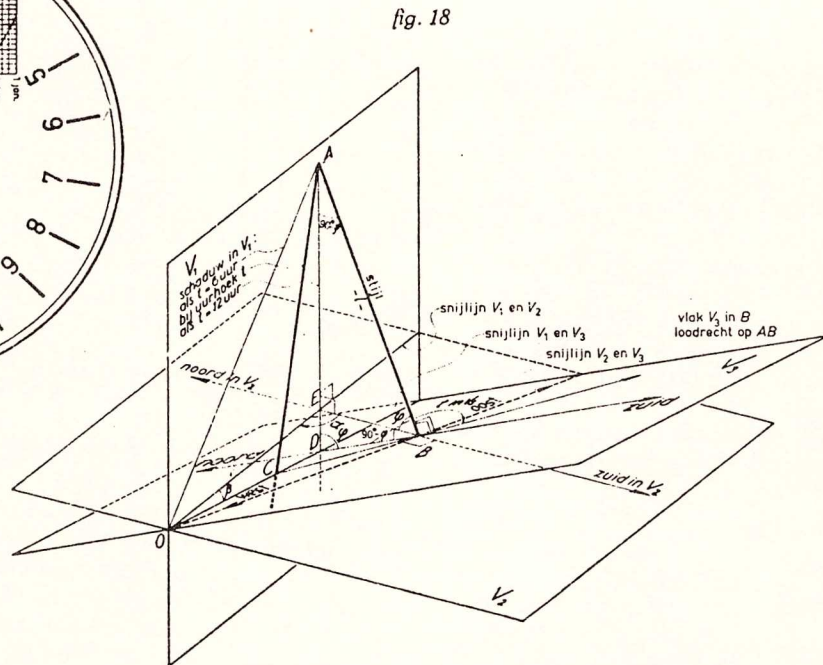


fig. 18

In fig. 17 is een horizontale zonnwijzer voorgesteld, ontworpen voor de plaats op 52° noorderbreedte en op de meridiaan van Enschede (in Duitsland, ten noordoosten van Winterswijk). Ze is cirkelvormig gekozen met de bevestiging A van de stijl in het middelpunt van de cirkel. De hoeken x uit fig. 16 zijn met (4) berekend en met een poolcoördinatograaf uitgezet. Voor MET = 12^u32^m ($t = 12$ uur = 180° bij $e = 0$) is $x = 0$, voor MET = 15^u ($t = 14^u28^m = 217^\circ$) $x = -34,11$ gr, voor MET = 8^u ($t = 7^u28^m = 112^\circ$) $x = +69,84$ gr. Ter verhoging van de nauwkeurigheid van de aflezing kan men de intervallen van een uur (15°) verkleinen tot een kwartier ($3^\circ45'$) of tien minuten ($2^\circ30'$). Als men bij een straal van de cirkel R de lengte van de stijl $\frac{R}{1.04} \approx 0,962 R$ neemt, dan valt op de langste dag om 12^u32 de schaduw van de punt juist op de cirkelomtrek. Aan de bovenkant van de figuur (zuidzijde)

is de tijdvereffeningskromme uit fig. 7 overgenomen die, voor het resultaat dat moet worden bereikt, voor geheel Nederland voldoende nauwkeurig is.

Om het instrument goed op te stellen draait men het zodanig op zijn zuiver horizontale voetstuk dat het bijv. 14 uur aanwijst als het ($14^u + e$) MET is. Op 5 februari bijv. — e is dan + 14 minuten — is dit om 14^u14 MET het geval.

Voor een bespreking van de *verticale zonnwijzer* verwijs ik naar fig. 18. In deze figuur stelt V_1 een verticaal vlak voor, een zoveel mogelijk op het zuiden gelegen muur. De verticale lijn AED maakt van dit vlak deel uit. In A is de stijl AB van een zonnwijzer bevestigd ter lengte l . Deze stijl is gericht op de noordpool van de hemel. Zij maakt dus een hoek φ met het horizontale vlak V_2 dat door het eindpunt B van de stijl is aangebracht. V_1 en V_2 snijden elkaar volgens de lijn OE. BE die in V_2 de richting naar het noorden

aangeeft, staat in het algemeen niet loodrecht op OE . Wij zullen de hoek OEB , de hoek die de muur met het zuiden maakt, α noemen. Het is de hoek die de richting naar het zuiden rechtsonder (naar het westen) moet draaien om met het vlak van de muur samen te vallen. Bij fig. 8 hebben wij reeds een methode aangegeven om deze hoek (wij noemden hem daar A) te bepalen.

Behalve het horizontale vlak V_2 is door B een vlak V_3 aangebracht loodrecht op de stijl. Het snijdt V_2 volgens de lijn BO die oost-west is gericht. Daar O een punt is van V_1 en V_2 maar ook een punt van V_2 en V_3 is het ook een punt van V_1 en V_3 . Het maakt dus deel uit van de snijlijn van deze vlakken. Een tweede snijpunt van V_1 en V_3 is D . Immers D , op het verlengde van AE , ligt in V_1 maar het ligt ook in V_3 omdat BD loodrecht op AB wordt verondersteld. OD is dus de snijlijn van V_1 en V_3 . De richting DB is in V_3 de richting naar het zuiden; BD wijst naar het noorden.

Men kan de hoek β die OD en OE in V_1 met elkaar maken gemakkelijk bepalen. Immers

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{ED}{OE} = \frac{AD - AE}{OE}$$

Daar $AD = \frac{l}{\sin \varphi}$, $AE = l \sin \varphi$ en

$$OE = \frac{l \cos \varphi}{\cos \alpha} \text{ is } \operatorname{tg} \beta = \frac{l \cos^2 \varphi}{\sin \varphi} : \frac{l \cos \varphi}{\cos \alpha} \text{ of}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \cotg \varphi \cos \alpha \quad (9)$$

Daar de zon zich ten gevolge van de aswending van de aarde iedere dag van het jaar schijnt te bewegen in een vlak evenwijdig met V_3 kan men de richting van de schaduw van de stijl op V_1 gemakkelijk construeren. Staat de zon in het zuiden ($t = 12$ uur) dan is die richting AD ; is de uurhoek $t = 6$ uur dan valt de schaduw volgens de lijn AO . Bij de stand $6^u < t < 12^u$ zoals in fig. 18 aangegeven is de richting van de schaduw AC .

In fig. 19 is een gedeelte van fig. 18 nog eens getekend. Men ziet er uit dat hoek $ADB = \varphi$ en hoek ADC (in V_1) $= 90^\circ - \beta$. In V_3 is de uurhoek t van de zon op een bepaald moment aangegeven. Hoek CBD is dus $180^\circ - t$. Als men AF loodrecht op CD trekt dan is in drie-

hoek AFD hoek $DAF = \beta$ en $FD = \frac{l \sin \beta}{\sin \varphi}$

In de rechthoekige driehoek FDB van V_3 is nu $\sin \varepsilon = \frac{FD}{BD} = \frac{l \sin \beta}{\sin \varphi l \cotg \varphi} = \frac{\sin \beta}{\cos \varphi}$ (10)

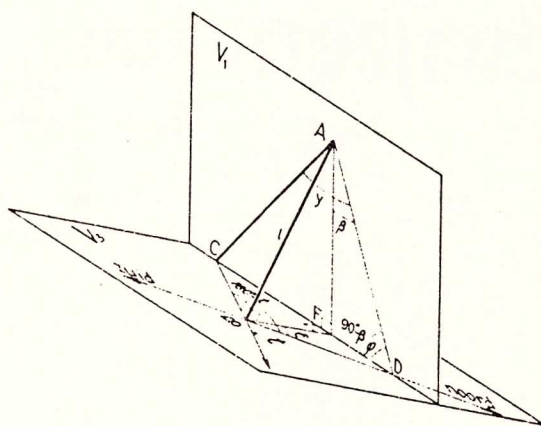


fig. 19

Daar $BF = BD \cos \varepsilon = l \cotg \varphi \cos \varepsilon$ en $FC = BF \operatorname{tg} (180^\circ - t - \varepsilon)$ is dus

$$FC = -l \cotg \varphi \cos \varepsilon \operatorname{tg} (t + \varepsilon)$$

zodat

$$\operatorname{tg} (y - \beta) = \frac{FC}{FA} = \frac{-l \cotg \varphi \cos \varepsilon \operatorname{tg} (t + \varepsilon)}{l \operatorname{cosec} \varphi \cos \beta}$$

of

$$\operatorname{tg} (y - \beta) = \frac{-\cos \varphi \cos \varepsilon \operatorname{tg} (t + \varepsilon)}{\cos \beta} \quad (11)$$

Deze formule geeft de mogelijkheid om, via de hulphoeken β en ε zoals die met (9) en (10) kunnen worden vastgesteld, voor wisselende waarden van de uurhoek t , de hoek y in V_1 te berekenen die de richting van de zonnenschaduw met de lijn AD in dat vlak maakt.

Daar voor de zonnwijzer tegen de garagemuur in fig. 8 $\varphi = 52^\circ 03'$ en $\alpha = 84^\circ$ is volgens (9) $\beta = 4^\circ 40'$ en volgens (10) $\varepsilon =$

$$7^\circ 36'. \text{ Daar in (11) de waarde van } \frac{\cos \varphi \cos \varepsilon}{\cos \beta}$$

$$\text{dan } 0,6116 \text{ bedraagt gaat (11) over in} \\ \operatorname{tg} (y - 4^\circ 40') = -0,6116 \operatorname{tg} (t + 7^\circ 36') \quad (12)$$

Omdat, zoals reeds eerder werd opgemerkt, het lengteverschil tussen mijn huis en Greenwich $17^m 22^{\text{sec}}$ bedraagt is het $1^u - 17^m 22^{\text{sec}} = 42^m 38^{\text{sec}}$ MET als, afgezien van de tijdvereffening, de zon in Rijswijk door het noorden gaat ($t = 0$).

In (12) kan men dus t vervangen door MET $- 42^m 38^{\text{sec}}$ of, in hoekmaat, door MET $- 10^\circ 40'$. De formule wordt dan:

$$\operatorname{tg} (y - 4^\circ 40') = -0,6116 \operatorname{tg} (\text{MET} - 3^\circ 04') \quad (13)$$

of, als men y in de decimale verdeling van het kwadrant wil leren kennen:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(y - 5,19 \text{ gr}) = \\ -0,6116 \operatorname{tg}(\text{MET} - 3^\circ 04') \end{aligned} \quad (14)$$

Voor $\text{MET} = 12^{\text{u}} 42^{\text{m}} 38^{\text{s}}$ vindt men uiteraard $y = 0$, voor $\text{MET} = 10$ uur (150°) $y = 29,31$ gr, voor $\text{MET} = 15$ uur (225°) $y = -26,79$ gr. Deze hoeken kan men met een poolcoördinatograaf uitzetten (zie fig. 20).

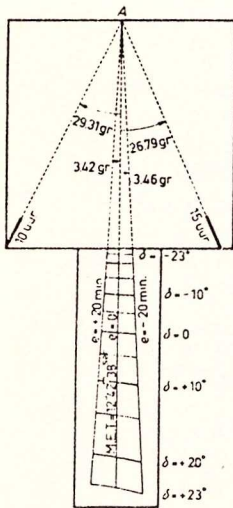


fig. 20

De lezer kan zelf nog wel een andere methode bedenken om uit (13) of (14) de richting van de schaduwlijnen voor wisselende uren MET te construeren.

Als de muur waartegen de zonnwijzer is aangebracht precies op het zuiden ligt dan is $\alpha = 90^\circ$ dus, volgens (9), $\beta = 0$ en, volgens

$$(10), \varepsilon = 0. \text{ Daar } \frac{\cos \varphi \cos \varepsilon}{\cos \beta} \text{ dan de}$$

waarde $\cos \varphi$ aanneemt gaat (11) voor dat geval luiden:

$$\operatorname{tg} y = -\cos \varphi \operatorname{tg} t.$$

Deze formule vertoont veel overeenkomst met (4) die voor de richting van de schaduwlijnen bij de horizontale zonnwijzer geldt. Ze is — ik laat dit graag aan de lezer over — ook gemakkelijk uit (4) af te leiden.

Het geval van de nauwkeurig op het zuiden gelegen muur zal zich echter vrijwel nooit voordoen.

Voor de berekening van zonnwijzers tegen muren waarvoor $\alpha > 90^\circ$ kan men (11) ook gebruiken. Men moet dan voor de berekening van y in deze formule negatieve waarden van β en ε invoeren.

Op overeenkomstige wijze als dat is beschreven bij de equatoriale zonnwijzer kan men aan weerszijden van de lijn AD (fig. 18 en 19) waarvoor $y = 0$, lijnen aanbrengen met de becijfering $e = +20$ min tot $e = -20$ min. De berekening ervan gebeurt met (11) of, voor het voorbeeld van de zonnwijzer in mijn tuin, met (13) of (14). Voor $e = +20$ min moet men dan in die formules $\text{MET} = 12^{\text{u}} 22^{\text{m}} 38^{\text{s}}$ nemen, voor $e = -20$ min $\text{MET} = 13^{\text{u}} 02^{\text{m}} 38^{\text{s}}$. Men vindt respect. $y = 3,42$ gr en $y = -3,46$ gr. De lijnen zijn in fig. 20 aangegeven.

De bepaling van de lengte van de schaduw die door de zon van de stijl wordt geworpen kan uit fig. 21 geschieden (zie ook fig. 18).

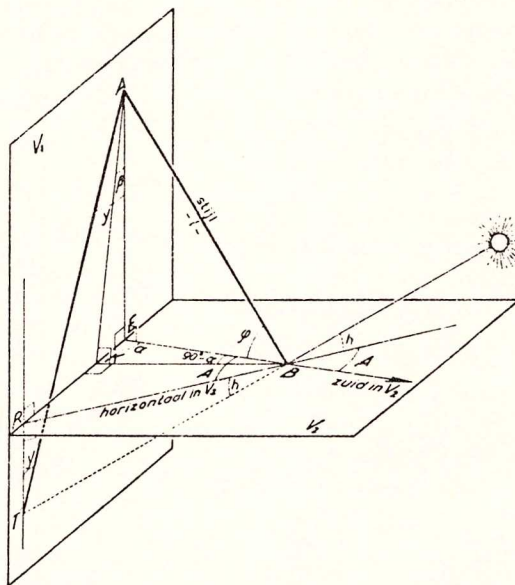


fig. 21

AB stelt hierin weer de stijl voor ter lengte l . In A zit ze in het verticale vlak V_1 bevestigd. Door B is het horizontale vlak V_2 aangebracht dat V_1 volgens de lijn RE snijdt.

Als E het voetpunt van de loodlijn is uit A op de snijlijn neergelaten, dan is de richting EB de richting naar het zuiden. Als BK loodrecht op RE wordt getrokken is, omdat $BE = l \cos \varphi$, $KB = l \cos \varphi \sin \alpha$.

Bij een zekere declinatie δ en een gegeven uurhoek t zij A het azimut van de zon en h de hoogte boven de horizon. AT is de lengte van de schaduw. Haar richting wordt bepaald door de hoek y bij A die, afgezien van de con-

stanten u en φ , blijkens (12) uitsluitend afhankelijk is van t .

Het verticale vlak door de zon en B snijdt V_1 volgens TR . Uit de figuur volgt nu dat AT

$$= \frac{AE + RT}{\cos y}. \text{ Men kan dus } AT \text{ berekenen}$$

als men RT kent; immers $AE = l \sin \varphi$.

Uit de rechthoekige driehoek RKB waarin $KB = l \cos \varphi \sin \alpha$ volgt:

$$BR = \frac{KB}{\cos [A - (90^\circ - \alpha)]} = \frac{l \cos \varphi \sin \alpha}{\sin (A + \alpha)}$$

en daar in de rechthoekige driehoek TRB , $RT = BR \operatorname{tg} h$ is

$$RT = \frac{l \cos \varphi \sin \alpha \sin h}{\sin (A + \alpha) \cos h}$$

Substitueert men hierin de waarden van $\sin h$ en $\cos h$ uit (2) en (3) dan krijgt men

$$RT = \frac{l \cos \varphi \sin \alpha (\sin \varphi \sin \delta - \cos \varphi \cos \delta \cos t) \sin A}{(\sin A \cos \alpha + \cos A \sin \alpha) \cos \delta \sin t}$$

of, teller en noemer delende door $\sin A$:

$$RT = \frac{l \cos \varphi \sin \alpha (\sin \varphi \sin \delta - \cos \varphi \cos \delta \cos t)}{(\cos \alpha + \cotg A \sin \alpha) \cos \delta \sin t}$$

Als men in deze betrekking voor $\cotg A$ de waarde uit (1) substitueert dan vindt men na enkele vereenvoudigingen:

$$RT = \frac{l \cos \varphi (\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t)}{\cotg \alpha \sin t - \sin \varphi \cos t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta}$$

Met deze waarde voor RT vindt men voor AT :

$$AT = \frac{l \cos \varphi (\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t)}{(\cotg \alpha \sin t - \sin \varphi \cos t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta) \cos y} + \frac{l \sin \varphi}{\cos y}$$

of, na enkele vereenvoudigingen:

$$AT = l' = l \frac{\sin \varphi \cotg \alpha \sin t - \cos t}{\cos y (\cotg \alpha \sin t - \sin \varphi \cos t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta)} \quad (15)$$

Voor $t = 180^\circ$ ($\sin t = 0$, $\cos t = -1$ en $\cos y = 1$) gaat deze formule over in:

$$l' = l \frac{1}{\sin \varphi - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta} = l \frac{\cos \delta}{\sin (\varphi - \delta)} \quad (16)$$

Men kan dit bijzondere geval uit het algemene natuurlijk ook gemakkelijk rechtstreeks afleiden. In fig. 21 valt dan R samen met E , T ligt op het verlengde van AE en $h = 90^\circ - \varphi + \delta$.

Een ander bijzonder geval kan men ontleen aan fig. 18. Als de zonnestralen invallen volgens de richting van de snijlijn van de vlakken V_3 en V_2 dan is zowel $t = 6$ uur als $h = 0$. De zon komt in het oosten op. Het is dus 21 maart of 23 september waarop $\delta = 0$. De lengte van de schaduw is dan AO . Uit fig. 18 leidt men hiervoor gemakkelijk een waarde

$$\frac{l \sin \varphi}{\cos OAE} = \frac{l \sin \varphi}{\cos y} \text{ af.}$$

Uiteraard vindt men eenzelfde uitkomst als men in (15) $t = 90^\circ$ en $\delta = 0$ substitueert.

Bij de berekening van l' volgens (15) en (16) is geen rekening gehouden met de flauwe schaduw die ontstaat door de randstralen van de zon noch met de geringe invloed van de refractie die voor de in het midden van ons land voorkomende meridiaanhoogten $61\frac{1}{2}^\circ > h > 14\frac{1}{2}^\circ$ optreedt.

Voor de berekening van de schaduw lengten van mijn eigen zonnwijzer luidt (15)

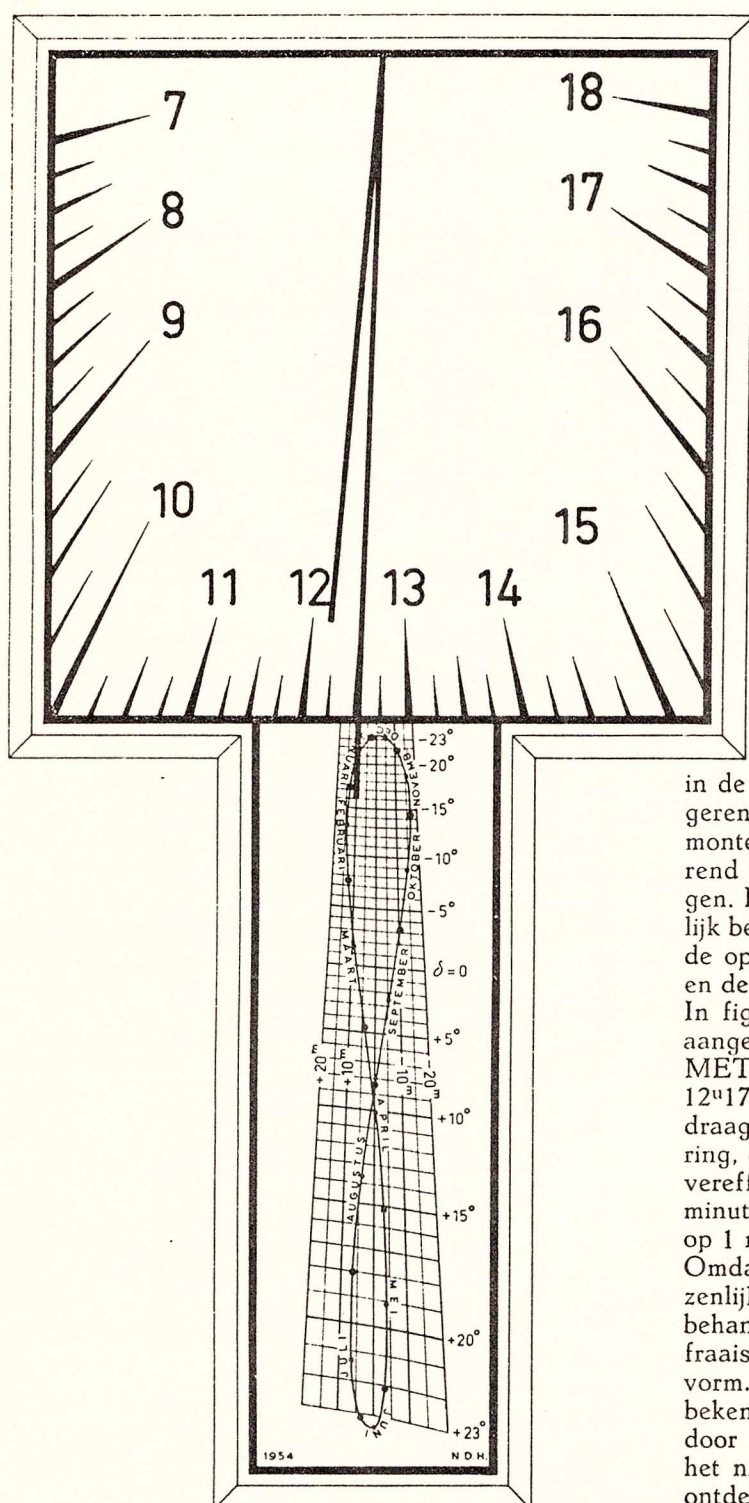
$$l' = l \frac{0,0829 \sin t - \cos t}{\cos y (0,1051 \sin t - 0,7885 \cos t - 0,6150 \operatorname{tg} \delta)} \quad (17)$$

Voor $t = 180^\circ$ en $\delta = -23\frac{1}{2}^\circ$ is $l' = 0,947 l$, voor $t = 180^\circ$ en $\delta = +23\frac{1}{2}^\circ$ $l' = 1,919 l$.

Voor waarden van t tussen $t = 175^\circ$ ($e = +20$ minuten) en $t = 185^\circ$ ($e = -20$ minuten) en voor waarden van δ tussen $-23\frac{1}{2}^\circ$ en $+23\frac{1}{2}^\circ$ kan men l' berekenen en langs de e-lijnen van gegeven becijfering uitzetten nadat men voor l een lengte heeft vastgesteld. Men krijgt dan δ -lijnen die omstreeks het middaguur door de schaduw van het eindpunt B van de stijl worden beschreven. In fig. 20 zijn er enkele getekend.

In dit stelsel van e - en δ -lijnen kan men, zoals reeds eerder werd beschreven, een datum-schaal aanbrengen. Dit is in fig. 22 gedaan. De figuur is, afgezien van enkele veranderingen die ik in de „staart” ervan heb aangebracht, een kopie van de zonnwijzer in mijn tuin op een vierde gedeelte van de ware grootte.

Om de staart met de tijdvereffeningskromme geheel vrij te houden van de eigenlijke „klok” is het nodig dat de klok iets kleiner is dan $0,947 l$. Daar de maximale lengte van de schaduw in de meridiaan ca. $1,919 l$ is, is de staart ongeveer even lang als de klok zelf. Ik zelf koos $l = 378$ mm. De totale hoogte van het instrument inclusief de omlijsting is dan ca. 75 cm.



In fig. 21 is nog verduidelijkt hoe de stijl ten opzichte van het verticale vlak V_1 wordt aangebracht. Men berekent daarvoor eerst de afstanden $AE = l \sin \varphi = 298,1$ mm, $EK = l \cos \varphi \cos \alpha = 24,3$ mm en $KB = l \cos \varphi \sin \alpha = 231,2$ mm. Vervolgens construeert men in V_1 de rechthoekige driehoek AEK (AE verticaal). Tenslotte richt men loodrecht op V_1 en met de zijde AK (299,1 mm) in V_1 de rechthoekige driehoek AKB op.

Daar het instrument tegen de muur moet worden aangebracht waarvoor het is berekend kan er, en dit in tegenstelling met de horizontale zonnwijzer, nauwelijks sprake zijn van een goede opstelling van het apparaat. Men moet dus wel zeker zijn van de waarde van α , de hoek die de richting van de muur met het zuiden maakt. Is deze onjuist dan is de hele zonnwijzer fout. Een geringe afwijking

in de bepaling van α kan men nog wel corrigeren door de cijferplaat met de daarop gemonteerde stijl met een paar klosjes iets gerend ten opzichte van de muur aan te brengen. Deze gering moet men proefondervindelijk bepalen op de wijze zoals is beschreven bij de opstelling van de equatoriale zonnwijzer en de horizontale zonnwijzer.

In fig. 22 is een voorbeeld van een aflezing aangegeven. Het is $12^u43^m + 4^m = 12^u47^m$ MET op 5 februari of $12^u43^m - 26^m = 12^u17^m$ op 6 november. Op beide dagen bedraagt, volgens de aangebrachte δ -becijfering, de declinatie van de zon -16° . De tijdvereffening op beide dagen is respect. $+14$ minuten en -16 minuten. Wijst de schaduw op 1 mei 15 uur aan dan is het 14^u57^m MET. Omdat de tijdvereffeningskromme er een wezenlijk onderdeel van vormt is het hierboven behandelde type van verticale zonnwijzer het fraaiste dat ik ken, mede door zijn esthetische vorm. Wonderlijk genoeg is het zeer weinig bekend en ook in het boekje *Zonnwijzers* door P. Terpstra (Groningen 1953) wordt het niet genoemd. Het bestaan ervan heb ik ontdekt uit lit. [8] waar op blz. 101 een reeds uit 1836 daterende zonnwijzer van deze soort staat afgebeeld. Ze is aangebracht tegen de zuidmuur van de Nederlands Hervormde kerk in Enschede. (wordt vervolgd)

zonnewijzers (slot)

door N. D. Haasbroek, oud-lector aan de Technische Hogeschool te Delft

De belangstellende lezer zal zich afvragen waarom ik het besproken principe ook niet heb toegepast bij de horizontale zonnewijzer. Het antwoord daarop is spoedig gegeven. Immers met (8) berekent men dat de lengte van de schaduw 1,04 l is als op een breedte van 52° op 21 juni de zon door het zuiden gaat. Door de zeer lage zonnestand echter is ze op 21 december 3,66 l . De staart van een dergelijk instrument zou dus ongeveer 2,6 maal zo groot zijn als de eigenlijke klok. Voor $l = 200$ mm is de klok dus slechts ca. 20 cm hoog; de lengte van de staart echter is ongeveer 53 cm. Het instrument is onpraktisch en onesthetisch van vorm.

Op lagere breedten wordt het gebruik van horizontale zonnewijzers met datumaanwijzing veel gunstiger. Voor $\varphi = 38^\circ$ vindt men volgens (8) op 21 december in de meridiaan eenzelfde lengte van de schaduw als bij de verticale zonnewijzer met dezelfde l op 21 juni op een plaats met breedte $\varphi = 52^\circ$. Het is duidelijk waarom dit zo is: vervangt men in (8) φ door $90^\circ - \varphi$ en δ door $-\delta$ dan gaat de formule over in:

$$AC = \frac{l \cos (-\delta)}{\cos (90^\circ - \varphi + \delta)} = \frac{l \cos \delta}{\sin (\varphi - \delta)}.$$

dezelfde waarde die wij in (16) vonden voor de schaduw lengte bij de verticale zonnewijzer.

Zoals reeds is opgemerkt is een precies op het zuiden gelegen muur de gunstigste plaats voor een verticale zonnewijzer. Het vlak door de stijl loodrecht op de wijzerplaat is dan een verticaal vlak dat voor een plaats op 5° oosterlengte door de becijfering 12^u40 gaat. De uurscijfers liggen zo goed mogelijk over de wijzerplaat verdeeld en de e - en δ -lijnen op de staart van het instrument zijn symmetrisch t.o.v. de lijn $e = 0$. Hoe meer de muur van een nauwkeurige ligging op het zuiden afwijkt des te groter de asymmetrie wordt en deze asymmetrie doet afbreuk aan het esthetische karakter van de zonnewijzer.

Het nadeel van de zelfs tegen een precies zuid gelegen muur aangebrachte zonnewijzer ($\alpha = 90^\circ$ in fig. 18) is dat men er niet op kan aflezen vóór de zon in het oosten en nadat ze in het westen staat d.w.z. (zie fig. 11) op de langste dag en voor een breedte $\varphi = 52^\circ$ niet vóór ca. 8 uur en niet na ca. 17^u20 MET. Dit bezwaar wordt ernstiger als $\alpha < 90^\circ$. Voor $\alpha = 70^\circ$ bijv. is op de langste dag de wijzerplaat reeds niet meer verlicht om ca. 15^u50 MET terwijl op die dag de zon toch pas om ca. 21^u MET ondergaat.

Om tegemoet te komen aan de bezwaren van esthetische aard die ik zo juist noemde en om bovendien gedurende het zomerhalfjaar tijdens de late middaguren en avonduren een aflezing op de zonnewijzer mogelijk te maken, kan men te werk gaan zoals in fig. 23 is aangegeven.

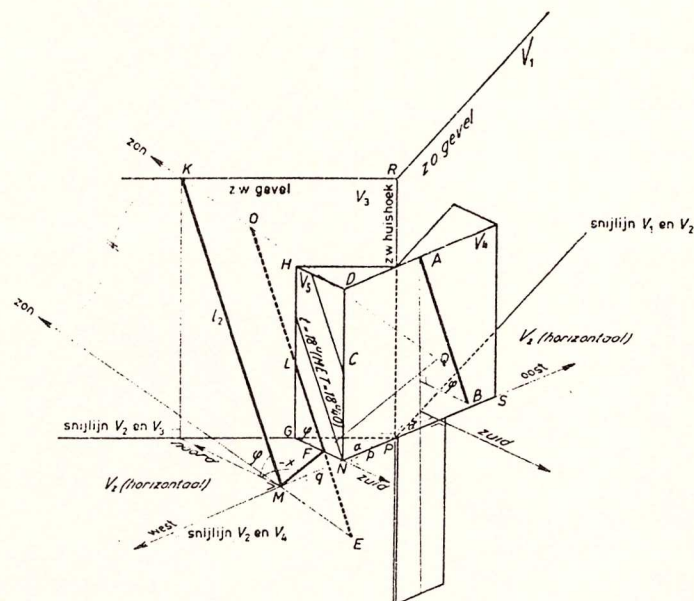


fig. 23

In deze figuur stelt V_1 het verticale vlak (een huismuur) voor waartegen in fig. 18 een zonnwijzer is aangebracht. Het maakt een hoek α ($\alpha < 90^\circ$) met de richting naar het zuiden die is aangegeven in een horizontaal vlak V_2 door een punt P van de zuidwestelijke huishoek PR . V_3 , loodrecht op V_1 , is de zuidwestelijke gevel van het huis. Door PR is het verticale vlak V_4 aangebracht. Het maakt met V_1 een hoek $90^\circ - \alpha$. De snijlijn $MNPS$ van V_2 met V_4 is dus west-oost gericht. Het gedeelte NS van deze snijlijn is de onderzijde van de wijzerplaat van een in V_4 gelegen zonnwijzer die over een afstand $PN = p$ over de huishoek P heen steekt. De staart van het instrument en de stijl AB zijn er schetsmatig op aangegeven.

De richting van de uurlijnen op deze zonnwijzer kan men berekenen met (11) nadat men daarin voor β en ε de waarde nul heeft gesubstitueerd. Men krijgt dan de formule

$$\operatorname{tg} y = -\cos \varphi \operatorname{tg} t$$

of, voor een plaats op 5° O.L.:

$$\operatorname{tg} y = -\cos \varphi \operatorname{tg} (\text{MET} - 10^\circ) \quad (18)$$

De δ -lijnen op de staart vindt men met (15). Daar in deze formule $\alpha = 90^\circ$ gaat ze over in

$$l' = \frac{l \cos t : \cos y}{\sin \varphi \cos t + \cos \varphi \operatorname{tg} \delta} \quad (19)$$

Loodrecht op V_4 en V_2 is tenslotte door N

het vlak V_5 aangebracht. Het snijdt V_2 volgens NG , V_3 volgens GH en V_4 volgens ND . Het is noord-zuid gericht.

Op dit vlak zullen wij nu de wijzerplaat aanbrengen van een tweede zonnwijzer, geschikt om er tijdens het zomerhalfjaar de uren van de late namiddag tot zonsondergang op af te lezen. De afstand $PN = p$ en de hoek α bepalen de lengte $NG = p \operatorname{tg} \alpha$. Voor $p = 100$ mm en $\alpha = 70^\circ$ is $NG \approx 275$ mm.

De stijl van deze zonnwijzer moet uiteraard weer op de hemelpool zijn gericht. Ze loopt dus evenwijdig met V_5 . In fig. 23 is ze in M , op een afstand $NM = q$ van N gelegen, in het horizontale vlak V_2 bevestigd en in K in V_3 . Zij maakt een hoek φ met V_2 . Haar lengte is

$$l_2 = \frac{(p+q) \operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi}$$

De richting der schaduwlijnen van deze stijl op V_5 kan men met (9), (10) en (11) bepalen. Daar $\alpha = 0$ is volgens (9)

$$\operatorname{tg} \beta = \cotg \varphi \quad \text{of} \quad \beta = 90^\circ - \varphi.$$

Uit (10) blijkt vervolgens dat $\sin \varepsilon = 1$ of $\varepsilon = 90^\circ$. Volgens (11) is dus

$$\operatorname{tg} (y - \beta) = 0 \quad \text{of} \quad \operatorname{tg} (y - 90^\circ + \varphi) = 0$$

Hieruit volgt

$$y = 90^\circ - \varphi \quad (20)$$

De schaduwlijnen op V_5 zijn dus alle evenwijdige rechten die een hoek $90^\circ - \varphi$ met de

verticaal in dat vlak maken. Ze zijn evenwijdig met MK .

De lengte van de schaduwlijnen kan men berekenen met (15). Deelt men in deze formule teller en noemer door $\cotg \alpha$ dan komt er

$$l'_2 = l_2 \frac{\sin \varphi \sin t - \frac{\cos t}{\cotg \alpha}}{\cos y \left(\sin t - \frac{\sin \varphi \cos t + \cos \varphi \tg \delta}{\cotg \alpha} \right)}$$

Voor $\alpha = 0$ ($\cotg \alpha = \infty$) wordt dit

$$l'_2 = l_2 \frac{\sin \varphi}{\cos y}$$

of, in verband met (20):

$$l'_2 = l_2 \quad (21)$$

Onafhankelijk van de uurhoek t en de declinatie δ zijn dus alle schaduw lengten gelijk aan de lengte l_2 van de stijl MK .

Het is duidelijk dat men de resultaten uit (20) en (21) gemakkelijker kan afleiden uit een beschouwing van fig. 23. Daar MK evenwijdig is met V_5 zal bij de aangegeven stand van de zon de schaduw van MK op V_5 de lijn EO zijn. Daar $KMEO$ een parallelogram is, is EO evenwijdig met en gelijk aan MK .

De plaats van de schaduwlijnen op de wijzerplaat van deze tweede zonnwijzer wordt bepaald door (4):

$$\tg x = -\sin \varphi \tg t$$

Voor een uurhoek $180^\circ < t < 270^\circ$ behoort, zoals in fig. 23 is aangegeven, een negatieve waarde van x . Daar $NM = q$ is

$$NF = -q \cotg x = \frac{q}{\sin \varphi \tg t} \quad (22)$$

Voor een plaats op 5° O.L. kan men hiervoor schrijven

$$NF = \frac{q \cotg (\text{MET} - 10^\circ)}{\sin \varphi}$$

Voor $q = 300$ mm, $\varphi = 52^\circ$ en $\text{MET} = 16^u50$ is $NF = +198,2$ mm. Daar deze afstand kleiner is dan de beschikbare afstand $NG = 274,75$ mm is ver voor het uur waarop op de langste dag de zon van de hoofdzonnwijzer V_4 verdwijnt de schaduw FL van de stijl MK reeds op V_5 zichtbaar. De uurlijn $\text{MET} = 16^u50$ is te samen met andere uurlijnen van de schets op de wijzerplaat $NGHD$ uit fig. 23 op schaal in fig. 24 aangegeven.

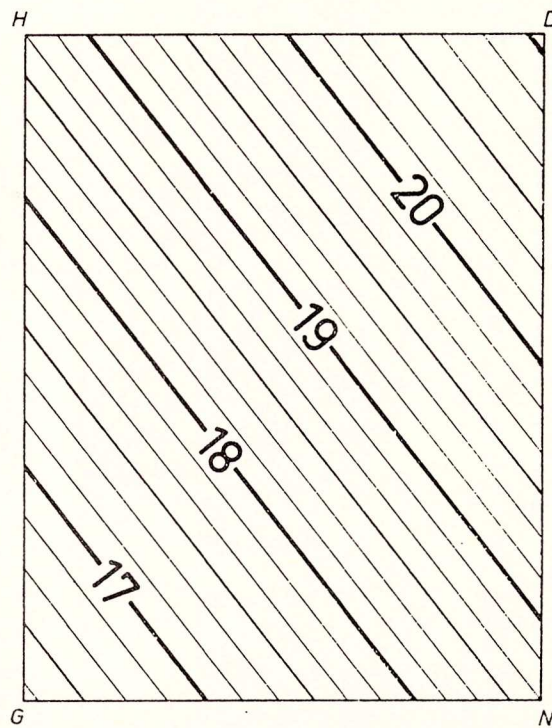


fig. 24

De hoogte GH van deze wijzerplaat is zó gekozen dat $\text{MET} = 18^u40$ ($t = 270^\circ$ en dus $NF = 0$) de diagonaal van de wijzerplaat is. GH is dan $p \tg \alpha \tg \varphi = 351,7$ mm, een waarde die tevens een aanvaardbare maat is voor de hoogte van de wijzerplaat in V_4 . Ze is dezelfde als die van het instrument dat in fig. 22 is afgebeeld.

Voor waarden van $t > 270^\circ$ zijn de afstanden NF uit (22) negatief. Men kan de uurlijnen dan gemakkelijker bepalen door hun snijpunt te berekenen met de lijn ND van fig. 23. Men vindt

$$NC = \frac{-q \tg \varphi}{\sin \varphi \tg t} = \frac{-q \cotg t}{\cos \varphi} \quad (23)$$

Voor: $\text{MET} = 21$ uur ($t = 305^\circ$) is $NC = +341,2$ mm.

Bij voorkeur moet de lengte l_2 van de stijl MK zó zijn dat voor alle afgebeelde waarden MET de schaduwen E en O van de eindpunten M en K op V_5 steeds buiten de wijzerplaat vallen. Het gedeelte FL van de schaduw vult dan ter plaatse de gehele plaat. Om deze lengte te bepalen zullen wij bij een uurhoek t en een declinatie δ van de zon de lengte berekenen van het gedeelte FO van

de schaduw dat in fig. 23 boven V_2 is gelegen.

Volgens de ongenummerde formule op blz. 152 (zie Geodesia 1965-6) heeft de schaduw MQ van de stijl op V_2 een lengte

$$MQ = \frac{l_2 \sin \varphi \sin t}{(\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t) \sin x}$$

Uit de gelijkvormigheid van de driehoeken MKQ en FOQ volgt

$$FO = l_2 - l_2 \frac{MF}{MQ}$$

waarin

$$MF = \frac{-q}{\sin x} = \frac{q(\cos \varphi \cos t - \sin \varphi \operatorname{tg} \delta)}{(\sin \varphi \operatorname{tg} \delta - \cos \varphi \cos t) \sin x}$$

zodat

$$FO = l_2 - \frac{q(\cos \varphi \cos t - \sin \varphi \operatorname{tg} \delta)}{\sin \varphi \sin t}$$

of, na een korte vereenvoudiging:

$$FO = l_2 - q(\cotg \varphi \cotg t - \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sin t}) \quad (24)$$

FO bereikt haar maximale waarde $l_2 = EO$ als E met F samenvalt d.w.z. als de zon zich in V_2 bevindt. Haar hoogte boven de horizon is dan nul. In dat geval is de term tussen haakjes in (24) eveneens nul. De betrekking tussen φ , t en δ die hierdoor ontstaat moet dus dezelfde zijn als die welke men vindt als men in (2) $h = 0$ substitueert. De lezer kan zich hiervan door een eenvoudige goniometrische bewerking van (2) gemakkelijk overtuigen.

Voor $t = 18^\circ$ ($MET = 18^\circ 40'$), $\delta = +23\frac{1}{2}^\circ$ en $q = 300$ mm neemt, onafhankelijk van φ ,

$q(\cotg \varphi \cotg t - \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sin t})$ uit (24) de waarde $q \operatorname{tg} \delta = 130,4$ mm aan zodat

$$FO = l_2 - 130,4 \text{ mm.}$$

Daar de afstand FO uit fig. 23 voor dit geval tenminste gelijk moet zijn aan de diagonaal $NH = 446,3$ mm van de wijzerplaat uit fig. 24 moet de lengte l_2 van de stijl tenminste 576,7 mm bedragen. Neemt men $l_2 = 580$ mm dan is men er zeker van dat alle lijnen MET die in fig. 24 zijn afgebeeld door de schaduw van de stijl over hun volle lengte worden be-

dekt. Van de beschikbare stijlengte $MK = \frac{(p+q) \operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} \approx 1785$ mm heeft dus minder

dan een derde te worden gebruikt. Men zou kunnen overwegen het aan de zijde van K gelegen deel weg te laten, zij het dan dat daarmee de mogelijkheid tot een extra stevige bevestiging van de stijl in M en in K verloren gaat.

Voor de lezer wiens belangstelling voor zonnepijlers zó ver mocht gaan dat hij er zelf een zou willen maken geef ik tenslotte nog enige bijzonderheden over de uitvoering. Het fraaiste en nauwkeurigste resultaat krijgt men als de tekening wordt gemaakt op een maatvast transparante polyester folie. Deze tekening moet, door een daarvoor geschikte reproductie-inrichting, worden afgedrukt op een materiaal dat goed bestendig is tegen weersinvloeden. Men kan daarvoor aluminium gebruiken dat aan een chemische bewerking (anodiseren) is onderworpen. Om parallax te vermijden dient tijdens het afdrucken de zijde waarop de tekening is aangebracht tegen het aluminium te liggen. Het verdient dus aanbeveling de tekening in spiegelbeeld te maken. Om op de plaat later de stijl te kunnen aanbrengen dient men door merkjes op de tekening tevens de punten A en K uit fig. 21 aan te geven.

Het „ontwikkelen” van het beeld geschiedt met een etsende vloeistof die het aluminium op de onbelichte plaatsen (de zwarte lijnen op de tekening) aantast. Met een daarvoor geschikte zwarte verfstof kan vervolgens de oorspronkelijke tekening op het aluminium weer tevoorschijn worden geroepen.

Natuurlijk dienen ook de stijl en de omlijsting van de zonnepijler door anodiseren tegen de invloeden van het weer te worden beschermd.

Ik hoop dat ik met dit opstel aan de bedoelingen van de redactie van dit tijdschrift ben tegemoet gekomen. Misschien heeft het aan een aantal van mijn lezers een verklaring gegeven voor enige hemelverschijnselen die zij tot dusverre als vanzelfsprekend hadden aanvaard. Misschien ook inspireert het een enkeling zelf tot de constructie van een zonnepijler over te gaan. Hij zal er genoeg aan beleven. Ik zelf raadpleeg de mijne dikwijls en ik zet er zelfs mijn horloge op gelijk.

S L O T

Voor literatuur zie pagina 624

Het Kadaster en de Topografische Dienst

Zoals men heeft kunnen lezen op de achterzijde van het dekblad bij Bulletin XII bestaat de Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers nu 150 jaar, ter gelegenheid waarvan Open Huis werd gehouden op 4 en 5 Januari jl. op het kantoor van de Hoofddirectie te Apeldoorn, Waltersingel 1. Het was zeer de moeite waard om daar te kijken: Er was een tentoonstelling van oude instrumenten die gebruikt werden voor het landmeten en voor de vervaardiging van kaarten, maar men ^{kon} ook in de keuken van het grote bedrijf kijken waar men het werken met de modernste apparatuur zag. Op de zesde etage kon je zelf spelen met een theodoliet en een instrument voor afstandsbepaling met licht, waartoe men op een kerktoeren in de stad een spiegeltje had opgesteld. Er waren dia-voorstellingen over alle werkmethoden. De afdeling kartografie was niet minder interessant: het met de hand graveren van kaarten in een waslaag, maar ook bij de fotogrammetrie de enorme Wild-karteermachines die automatisch kaarten tekenen naar twee stereo-luchtfoto's. Het was ook belangwekkend om kennis te kunnen nemen van vele andere facetten van de organisatie.

Wie er meer van wil weten en niet de reizende tentoonstelling kan bezoeken (zie hiervoor Bull. XII) vrage aan het geschrift: "150 jaar Kadaster" bij bovengenoemd kantoor.

Na 1975 begon men hier met het vervaardigen van de G.B.K.N., de Grootschalige Basiskaart van Nederland". Het is een nieuwe topografische kaart op grote schaal. Voor gebieden met gesloten bebouwing is de schaal 1:500, voor open bebouwing 1:1000, en voor landelijke gebieden 1:2000. Het is een getekende lijnenkaart, opgenomen in het coördinatensysteem van de Rijksdriehoeksmeting.

De Topografische Dienst, Westvest 9 te Delft. vierde het 150-jarig bestaan al in 1965, want het werd in 1815 opgericht. Wie over de geschiedenis van dit bureau meer wil weten leze "Topografische en Militaire Kaart van het Koninkrijk der Nederlanden" door ir. J.A. van der Linden, uitg. Fibula-van Dishoeck, 1973. Zoals het woord al zegt was het daar meer te doen om een kaart voor militaire doeleinden, de z.g. stafkaart.

Het landmeten en de kunst van het kaarten maken zijn al eeuwen oud. Ook kadastrale werkzaamheden zijn er van oudsher geweest. Het woord "kadaster" is afgeleid van "Capistratum", hoofdelijke belasting. Door Karel V werd ingesteld dat de notaris een sleutelfiguur werd bij overdracht van goederen.

Met Snellius, omstreeks 1600, begon de geschiedenis van de driehoeksmeting in Nederland. Maar iedere gemeente hanteerde zijn eigen coördinatenstelsel. Een Rijksdriehoeksmeting, waarbij één landelijk coördinatenstelsel werd toegepast, begon pas in 1885 waarbij men toen de Onze Lieve Vrouwe toren in Amersfoort als O-punt in het stelsel van X en Y - assen nam.

Voor het meten van een driehoek heeft men één zeer nauwkeurig gemeten basislijn nodig, welke men overnam uit het Duitse driehoeksnet. In 1913 zette men in Stroe die basis nog eens uit en toen bleek alles goed te kloppen. Die basis (tussen km 16 en 21) is niet meer te vinden. In het boekje bij de tentoonstelling mis ik het vermelden van een nieuwe basis die in 1957 werd uitgezet in de Loenermark, groot 576 m, opgemeten met invarmeetbanden. Op mijn wandelingen door de Loenerhei kom ik er nog al eens langs, maar ik heb het nooit nagemeten. Dat hebben wel twee Finse proffen gedaan met de interferentiecomparator van prof. Väisälä en ze vonden toen een lengte van 576,09226 meter, zodat de nauwkeurigheid 1 : 100.000 is. Aldus A.J.Daub in zijn leuke boekje "Meten met Maten", vademecum van 40 eeuwen!

Voor het meten van de hoeken gebruikt men in de driehoeksmeting een precisie-instrument, genaamd theodoliet. Nu kan ik van vele instrumenten, zoals een microscoop, een telescoop, een sextant en een hodometer, de betekenis van het woord wel afleiden, maar wat betekent nu het woord theodoliet? Niet één geodeet die mij dat kon vertellen. Tenslotte vroeg ik het maar eens aan de heer Haasbroek die via de Geodesie in Delft een artikel kon opduiken van Max Engelsberger uit 1969 in Heft nr. 134 van de Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften waaruit ik een verkorte samenvatting geef:

Het woord wordt voor het eerst gebruikt in een Engels geschrift van Leonard Digges uit 1571. Verworpen wordt de gedachte, neergelegd in de Encyclopaedia Britannica, dat het instrument zijn naam ontleend heeft aan de verhandeling van een onbekende mathematicus Theodulus in Frankrijk. Enkele schrijvers denken aan een verbastering van het Arabische woord alhidade, maar dat lijkt ook niet erg aannemelijk. Beter lijkt het de oorsprong van het woord in het Grieks te zoeken: Gezocht lijkt de afleiding uit obelos of obeliskos, maar de voorkeur verdient de mening van prof. Didolff die als volgt is:

Thea ($\theta\epsilon\alpha$) = het beschouwen. Theaomai ($\theta\epsilon\alpha\omicron\mu\alpha\iota$) = ik beschouw, ik kijk rond. (vgl. ons woord theater!)

(4) Odos ($\omicron\delta\omicron\varsigma$) = weg, pad.

Lithos ($\lambda\iota\theta\omicron\varsigma$) = steen; ook grens-steen! Merk-steen.

Theodoliet wordt dan "Wegsteinschauer", Weg-steen-kijker.

- - -

De kaarten van de Topografische Dienst.

De kaarten van het Kadaster zijn niet zonder meer te verkrijgen. Wel kan men bij de Landmeetkundige Dienst van de eigen gemeente inzage krijgen en informatie inwinnen over de ligging van de muur waarop men een zonnewijzer wil aanbrengen.

Kaarten van de Topografische Dienst zijn eenvoudig te krijgen. Men vragt een catalogus aan (prijs f 3.50) waarin men een geïllustreerde beschrijving vindt van de kaarten die men daar verkoopt, terwijl er bestelformulieren bijgevoegd zijn. Een ongekleurde kaart kost f 5.20 of f 13.50; een gekleurde kaart f 9.10 of f 11.50.

Op pag. 60 van de catalogus vindt men de coördinaatsystemen:

1. het geografisch stelsel. Noorderbreedte en Oosterlengte worden aangegeven om de 5 minuten, en aan de binnenrand van het kader voor elke minuut.

2. het coördinatensysteem van de Rijksdriehoeksmeting, waarvoor het nulpunt ligt in de Onze Lieve Vrouwetoren te Amersfoort. Naar het oosten + X, naar het westen - X. Naar het noorden + Y, naar het zuiden - Y.

3. het verschoven coördinatensysteem van de Rijksdriehoeksmeting: Om voor het hele land positieve waarden van X en Y te krijgen heeft men het nulpunt verschoven, en wel 155 km in westelijke richting en 463 km in zuidelijke richting. De toren in Amersfoort ligt dan op $X = + 155$ en $Y = + 463$.

Systeem 2 en 3 worden op de kaart aangegeven door zwarte lijnen, evenwijdig aan de kaartrand. Zou men voor systeem 1 een lijn op de kaart trekken dan zou deze iets krom lopen vanwege de meridiaanconvergentie.

Op de kaarten 1 : 25.000 en 1 : 50.000 vinden we de systemen 1 en 2/3. Op de kaart 1 : 10.000 (alleen ongekleurd) vinden we alleen systeem 3.

In een losse brief bij de catalogus wordt vermeld dat men wegens achterstand in de productie een versnelde productiemethode invoerde voor de kaart 1:25.000. Deze wordt dan door verkleining van de kaart 1 : 10.000 direct daaruit afgeleid en daarna wel ingekleurd, zij het op iets andere wijze. Het is mij opgevallen dat dan op die nieuwe kaarten 1 : 25.000 toch ook weer het coörd.systeem 1 staat.

Niet in de catalogus staat aangegeven dat er soms ook kaarten

worden gestuurd die gemaakt zijn in het U.T.M.systeem, het Universal Transverse Mercator Grid. Daar lopen de ruitlijnen niet evenwijdig aan de kaartrand!

Ten overvloede zij gezegd dat systeem 1 berust op de Oosterlengte t.o. van de meridiaan in Greenwich, en dat het gradensysteem loopt van 0 - 90°. Wij zijn daar zo aan gewend dat we ons gauw vergissen als we in Frankrijk rondtoeren met een Michelinkaart, want daar baseert men zich wat de lengte betreft op de meridiaan van Parijs en bovendien gebruikt men het centesimale stelsel: Dus 100 Gr op die kaart $\times 0.9 = 90^\circ$ op onze kaarten. Bijgevolg ziet men bv. op de Michelinkaart (no 3 voor België) Maastricht liggen op 56.50 Gr Noorderbreedte en 3.73 Gr O.L. (Parijs!) terwijl onze stafkaart aangeeft resp. 50° 51' en 5° 41' (Greenwich).

Ziet U dat Maastricht zuidelijker ligt dan het noordelijkste deel van Frankrijk?

N.B.: Bij het Kadaster rekent men gewoonlijk ook in het centesimale systeem! Dus 100 Gr voor 90°.

Men diene er rekening mee te houden dat elke uitgave van de topografische kaart steeds berust op verkenningen van enkele jaren tevoren, zodat op een jongste uitgave een nieuwbouw nog niet te vinden is. Voor wandelingen in de vrije natuur is dat geen bezwaar, want die bospaden blijven altijd hetzelfde, tenzij er net een nieuwe snelweg wordt aangelegd. Een kaart van 1 : 25.000 is in de bossen ideaal.

Voor het uitmeten van de plaats voor een zonnewijzer is deze kaart ook prima te gebruiken, maar vanzelfsprekend is de kaart 1 : 10.000 nog beter voor een fijnere uitpassing.

We willen ergens een zonnewijzer plaatsen en daarvoor de coördinaten van die plek weten.

A. Wie niet vertrouwd is met het gebruik van X en Y coördinaten kan zich best behelpen met het systeem 1. We trekken dan met een lange lineaal een dunne potloodlijn van de minuutstreep boven aan het kader tot de minuutstreep onder bij de rand. Met een millimetermaatje meten we de afstand van potloodstreep tot de bewuste plaats, en rekenen dat om in het aantal seconden. Let op: een minuut bovenaan is smaller dan een minuut onderaan. Men moet dus interpoleren, maar tenslotte lukt het met voldoende nauwkeurigheid. *Dat is dus de O.L. / Men moet de M.B.*

B. Voor rekenaars verdienen de systemen 2 en 3 de voorkeur. Een uitvoerige beschrijving van de methoden vinden we in de "Handleiding Technische Werkzaamheden voor het Kadaster", met name op pag. 4, 5 en 6.

Voor ons doel staat het voornaamste op pag. 6, en wel als volgt:

Met onderstaande formules kunnen de berekening van de meridiaanconvergentie en de herleiding van rechthoekige naar geografische coördinaten met de rekenmachine worden uitgevoerd:

$$\gamma_{dmgr} = + 12823,383 X + 336,454 XY + 7,564 XY^2 - 2,521 X^2 + 0,173 XY^2 - 0,173 X^2 Y . \quad (1)$$

$$\varphi'' = + 3236,033 Y - 32,592 X^2 - 0,247 Y^2 - 0,850 X^2 Y - 0,065 Y^2 + 0,005 X^4 - 0,017 X^2 Y^2 . \quad (2)$$

$$\lambda'' = + 5261,305 X + 105,979 XY + 2,458 XY^2 - 0,819 X^2 + 0,056 XY^2 - 0,056 X^2 Y . \quad (3)$$

Hierin is γ de meridiaanconvergentie in dmgr, φ en λ zijn de breedte- en lengteverschillen in seconden met het coördinatennulpunt. Om de breedte en de lengte van het punt (X, Y) te vinden, moeten deze verschillen worden opgeteld bij de breedte, resp. de lengte van dit nulpunt (52° 9' 22,178" en 5° 23' 15,500"). X en Y zijn R.D.-coördinaten, uitgedrukt in een lengte-eenheid van 100 km (komma vijf cijfers naar links).

Ik begon vol moed aan die sommen - maar kreeg niet correcte uitkomst! Maar weer eens de heer Haaebroek gebeld, die me vlot uit de droom hielp: Ik had vergeten dat een derde macht van een negatief getal weer een negatief getal gaf. Toen ging het goed, althans met een uit de hand uitgevoerde berekening op mijn calculator. Maar toen ik de hele zaak in een programma wilde stoppen liep het weer mis; ik zat eindeloos te

tobben totdat ons lid Happee, die vroeger bij Data-systems werkte, mij wist te vertellen dat mijn Casio-calculator volgens logaritmische methode werkte en die derde macht van een negatief getal ook niet kon klaren. Ik moet dus in het programma een omweg nemen voor negatieve getallen en dus bv. $-X^2$ $x \rightarrow X$ laten berekenen.

Wie zijn rekenprogramma wil testen kan beginnen met een hoekpunt van de kaart, waar de waarden voor beide coördinatensystemen genoteerd staan. Ik geef nu een voorbeeld van een willekeurig punt in Cuyk.

De werkwijze is dan aldus:

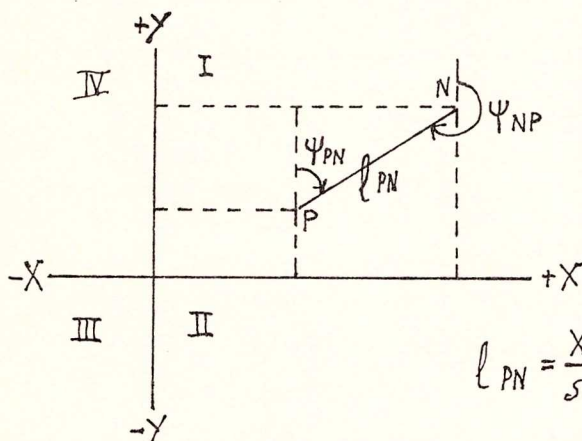
x)

Op de topografische kaart vind ik (in meters)	$X = + 189011,23$	$Y = + 415678,09$
Aftrekken Amersfoort	$155000.$	$463000.$
	$+ 34011,23$	$- 47321,91$

Nu in lengte-eenheid van 100 km, dus de komma 5 plaatsen naar links: Dan vult men voor de berekening in: $X = + 0.3401123$ en $Y = - 0.4732191$. We vinden dan voor φ'' (dus in seconden) -1535.12501 . Gedeeld door 3600 geeft dat φ wat we optellen bij de breedte van Amersfoort en we vinden dan de breedte van het punt in Cuyk: $51^\circ 43' 47.''05$. Verder vinden we met de derde formule voor λ'' 1772.531487 ; gedeeld door 3600, en opgeteld bij de lengte van Amersfoort geeft dit de lengte van het punt in Cuyk: $5^\circ 52' 48.''03$ wat men omrekent in tijd, en dat is 23 min 31.2 sec. Dat is ten opzichte van Greenwich, en voor M.E.T. trekken we dat af van 60 minuten, zodat in Cuyk de middelbare zonnetijd XII = 12h 36m 28,8s M.E.T.

Met behulp van de eerste formule vinden we voor de meridiaanconvergentie $4307,712708$ μmgr . Gedeeld door 10000, $x 0.9$ geeft dat $0^\circ 23' 15.''7$.

Deze waarde hebben we niet nodig voor de berekening van de zonnwijzer, maar is van belang als we een opgave van het Kadaster zouden hebben van het argument. Dat is de hoek met de Y-as, gerekend in de richting met de wijzers van de klok mee, en wordt aangeduid door de griekse letter psi Ψ .



Berekening van Argument:

$$\operatorname{tg} \Psi_{PN} = \frac{X_N - X_P}{Y_N - Y_P}$$

Berekening van Afstand:

$$l_{PN} = \frac{X_N - X_P}{\sin \Psi_{PN}} = \frac{Y_N - Y_P}{\cos \Psi_{PN}}$$

(N.B. landmeters nummeren de kwadranten anders dan in de analytische meetkunde).

Als de landmeter dus beschikt over de X-Y-coördinaten van twee punten van het gebouw, P en N, dan kan dus de hoek tussen die twee punten op bovenstaande wijze eenvoudig worden berekend, en hiermee krijgen we dus de waarde van de afwijking van de muur waarop we onze zonnwijzer willen plaatsen.

Echter, we willen de afwijking t.o. van het ware zuiden hebben, terwijl het argument de afwijking t.o. van het kaartnoorden geeft:

Argument = astronomisch azimut - meridiaanconvergentie.

Let op: ze geven dat argument vaak weer in centesimale Graden!

x) correctie: dat mat ik niet zelf op een topogr.kaart, maar ik kreeg de cijfers van de landmeter. Op een kaart 1:50.000 kan ik niet die vermelde nauwkeurigheid met die decimalen krijgen.

De formules 2 en 3 vragen in een eenvoudige calculator al zoveel stappen dat ik besloot om de grootste getallen eerst in geheugens te herbergen, evenals de breedte en lengte van Amersfoort. Toen kostte het mij nog 122 stappen.

Het is natuurlijk onzin om voor een betrekkelijk grof instrument als de zonnwijzer is de berekening uit te voeren tot in de hoogste precisie, met net zoveel cijfers achter de komma als de calculator maar kan aangeven. Terecht staat dan ook in de handleiding van het Kadaster de volgende aantekening: "Neem voor al deze formules de termen in $X^p Y^q$, resp. $\varphi^p \lambda^q$ in zoveel cijfers, dat vermenigvuldiging met de bijbehorende coëfficiënt een product geeft in drie decimalen nauwkeurig of zoveel minder als men wenst". - Maar het is wel leuk om uit de preciese lengtebepaling zo nauwkeurig mogelijk het verschil in tijd met Greenwich e.d. te kunnen weten, en dat is weer prettig als je op de zon zelf de richting van de muur wil bepalen. Dat laatste is weer een hoofdstuk op zich zelf.

C. Voor hen die geen rekenapparaat hebben is er nog wat anders. Toen de landmeters ook nog geen rekenmachines in gebruik hadden bediende men zich van de bekende

NOMOGRAMMEN VAN HAASBROEK

Hij heeft er eindeloos veel gemaakt, maar voor ons zijn met name belangrijk no 63, 64 en 66. Het Kadaster heeft een fraaie uitvoering, gedrukt op stevig papier en door vriendelijke bemiddeling van ir. J. Denekamp van het Kadaster is het mogelijk die drie bij het bulletin te voegen (voor zover de voorraad strekt). Zeer veel dank hiervoor!

- - -

Het wordt een beetje moeilijker bij de kaarten die gemaakt zijn in U.T.M.grid en dan speciaal als er niet de R.D.coördinaten op staan.

De heer Strang van Hees heeft mij enkele vellen met formules gestuurd om daarmee lengte en breedte uit te rekenen uit U.T.M. en omgekeerd. Maar dat is alles zo ingewikkeld dat ik het hier niet durf op te nemen. Het zal echter niet zo vaak voorkomen dat men louter op een U.T.M.kaart zonder R.D.coörd. moet werken. Wie toch eens met dat probleem zit kan zich wenden tot Strang van Hees onder opgave van de U.T.M.coördinaten en hij stopt het dan wel in de computer. (Zie in dit bull. mutatie's ledenlijst).

Met dezelfde post schreef Strang van Hees ook iets over de heer Haasbroek wat ik gaarne aan de lezers doorgeef: Naast het vermelden van de wetenschappelijke arbeid die elders in dit bulletin al werd genoemd, schrijft hij:

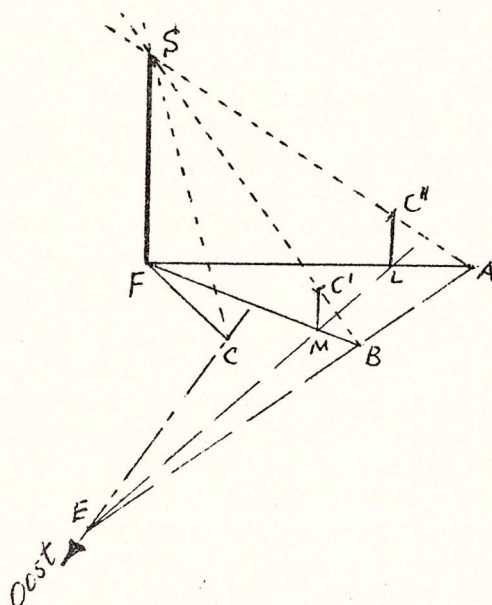
"Hij was altijd erg geïnteresseerd in de studenten. Haast als een vader. Als er moeilijkheden waren van persoonlijke aard dan ging men meestal naar de heer Haasbroek. Ik vind het erg leuk dat hij tot erelid benoemd wordt".

De Romeinse landmeters

Oriëntering door middel van het waarnemen van drie schaduw-
lengten van een gnomon. EEN BEWIJS GEVRAAGD ! de Rijk.

De Romeinen gebruikten voor hun vele landmeetkundige werkzaamheden een ingenieuze methode om de Oost-West-lijn vast te leggen. Deze methode is o.a. beschreven in : *Scriptoribus rei agrariæ*. Men behoeft niets anders te doen, dan in de voormiddag of in de namiddag op 3 verschillende tijdstippen de schaduwlengte van een gnomon te meten.

De methode is van Griekse herkomst en werd door de practisch ingestelde Romeinen veelvuldig toegepast.



De gnomon heeft de lengte SF. De schaduwen die daarvan op verschillende tijdstippen gemeten worden zijn FC, FB en FA, waarvan FC de kortste is.

We passen SC af op SB en SA en vinden zo de punten C' en C''.

Dus $SC = SC' = SC''$.

L en M zijn de projecties van C'' en C' op FA en FB.

LM en AB snijden elkaar in E.

Dan is CE de exacte Oost-West-richting.

Natuurlijk hadden de Grieken een bewijs voor de juistheid van deze methode; zo'n constructievoorschrift is beslist geen giswerk. Ik weet, dat het door K. Mollweide in 1813 bewezen is, maar ik ken de aard van zijn bewijs niet.

Wie vindt een bewijs zonder gebruik te maken van goniometrische formules? Goniometrisch mag natuurlijk ook, maar dan is het zeker niet naar Griekse trant.

Of ik zelf zo'n bewijs ken? Nee, ik heb er een paar uur op gepuzzeld en toen gedacht: ik ben er wel nieuwsgierig naar, maar laat er maar eens een ander naar zoeken: Aan U de eer!

DE ROMEINSE ZONNEWIJZER VAN MAINZ, een vernuftige gnomonische constructie de Rijk.

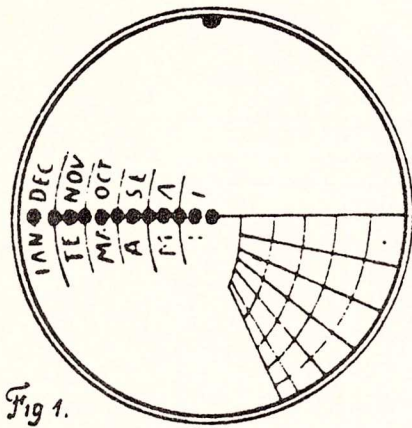


Fig. 1.

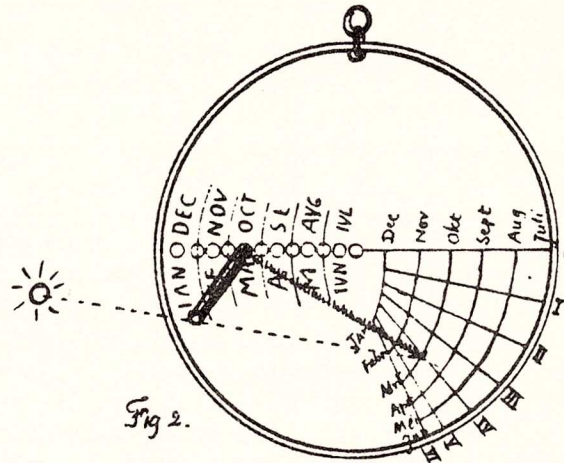


Fig. 2.

Het Mittelrheinisches Landesmuseum in Mainz bezit een (waarschijnlijk laat-Romeins) zonnepijzertje, waarover de meningen nogal verdeeld zijn. A. Schlieben gaat er voor het eerst uitvoerig op in (1). Drecker wijdt er 3 pagina's aan (2) en is het met de verklaring van Schlieben fundamenteel oneens. Derek J. de Solla Price geeft een wat onduidelijke beschrijving (3) en bestrijdt weer de waarde van Dreckers berekeningen. Ik volg Drecker en kan vanuit dat standpunt iets verklaren van de gedachtengang die de constructeur geleid heeft.

Het zonnepijzertje (gevonden op de Linsenberg bij Mainz) bestaat uit een ivoren schijfje, 10 mm dik en met een middellijn van 68 mm. Er is een verdikking aan de rand van 1 mm hoog en 2 mm breed (figuur 1). Bij de rand zit een gaatje, dat duidelijk diende om het instrument aan op te hangen tijdens het gebruik. Een bijbehorende gnomon is niet bewaard gebleven. Op een horizontale lijn zijn links 12 gaatjes aangebracht met namen van maanden erbij. Rechts is een netwerk dat dient voor de tijdaflezing. De krommen van dit netwerk horen bij de maanden en zijn alle cirkelboogjes met dezelfde straal (32 mm), de rechte lijnen zijn uurlijnen. In figuur 2 heb ik de bogen en de rechte lijnen van namen en cijfers voorzien. Het kleinste boogje heeft zijn middelpunt in het eerste gaatje links, het tweede boogje in het derde gaatje etc. De uren zijn van zonsopgang tot de middag genummerd volgens de antieke uren.

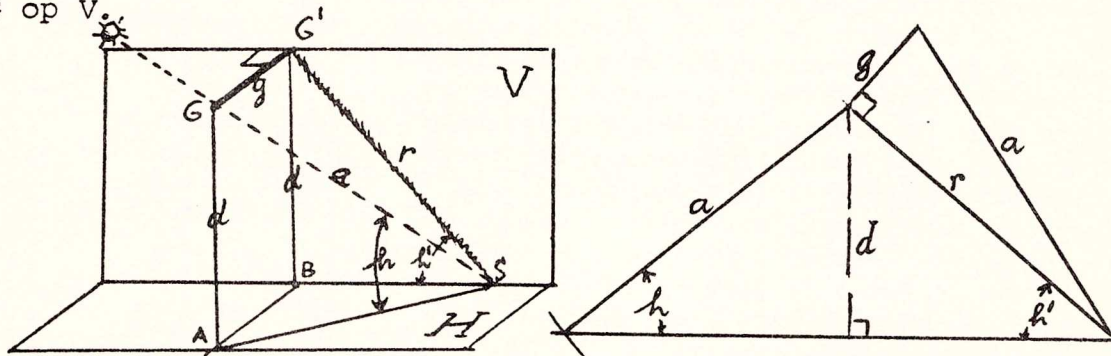
In figuur 2 is tevens ingetekend hoe het zonnepijzertje volgens Drecker gebruikt wordt. In het gaatje voor de betreffende maand (hier Maart) wordt een stift gestoken met een lengte van 10 mm. Dan wordt de zonnepijzer opgehangen en de plaat zo gedraaid, dat de schaduw van het uiteinde van de stift op het datumboogje van maart valt. Bij dit punt lezen we de tijd af (IV^{de} uur of VIII^{ste} uur).

Door een grondige wiskundige analyse komt Drecker tot de gnomonlengte van 10 mm, en verder leidt hij af, dat de zonnepijzer inderdaad voor de breedte van Mainz was ontworpen (50°). Price zegt het niet allemaal te kunnen volgen en komt met totaal ontoereikende argumentatie op een breedte van $41,5^{\circ}$ (Rome).

x) In feite zegt hij: "Drecker geeft gedetailleerde berekeningen van schaduwlengten, maar zelfs met behulp van goede foto's kan ik niet met voldoende nauwkeurigheid.....meten om zijn berekeningen te controleren." Dit klinkt indrukwekkend, maar uit de vele publicaties van Price wordt wel duidelijk, dat hij zich ook niet op Drecker's gebied moet begeven.

Schlieben maakte er een zonnewijzer van, waarbij de gnomonlengte willekeurig gekozen kon worden. De zonnewijzer wordt dan zo opgehangen, dat het zonlicht juist langs de plaat strijkt. Het snijpunt van de gnomonschaduw (die dan lastig te zien is!) met de overeenkomstige datumlijn geeft dan de tijd aan. Drecker wijst erop dat het allezen van een schaduwlijn i.p.v. een schaduwpunt volkomen tegen de grieks-romeinse gnomonische traditie is en dat met Schliebens opvatting ook geen samenhangende verklaring van het netwerk van datum- en uurlijnen te geven is.

Ik vind het een heel merkwaardige zonnewijzerconstructie en ken geen andere voorbeelden uit later tijd, die op deze speciale wijze te werk gaan. Het is duidelijk dat het instrumentje werkt volgens de τ -Az-modus (φ , δ en h bekend), maar van dit type kennen wij heel wat eenvoudiger constructies. Een verplaatsbare stijl zou helemaal niet nodig zijn. Het opvallendst is eigenlijk, dat voor de datumlijnen cirkelbogen gekozen zijn en nog wel alle met dezelfde straal. Deze twee punten zijn volgens mij ook de sleutel tot het begrijpen van de achtergrond van deze zonnewijzervorm. Laten we het eens nader bekijken. Uit de geschriften van Vitruvius en Ptolemeus weten wij dat de constructie van de zonnehoogte uit de geografische breedte, de datum en het tijdstip bekend was. De constructeur van de Mainzer zonnewijzer kon dus een zonnehoogtetabel samenstellen. Maar op de mainzer zonnewijzer zijn de zonnehoogten niet direct af te lezen. In figuur 3 is ∇ het zonnewijzervlak; GG' is de loodrecht op V staande gnomon en S is het schaduwpunt van G op V .



Door S hebben we ook nog een horizontaal valk H aangebracht. Verder is $G'B \perp H$ en $GA \perp H$. De werkelijke zonnehoogte h is dan gelijk aan hoek GSA en de hoek h' ($G'SB$) die door de schaduwlijn op het zonnewijzervlak wordt bepaald is altijd groter dan de werkelijke zonnehoogte; kortweg: $h < h'$.

Nu is het helemaal niet zo moeilijk om h uit h' (of omgekeerd) te construeren. Als we g en r kennen (fig 3) is a te construeren. Met a en d is h te construeren en h' met d en r . In figuur 4 geef ik een voor de hand liggende uitwerking van deze constructie.

De figuur laat direct zien dat we voor elke zonshoogte h een d kunnen vinden die in feite het uurpunt S vastlegt. (We kunnen het ook zo formuleren dat bij elke h een h' geconstrueerd kan worden). Deze eenvoudige constructie is alleen maar mogelijk als r een vaste lengte heeft. Dat verklaart waarschijnlijk waarom de ontwerper van deze zonnewijzer als datumlijnen cirkelbogen koos. Indien hij dit niet gedaan had, zou hij de

(opmerking: De Rijk heeft over alle Hellenistische z.w. een groot artikel geschreven, wat in dit bulletin nog niet geplaatst kon worden. De z.w. van Mainz wordt daar al in het kort vermeld)

uurpunten niet zo eenvoudig hebben kunnen construeren. En waarom hebben alle datumbogen gelijke stralen? Waarschijnlijk een kwestie van economie. Bij de zonnehoogten die voor verschillende maanden en uren voorkomen, zijn er een aantal die gelijk of bijna gelijk zijn. Als je voor alle maanden dezelfde r gebruikt, hoef je minder constructies uit te voeren.

Eigenlijk heel vernuftig! en een zoveelste voorbeeld van de vindingrijkheid van gnomonici uit lang vervlogen tijden.

(1) Schlieben A. Annalen de Ver. für Nassauische Altertums-kunde und Geschichte XXIII p 120-124 (1891).

(2) Drecker J. Theorie der Sonnenuhren p. 61-64 (1925)

(3) deSolla Price D.J. Portable sundials in Antiquity. Centaurus vol 14 no 1, p 246.247 (1969)

-0-0-0-0-0-0-0-

DE ROMEINSE ZONNEWIJZER VAN AUGUSTUS

HOROLOGIUM SOLARE AUGUSTI

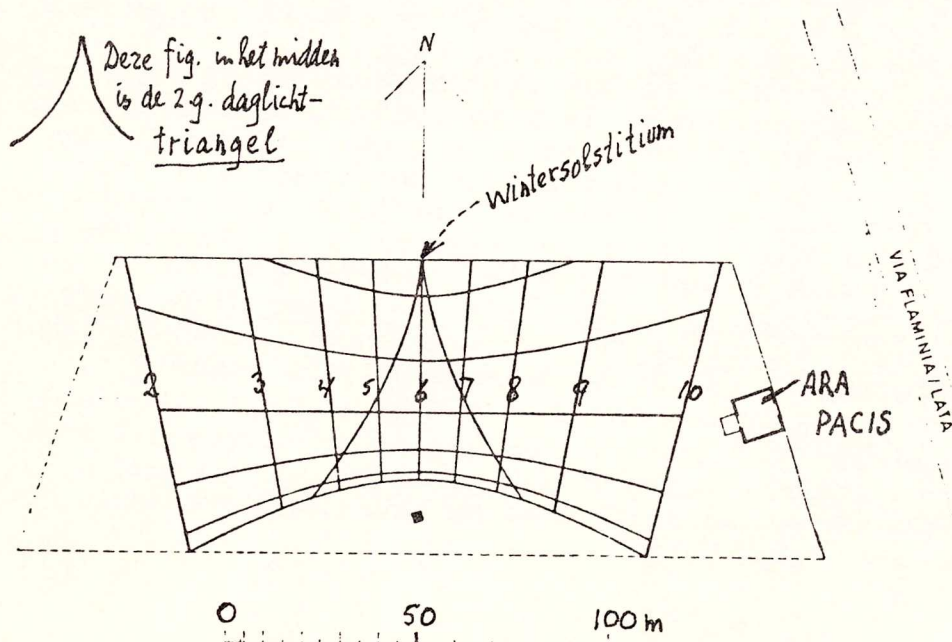
Verderop in dit bulletin ziet U bij de literatuurlijst onder no 441 dezelfde titel, met reeds enkele gegevens.

Prof. dr. Edmund Buchner is al jarenlang met dit onderwerp bezig, en heeft er uitvoerig over gepubliceerd in 1976 en 1980. Ik geef slechts zeer verkort enkele bijzonderheden uit dat werk.

Het betreft hier een enorm grote horizontale zonnewijzer met een obelisk van 30 meter hoogte als verticale gnomon, waarbij men behalve de uurlijnen voor de temporale uren (horae antiquae ofwel ongelijke uren) ook de datumlijnen nog heeft aangebracht.

Op bladz. 634 van dit bulletin heeft Haasbroek besproken dat het onpraktisch is om datumlijnen op een horizontale z.w. te zetten, want de uiteinden komen veel te ver weg te liggen in de winterperiode. Ik herinner aan de z.w. van Coster in bull. XII getoond, waar de datumlijnen ook beperkt blijven tot de zomerperiode!

Maar Haasbroek schrijft daarbij ook dat het op lagere breedten wel wat anders wordt. Nu ligt Rome op ongeveer 42° breedte, en daar zou het dus niet zo'n bezwaar zijn. Echter die gnomon was zo groot dat ook de winterschaduw vreselijk ver weg ligt, althans buiten het middaguur. Nu betoogt Buchner dat de z.w. buiten het middaguur wel wat afgeknot was, in de vorm zoals bijgaande figuur laat zien.



Rome heeft een woud van obelisksen, buitgemaakt in Egypte. De grootste heeft men genomen voor de gnomon van deze zonnewijzer, die aangelegd werd op het veld van Mars, buiten de stad gelegen toen. De obelisk staat sinds 1792 op een heel andere plek, op Piazza Montecitorio voor het Parlementsgebouw. Hij staat daar nog op het oorspronkelijke voetstuk met de nog duidelijk leesbare opschriften waarin o.a. te lezen staat dat de zuil een overwinningstrofee van Augustus is uit de tijd dat Egypte onder Romeinse heerschappij kwam, dat het aan de god Sol gewijd is, en dat hij jaargetijden en dagtijden aanwijst.

De zonnewijzer bergt veel symboliek in zich:

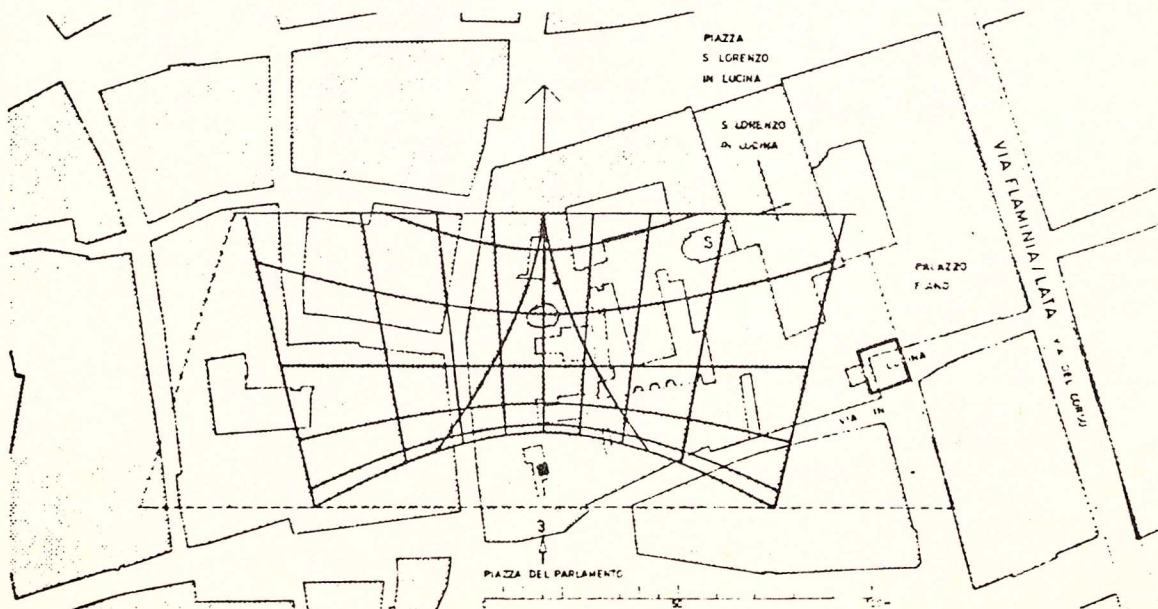
Op 30 Januari van het jaar 9 v.Chr. werd de Ara ingewijd.

Ara = altaar. Het was de Ara Pacis, de tempel des vredes. En 30 Jan. was de verjaardag van de keizerin - astronomisch gnomonisch ligt hier niet direct een aanwijsbare binding, maar op de verjaardag van Augustus zelf zien we wel wat bizonders; hij werd geboren op 23 Sept. de dag van het herfst-equinoct en op die dag schuift de schaduw van de bol boven op de gnomon linea recta de tempel in, in de namiddag na het 10de antieke uur (het middaguur is het 6de antieke uur), waarmee gedemonstreerd moest worden dat hij "natus ad pacem" is, geboren voor de vrede. Ook beredeneert Buchner dat er een speciaal verband bestond tussen het punt van de winterzonnewende en de Ara, en dat hangt weer samen met de dag van de ontvangenis van de keizer (zijn "nativiteitsteken is de steenbok, te zien op de munten van die tijd). De Ara staat in een schuine hoek, de schaduw streek langs beide deurposten en kwam, in het verlengde gedacht, uit op het altaar in de tempel.

Rondom de gnomon zouden 7 concentrische cirkels hebben gelegen, de planetenbanen uit het Ptolemaeïsche stelsel, belangrijk voor de horoscopen van de keizer.

Buchner grondt dit alles op veel oude literatuur, om te beginnen van Plinius die 70 jaar na de aanleg van de z.w. al schreef dat het ding niet meer goed liep. Volgens Plinius kwam dat misschien omdat de zon anders liep, of omdat de aarde uit haar centrale plaats was gerukt, of door de overstromingen van de Tiber met als gevolg grondverschuiving of door aardbevingen. Vooral de Tiber heeft vaak roet in het eten gegooid want er zijn talloze overstromingen geweest zodat dikke lagen modder alles gingen bedekken. Voeg daarbij het puin van een grote stad en dan is het geen wonder dat men nu de resten van de zonnewijzer-lijnen op 8 meter diepte zou moeten zoeken. - Er zijn nog gevens uit ongeveer 1500 toen men in de sacristie van de St. Lorenzo op resten stootte.

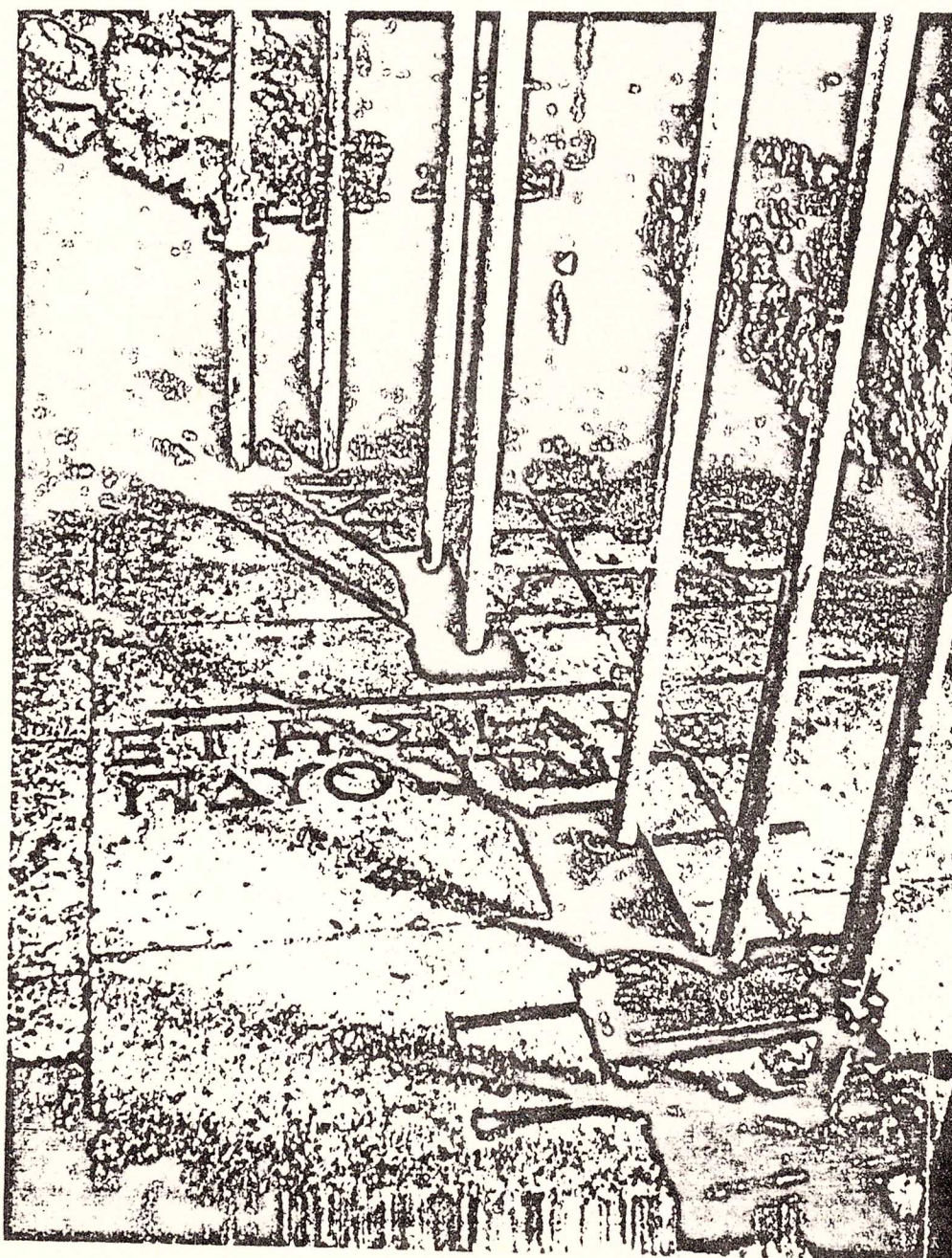
Intussen zijn er vele gebouwen verrezen wat ook eventuele opgravingen onmogelijk maakt. Hier is de kaart van het huidige Rome:



Maar wat is onmogelijk? ...Buchner heeft net zolang doorgezet tot hij toch de kans kreeg om te gaan graven. De eerste poging kwam in 1979 in een smal straatje, de Via di Campo Marzio. Hij vond 12 straten onder elkaar liggen, maar vond geen z.w.! Echter kreeg hij meer resultaat toen hij het volgende jaar in een kelder op no. 48 van diezelfde straat begon.

Hij verwachtte op grond van zijn studie en zijn berekeningen uit te komen op het snijpunt van de middaglijn (het zesde antieke uur) met de datumhoog voor begin Maagd/einde Ram. De datumhoog was raak: precies getroffen. Naar de meridiaanlijn werd gezocht in een volgende expeditie en toen vond men op $6\frac{1}{2}$ m diepte materiaal, wat dus $1\frac{1}{2}$ m boven het vlak van de z.w. van Augustus lag. Waarschijnlijk stamt dit uit de tijd van keizer Domitianus die voor een nieuwe aanleg de oude stenen en letters van de z.w. van Augustus heeft gebruikt.

Hij vond grote brokken travertinsteen met grote Griekse letters uit brons en ook grote lijnen uit brons. Ook kwamen tevoorschijn de letters van enkele sterrenbeelden uit de dierenriem en twee kalenderinscripties. Zo is hier een uurlijn te zien met veel onderverdelingen en een datumlijn met het Griekse opschrift "Etèsiai payontai" = de zomerwinden luwen, houden op.



Verwonder U niet over Griekse opschriften in Rome: Grieks was toen de taal van de wetenschap en men gebruikte Grieks zoals de Nederlanders in de 18de eeuw Frans spraken en schreven. Bovendien had Augustus voor het ontwerp een man uit Alexandrië aangetrokken Facundus Nov(i)us Mathematicus, die dus uit een Grieks wetenschappelijk centrum kwam.

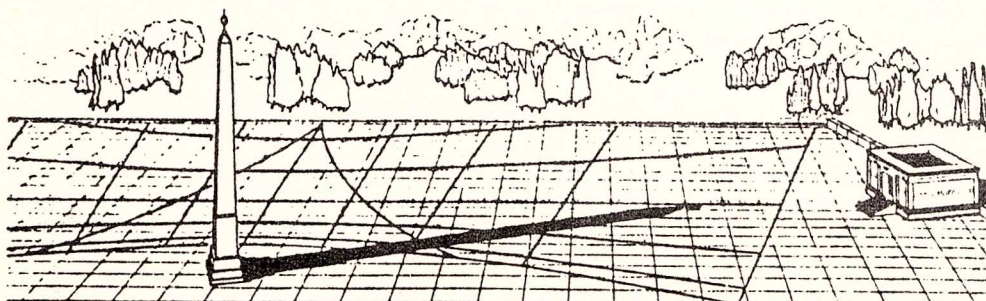
Behalve de letters die op de figuur te zien zijn (de zomerwinden houden op - voor 23 Augustus) is er ook een opschrift gevonden met Therus arche = het begin van de zomer, voor 9 Mei.

Bij de literatuurlijst verderop in dit bulletin vindt U onder 441 ook wat krantenknipsels opgesomd. Die zijn van George Armstrong uit The Guardian en hij schrijft heel naïef dat de z.w. ook aan voorspellingen deed! Hij doelde op die zin: de zomerwinden houden op. En de krant "Het Binnenhof" zette meteen een vette tussenkop er boven: "Voorspellingen". Dat zijn van die kreten die de journalisten tegenwoordig nodig vinden om even de aandacht te trekken, maar vaak geven deze tussenkoppen niet de essentie weer - zoals ook hier.

Het was namelijk geen voorspelling (hoezeer de astrologie en de horoscopen ook in trek waren bij de keizers), maar niets anders dan een kalenderdatering in meteorologische vorm. (Laat ik ook eens een tussenkop gebruiken!). In het boek van Sharon Gibbs, Greek and Roman sundials, zijn veel van deze termen te vinden in de inscripties op de oude zonnewijzers. Niet alleen zomersolstitium en wintersolstitium maar bv. ook "het begin van de winter", in combinatie met "het ondergaan van de Pleiaden". Ook het begin van de honds¹dagen bij de opgang van Sirius. Meer hierover vindt U nog in bull.VII, bladz. 275 waar ik dit te pas bracht bij het gedicht van Vergilius "Het Boerenbedrijf" (Georgica; N.B. ook een Griekse titel bij een Latijns dichtwerk). Vergilius was een tijdgenoot van Augustus en verkeerde aan het hof van de keizer, maar hij was al overleden toen Augustus de zonnewijzer aanlegde. Anders had hij dit nog wel er bij betrokken, want hij schreef immers ook dat de zon aan Augustus de voortekenen gaf: „Solem quis dicere falsum audeat ?” De spreuk die in iets gewijzigde vorm de oudste tijdsvereffeningslus in Jutphaas sierde.

Voor meteorologen ligt hier nog mooi terrein braak. Ik zie Ten Kate al iets maken voor een muur van het K.N.M.I. en dan op de grote verticale z.w. niet de klassieke datumbogen nemen voor de dagen waarop de zon in een ander teken van de dierenriem treedt, maar heel andere datumbogen die evenals boven het begin van de honds¹dagen, het begin van de meteorologische zomer en winter aangeven enz. Waarbij dan data kunnen komen met de records uit deze eeuw, bv. de dag met de meeste kans op mist, en de dag waarop de hoogste buitentemperatuur in Nederland werd gemeten, welk record, naar ik meen, nog altijd staat op naam van een ander lid van onze kring, collega Thate.

Misschien kan Brongers zich een voorstelling maken van de enorm moeilijke omstandigheden waaronder Buchner moest werken. Ik kreeg er een idee van toen ik de dia's zag van de opgravingen, zoals Prof. Rösch die toonde (zie bij literatuur). Zeer fraai!



MIJMEREN OVER EEN ROMEINSE ZONNEWIJZER VOOR ZUID-LIMBURG

Een tweetal punten in Bull. X brachten mij er toe mijn gemijmer op schrift te stellen om het onder Uw aandacht te brengen: 1. de passage geschreven door Hagen over het "stenen-lezen" bij oude kerken (497) waarin hij tot mijn genoegen verwoordt de z.w. aan het oude kerkje te Limbricht en aan de kerk van Margraten thans tot de middeleeuwen te willen rekenen, en 2. de aankondiging van een artikel over de Romeinse landmeters (zie in dit bull. pag. 643). Toen realiseerde ik mij al geruime tijd bezig te zijn met de vraag of de geschiedenis van de zonnewijzers in Nederland niet compleet (!) zou zijn te maken door nog verder terug te gaan, bv. naar de welvarende tweede eeuw in het Zuiden van Nederland, en aandacht te vragen voor, alsmede ernstig te streven naar de oprichting van een "monument" in de vorm van

een horizontale 'Romeinse zonnewijzer'!

Zou men zulk een wijzer niet juist in ons meest Latijnse gewest een bijzonder zinnvol object vinden? Dit ook, waar in het Limburgse de geschriften van Vitruvius - die handelen over de hier bedoelde z.w. - voor het eerst in onze taal het licht zagen (Maastricht, 1914).

De kans om mijn idee naar voren te brengen leek gekomen toen in de gemeente Landgraf het licht op groen ging voor de aanleg van de D.R.L. - de Draf- en Renbaan Limburg.

Daar de Romeinen soms Egyptische obeliskken gebruikten als schaduwwerpers voor hun zonnewijzers en ook op hun renbanen obeliskken plaatsten, hetgeen in de stad Istanbul nog te zien is, wilde ik deze gegevens combineren in één Kunstwerk voor deze baan.

De obelisk op de affiches zou een teken worden, begrepen tot ver over de landsgrensen... Dat daarenboven, naar het zich liet aanzien, nergens ter wereld zulk een wijzer in functie is, was een attractie op zich.

De quaestie speelt vanaf medio 1979. Echter in de herfst van 1981 bleken er geen financiële middelen te zijn om de verfraaiing te doen aanbrengen. Maar ik kreeg de indruk dat ten lang leste mijn voorstel wel met belangstelling is overwogen.

Later ontmoette ik elders weer interesse: Contact met een ingenieursbureau leidde tot het verzoek de wijzerplaat nader uit te werken zodat beter inzicht zou worden verkregen in de financiële aspecten.

Alle leden die ideeën willen geven over dit ontwerp of mee willen denken nodig ik uit om "inspraak" te nemen om zodoende tot een zo volledig en gaaf mogelijk plan te komen.

Dit kan het meest efficiënt gebeuren als ik eerst vertel wat er tot op heden zoal is uitgezocht en bijeengegaaard.

1. Drie schetsen van een Romeinse zonnewijzer voor de D.R.L.

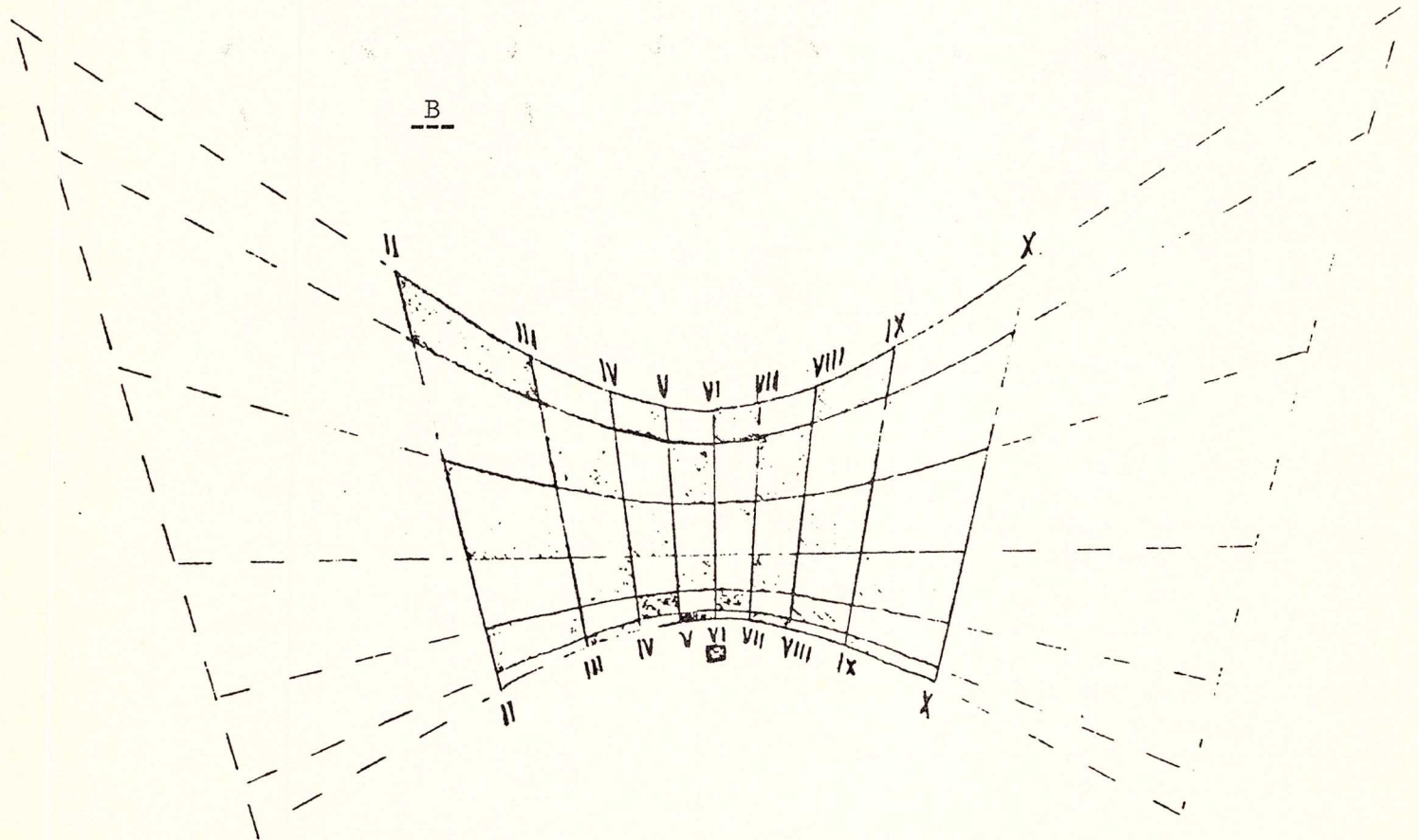
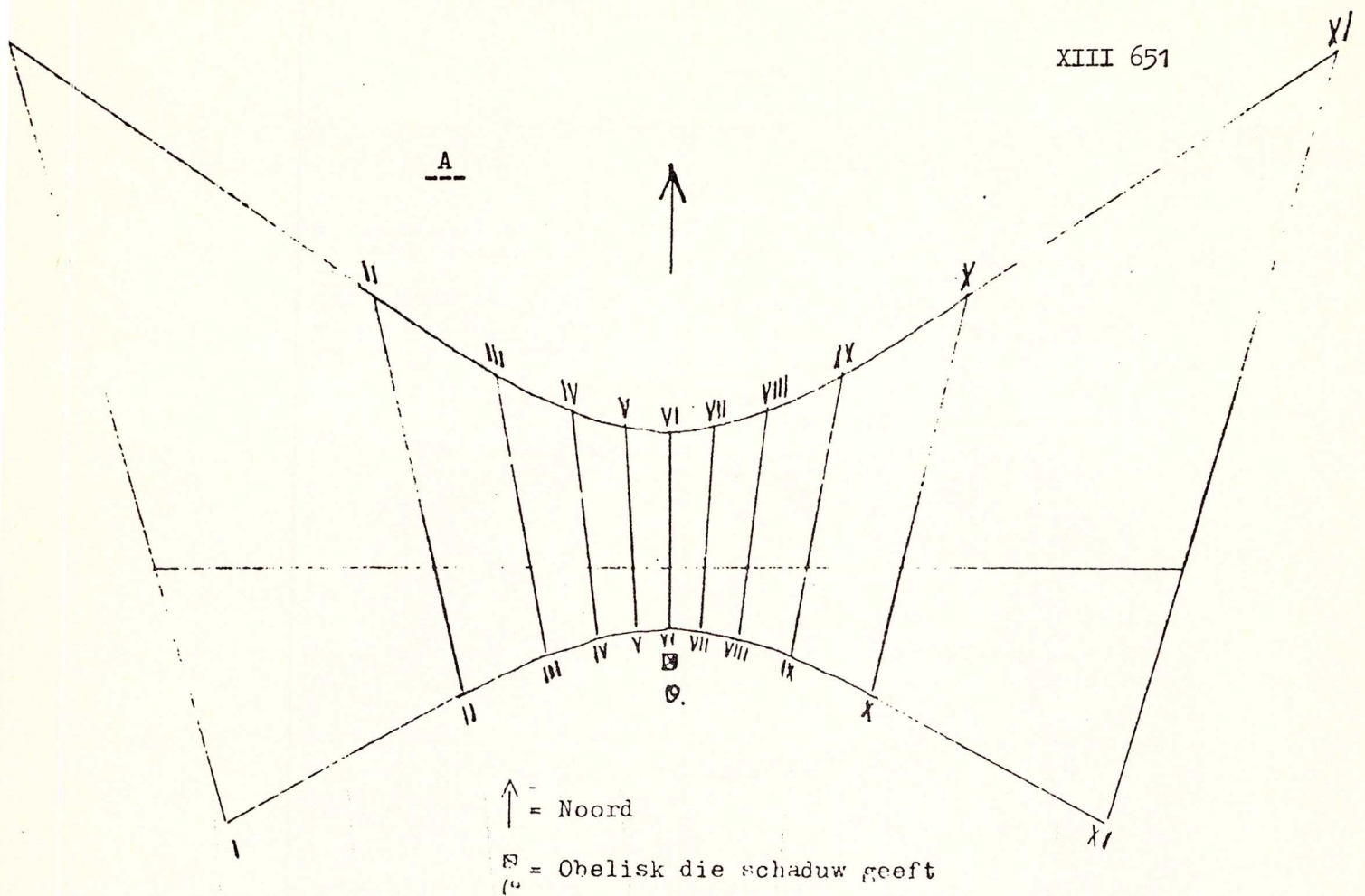
A. Het lijnenpatroon van een brede z.w. met winterboog, equatorlijn en zomerboog, tussen I en XI uur. Dit zijn de Antieke uren! ofwel de ongelijke uren. Men begon te tellen bij zonsopgang, en elke dag - lang of kort - telde 12 uren. Bij mid-dag (ons 12 uur) had men het Romeinse uur VI.

B. een smallere uitvoering, tussen de uren II en X, maar met meer datumlijnen en wel voor ongeveer de 21ste van elke maand, wanneer de zon in het volgende teken van de dierenriem treedt. De schaduw geeft en de tijd van de dag, en de tijd van het jaar aan, en de z.w. is dus klok en kalender tegelijk! Vgl. de afgeknotte vorm in de figuur op pag. 646 van de z.w. van Augustus te Rome.

C. een schets in perspectief. Zie hiervoor de fig. op pag. 649.

2. Enkele wijzerplaten en een mozaiek.

In de buurt van Zuid-Limburg zijn gedeelten gevonden van stenen wijzerplaten waarop uurlijnen als hier bedoeld voorkomen, en wel



(Een en ander, zo stel ik mij voor, zou kunnen worden uitgevoerd als sierbestrating, overgaande in eenvoudige perken (onderbroken lijnen). Dit patroon is niet alleen als kalender en klok zinvol op de grond, maar zal ook uit de lucht gezien een duidelijk herkenbare "vlinder" voorstellen)



te Wiesbaden (1867), Awans-Bierset nabij Luik (1931) en te Evelette bij Huy (1961). Mijn opgaven zijn te vinden in het werk van Gibbs.

Verder toont bovenstaande plaat een mozaïek wat in Trier gevonden is en wat stamt uit de 2de eeuw n. Chr. Het zou voorstellen Anaximander uit Milete (610-546 v.Chr.) met "vlinder-zonnewijzer".

3. De constructie van de uurlijnen voor een horizontale z.w. geschiedde in de Oudheid volgens het zgn "Analemma" van Vitruvius (ca. 25 v. Chr. heeft hij dat beschreven).

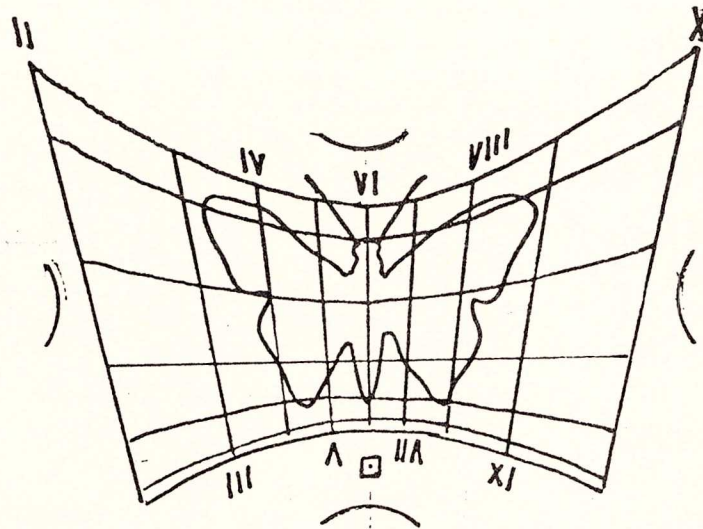
Het zou te ver voeren om deze constructie hier uitgebreid te behandelen. In de werken van Gibbs en van Drecker vindt men hierover alle informatie. Misschien is er t.z.t. nog eens gelegenheid om in de bulletins hierover een apart artikel op te nemen.

4. Conclusies. Als we voor de hoogte van de obelisk 3 meter kiezen dan betekent dit dat tussen de uurlijnen II en X een oppervlakte van 250 m^2 moet worden bestraat, en dat de schaduw nog afleesbaar moet zijn op c. 22 m afstand (van obelisk tot winterboog op II of X uur - zie schets B).

Daar de wijzerplaat door haar patroon en haar horizontaliteit voornamelijk strakte zal uitademen, is enige speelsheid welkom,

bijvoorbeeld door in het blokpatroon op te nemen de figuur van een vlinder. Uit een 30 modellen koos ik het mannetje "Pr. Evardnes Cram" (uit Staudinger/Schotz) wat in de volgende figuur te zien is.

Vier, naar beide zijden te gebruiken, gekromde zitbanken, flankeren het pleintje. Het is nl. de bedoeling dat de plek uitzichtspunt wordt. Dit heeft voor de wijzer het enorme voordeel dat zijn functioneren nimmer zal worden belemmerd door schaduwwerpende hoogbouw of geboomte.



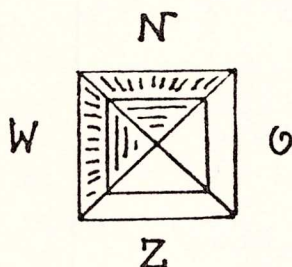
5 De obelisk en de Romeinse landmeetkunde

Opstelling en kenmerken der obelisk

I Opstelling

3 mogelijkheden

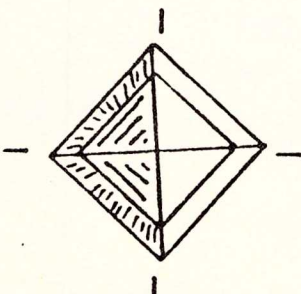
A Met haar zijden gekeerd naar de 4 hoofdwindrichtingen



Het lijkt een voor de hand liggende gedachte; toch deden de Romeinen dit niet altijd. Vaak kijken de zijden naar andere, belangrijker, richtingen (ziet bij BUCHNER).

Om deze bijzonderheid in mijn voorstel te kunnen betrekken, heb ik aansluiting gezocht en gevonden bij het voor "de Rijnstreek" vermoede Romeinse landmeetkundig patroon:

B Met haar zijden gekeerd naar de waarschijnlijke centuriatie-richtingen



De onderling loodrechte assen van het Romeins "kadaster" zijn, tellend van West via Noord:

$42^{\circ} - 222^{\circ}$

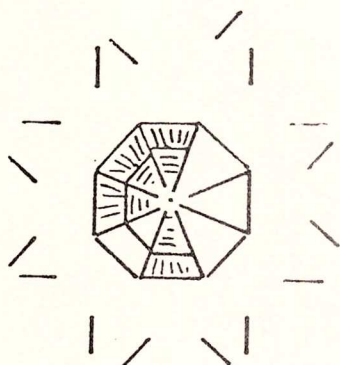
en

$132^{\circ} - 312^{\circ}$.

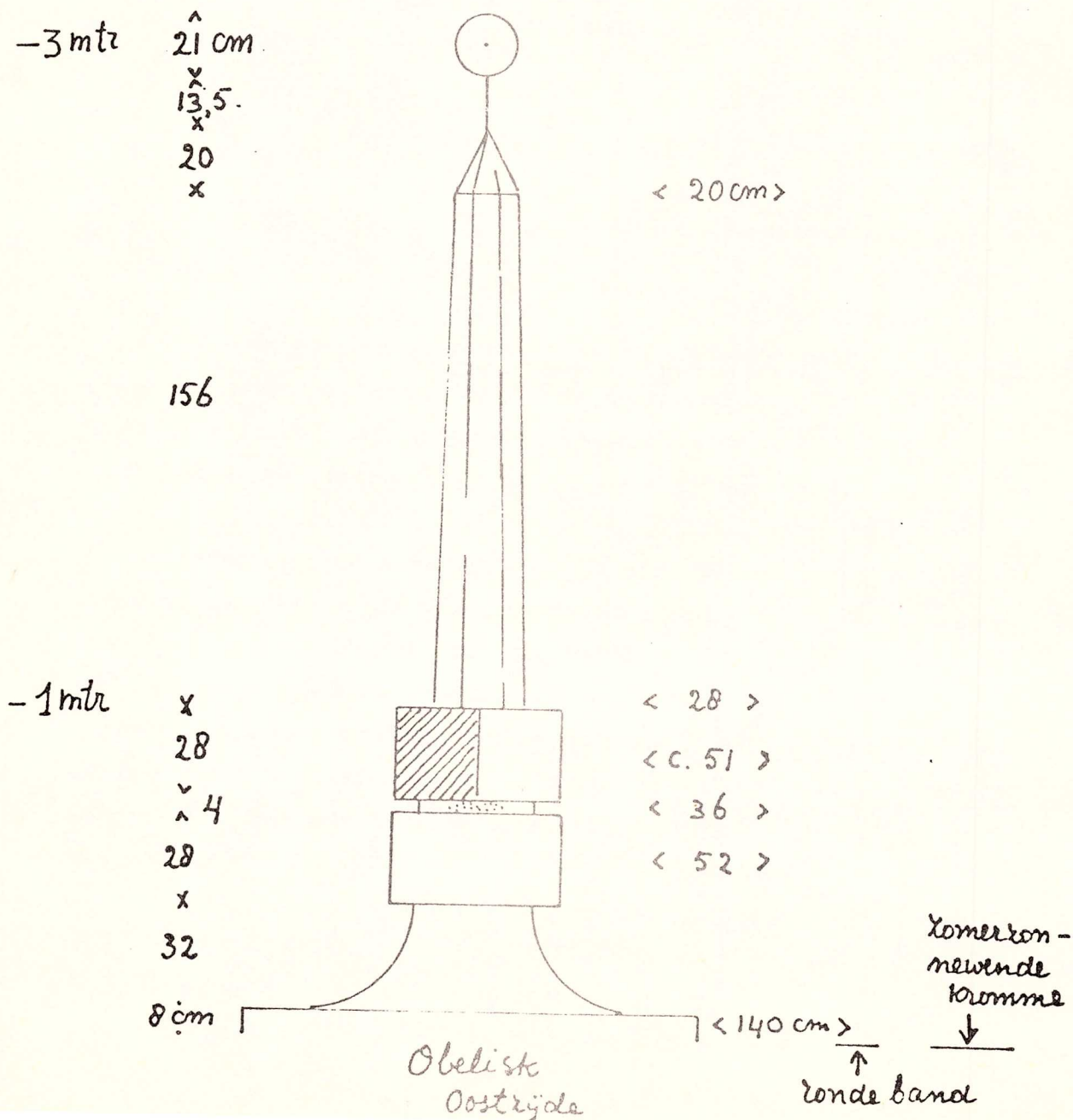
In deze richting zou ik de obelisk gericht willen zien, juist omdat op de plek voor dit

project, een voormalige mijnsteenbergr (gelegen op c. $50^{\circ}55'$ N. en $5^{\circ}56'30''$ O.), eventuele sporen van Romeinse landmeters wel voor altijd verborgen zullen blijven ...

C Combinatie van ad. A en B



Deze combinatie heb ik verder uitgewerkt. In de volgende afbeeldingen ziet men een - subtiel onregelmatig - achthoekig obeliskje (waarin alle vermelde richtingen meespelen), staan op twee blokken (die resp. de richtingen onder A en B vertegenwoordigen), het geheel ondersteund door een voet met rondingen (die niettemin afstand-bewarend moet werken), en van boven bekroond door de bol, wiens schaduw "middelpunt" de tijd zal aanwijzen.



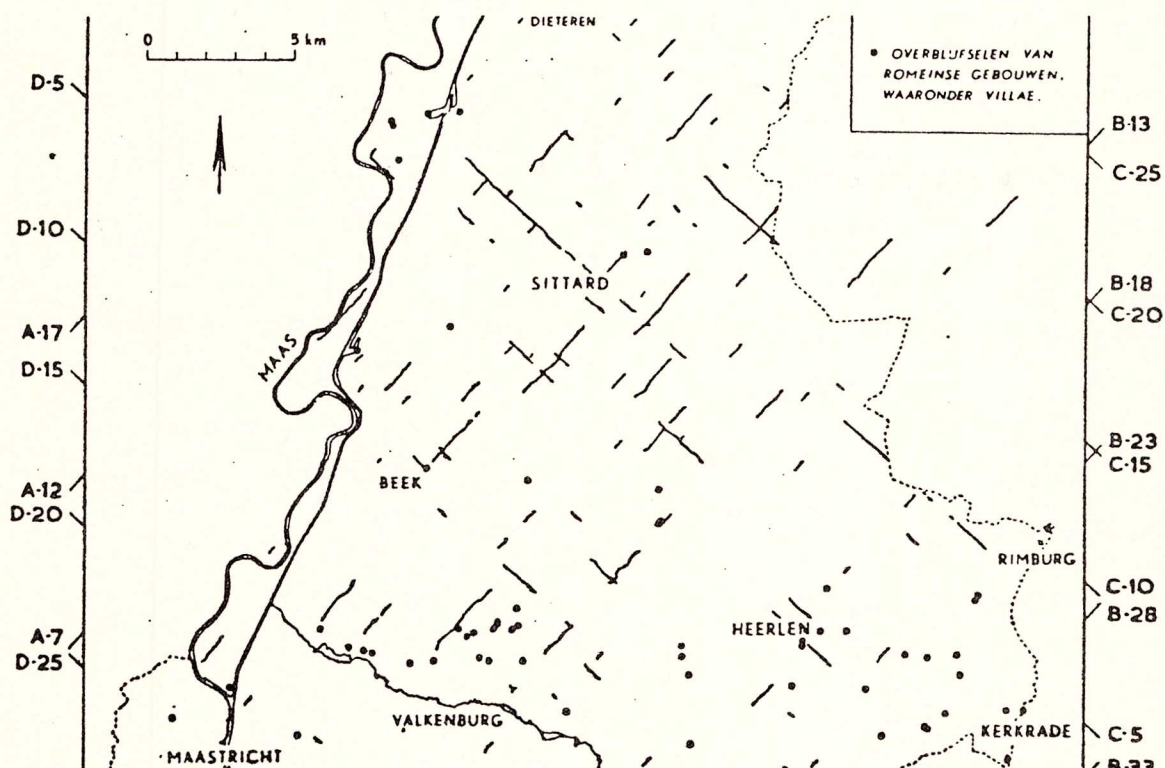
II Verdere kenmerken

Er wordt afgelezen met het middelpunt van de schaduw van de bol; de schaduwrand is nl vaag. Wel is hij regelmatig van vorm: het is een ellips. Ons oog nu vat het middelpunt van zo'n "ronde vlek" beter dan de - vage - spitse punt van een obelisk ...

Het is dan ook de bedoeling dat zelfs bij hoge zonnestanden de schaduw van de obelisk(pyramide) de bolschaduw nimmer raakt. Dit gegeven bepaalde hier uiteindelijk de afstand tussen bol en spits en in mindere mate óók de tophoek der 8-hoekige pyramide.

6. Sporen van een Romeinse landindeling

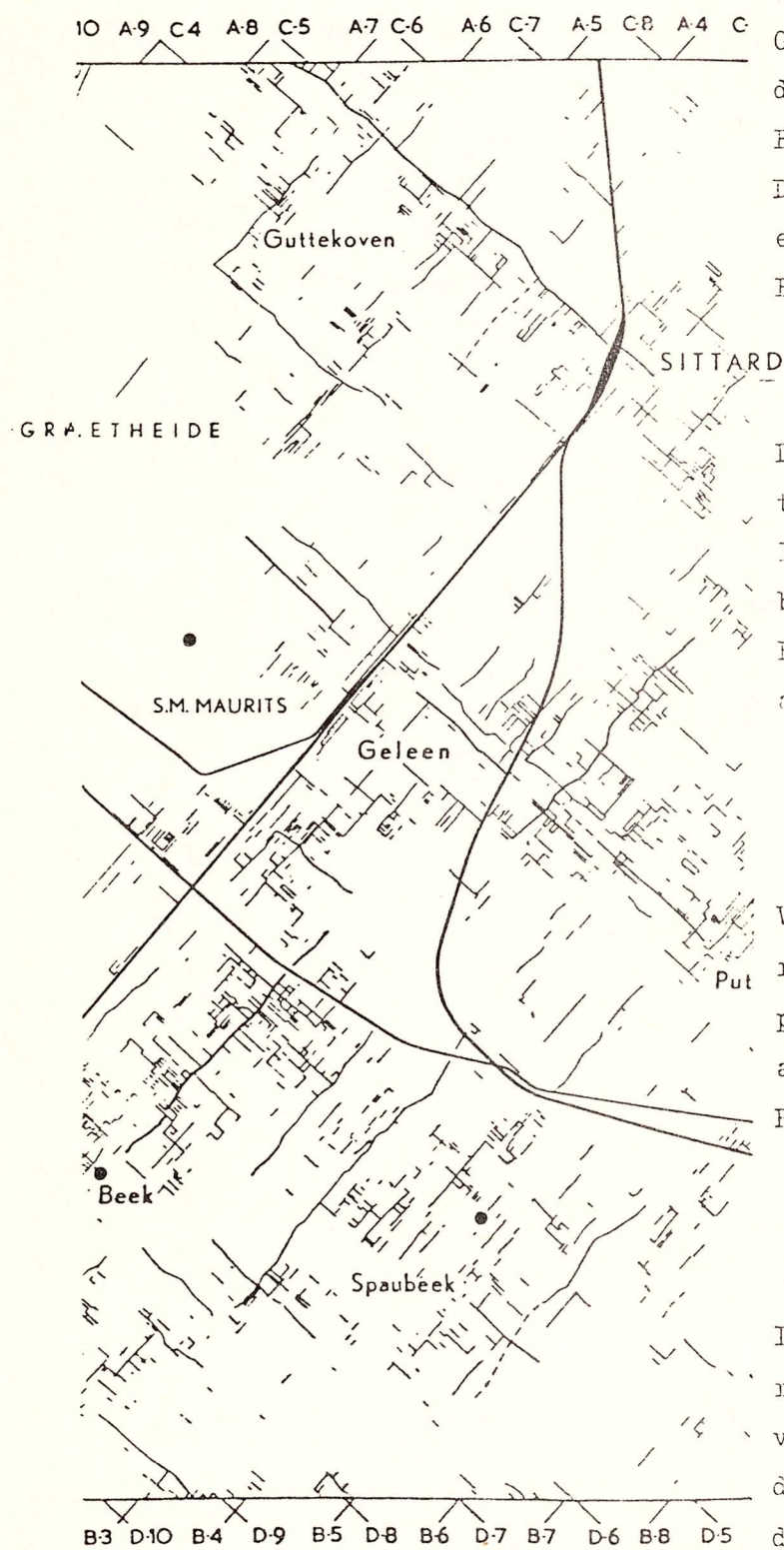
Zó noemden EDELMAN en EEUWENS nu bijna 25 jaren geleden, hun nog nooit weerschreven artikel. Ik ontleen er het een en ander aan:



Afb. 2. Overzicht van de vermoede resten van decumani en cardines in Zuid-Limburg. *General survey of the presumed remnants of decumani and cardines in the southern part of the province of Limburg.* • *Remains of Roman villas.*

- De hoofdassen van het kadastraal systeem heetten destijds "decumanus maximus" en "cardo maximus" (in soort x- en y-as). De "d.m." was een weg van 12 mtr. breed, de "c.m." was 6 mtr. breed. De hieraan evenwijdige decumani en cardines waren smaller of waren slechts walletjes of opmerkelijke punten in het landschap. Als regel deelde men 'n streek op, in vierkanten met zijden van 2400 Rom. roeden (= c. 710 mtr)

(opp. c. 50 ha). Ieder vierkant werd weer in 100 stukjes verdeeld, vandaar hun naam "centuria", en het begrip "centuriatie", aangevend de opdeling zelve.



c in Zuid-Limburg. Remnants of Roman centuriation in a limited a

Romeinse landindeling

Voor al in de omgeving van Geleen dringt zich het patroon duidelijk op, met o.a. de Bloote weg in Beek, de weg Deniken-Abshoven-Munstergeleen en de weg Sittard-Limbricht-Born

De autoweg Heerlen-Eindhoven ter hoogte van DSM Geleen-Beek ligt in de richting; ten naaste bij óók de spoorlijn Sittard-Beek (op het kaartje staan alléén spoorwegen).

Vele der inmiddels weer gerooide Zuid-Limburgse fruitplantages zijn vlak na W O II aangelegd exact volgens dit Romeins raster ...

In Hoensbroek vertoont Schurenberg duidelijke voorkeur voor de gegeven richtingen en de gerestaureerde kerk St. Jan de Evangelist aldaar, bevindt zich op een snijpunt van de el-keur om de 71 mtr. kruisende — lijnen ... menen de auteurs.

7. Oude kerken en de centuriatie

Hiermee zijn wij terug bij het begin van dit opstel. Want ook het kerkje te Limbricht ligt op een snijpunt van centuriatielijnen, zelfs op een hoekpunt van een 50-ha-blok, terwijl de kerk St. Petrus Stoel van Antiochië, te Sittard - met haar maar liefst 40° zuidelijke afwijking van de Oost-West richting - eveneens lijkt "Romeins geëriënteerd" te zijn.

De vraag of ook sommige der Romeinse villa's bedoelde gerichtheid vertonen, moet op zijn minst hier worden gesteld.

Toevallig vond ik hiervan een aanduiding bij SCHURGERS, NOTTEN en PLUYMAEKERS op blz. 40:

"De belangrijkste villa, die in het Ravensbosch heeft gelegen, is reeds door Janssen en Habets genoemd, maar pas in 1922 en 1923 onder leiding van Dr. W. Goossens, Dr. J.H. Holwerda en Dr. A.E. Remouchamps systematisch opgegraven. Het terrein is gelegen op ongeveer dertig meter van de Straatbeek, op een stuk grond, dat volgens Habets "Luyerskoelen" werd genoemd. Het terrein was in eigendom van de in 1925 overleden Graaf d'Ansembourg.

De villa, waarvan muurfunderingen en andere resten in hun geheel werden blootgelegd, bestond uit een hoofdgebouw en een bijgebouw. Het eerstgenoemde was ongeveer 37 bij 16 meter groot. De voorgevel met porticus en vooruitspringende, vierkante hoektorens was naar het z u i d o o s t e n gericht."

Aan het werk van deze auteurs ontleen ik ook, tot besluit, het kaartje: Romeins Zuid-Limburg.

8. Gerard Mathieu POELL

In zijn "Beschrijving van het Hertogdom Limburg" (1851) merkt Poell over het kerkje van Hoensbroek slechts op: "De kerk is een oud gebouw.", maar van het kerkje in Limbricht weet hij veel meer te vertellen, o.a.:

De kerk, aan den H. SALVIUS toegewijd, schijnt, naar de bouwde en de bouwstoffen te oordeelen, een Heidensch gebouw te zijn geweest, dat door de *Hunnen* gesticht is, hetwelk zigbaar is aan de bekrompene deur en raam der noordzijde; ook ziet men, dat het deurkozijn van dezelfde steensoort is, als de zerksteen, die in het jaar 1817 in de pastorieveide te *Limbricht* gevonden en opgedolven werd, en die nog op het kerkhof aldaar staat. — Tevens vond men in dit jaar in genoemde veide, ruim 1 el onder den grond, eene steenen dood-

Lit.:

BUCHNER, Edmund

Solarium Augusti und Ara Pacis
in Mitteilungen des Deutschen Archäologischen
Instituts Römische Abteilung. Band 83. Mainz 1976,
p. 319-365; Taf. 108-117
(Klass. Arch. Inst. RUG, no. D2.5RM83)

DRECKER, Joseph

Die Theorie der Sonnenuhren
Band I, Lieferung E, in Die Geschichte der Zeitmessung
und der Uhren von Ernst Basserman-Jordan.
Berlin/Leipzig 1925

EDELMAN en EEUWENS

Sporen van een Romeinse landindeling
in Berichten v.d. Rijksdienst voor Oudheidkundig
Bodemonderzoek (ROB) jaarg. 1959. pp 49-56
(Biol. Arch. Inst. RUG)

GIBBS, Sharon L.

Greek and Roman sundials
Yale Un.Pr., New Haven and London 1976

LÜBKE, Anton

Das grosse Uhrenbuch: von der Sonnenuhr zur Atom-
uhr.
Wien, Schroll, 1977
(UB, RUG no 10270)

MIALARET, J.H.A.

Vitruvius' Bouwkunst
vert. van Vitruvius' De Architectura
Maastricht 1914
(UB Utrecht)
In UB RUG alleen vertalingen in het Frans, Engels en
Duits.

NASH, Ernst

Pictorial dictionary of Ancient Rome
Vol II (rev.ed.)
Thames & Hudson, London 1968
(KAI RUG)
Hierin tal van obeliskken, waaronder de zeldzame 8-
hoekige op blz. 154.

POELL, G.M.

Beschrijving van het Hertogdom Limburg 1851
Uitg. de Lijster 1981
(Stadsbib. Maastricht no. 110F3)

SCHURGERS, NOTTEN en PLUYMAEKERS

Geschiedenis van Valkenburg-Houthem
Uitg. Het Land van Valkenburg 1979
(Prov. Bib. Centr. Gron. no. limb938.1schu)

STAUDINGER, O & SCHOTZ, E

Exotische Schmetterlinge
I Theil Exotische Tagfalter Band 2 Abbildungen
Fürth Bayern 1888
(Bib. Biol. Centr. Haren, RUG no. 20H31b)

EEN „ROMEINSE" ZONNEWIJZER IN NOORD-LIMBURG

Het bevrijdingsmonument van de gemeente Cuyk en Sint Agatha
met de gnomon van Marius van Beek.

De beeldhouwer Marius van Beek schiep in 1980 de "Poort van de Zon" in het Immerloopark te Arnhem. Op een tentoonstelling in het Gemeentemuseum had hij toen een mooie marmeren zuil staan met een gat in het boven einde en we raakten aan de praat over wat je met zo'n gnomon zou kunnen doen. Enkele plannen vonden geen doorgang, maar later kreeg hij de opdracht voor een monument in Cuyk, gelegen aan de Maas in Noord-Limburg. Op het Louis Jansen-plein, in het centrum, vòòr het raadhuis moest een kunstwerk komen wat iets zou weergeven van Cuyk.

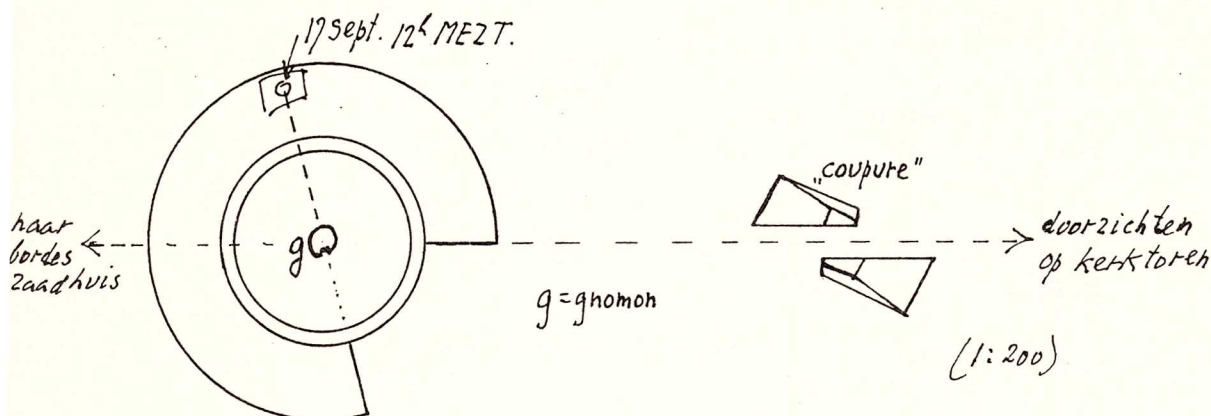
Cuyk ligt op de hoge oever van de Maas, een veilige plaats bij hoog water, zodat de Romeinen daar al een castrum bouwden, met de naam Cevelum.

Helaas heeft men in deze eeuw het dorp a.h.w. afgesneden van de rivier door een grote autoweg aan te leggen tussen dorp en rivier, of zoals de huidige burgemeester nu spijtig uitdrukt: "de Levenschenkende Rivier werd de kont gekeerd".

Van Beek brengt de relatie weer terug: op de lijn van raadhuisbordes, via het monument, naar de rivier staan nu 2 plastische elementen van zwart Impala graniet, die doen denken aan de "coupure" in een dijklichaam.

Midden op het plein ligt nu een rond bassin; door het heldere water ziet U op de bodem een mozaiek in Romeinse trant met de woorden, zoals die op de Peutingerkaart van de Romeinen al te lezen waren:

CEVELUM CASTRUM ROMANUM.



In het midden van het bassin staat een zuil van grijs graniet uit Sardegna. Deze zuil nu is de gnomon (g) die een hoogte heeft van 3,20 meter tot de top. Even onder de top zit een gat waardoorheen het zonlicht kan vallen.

Bij de luchtlandingen van de geallieerden bij Grave op 17 Sept. 1944 werd Cuyk bevrijd van de Duitse bezetting. Juist op deze datum krijgt de gnomon zijn speciale functie want dan verschijnt om 12 uur (zomertijd) een lichtvlek op de herdenkingsplaat.

Bij de berekening, die ik samen met architect Edo Vos heb gemaakt (zie over de voorbereiding het artikel over kaarten en coördinaatsystemen in dit bulletin) is natuurlijk rekening gehouden met de tijdsvereffening. Om bepaalde redenen is niet gekozen voor XII zonnetijd maar voor 12h zomertijd.

Het monument is nog niet officieel onthuld; het is ook nog niet geheel klaar, maar de gnomon staat er al, en U kunt dus al eens gaan kijken in deze zomer.

Vanzelfsprekend krijgen we bij eenzelfde declinatie op 26 Maart hetzelfde fenomeen, maar dan is het meestal nog geen zomertijd, en we hebben een andere tijdsvereffening: Kijk dan om 11h 11½m M.E.T.

Gnomonica in de kunst : vele aspecten !

x x
x

Hagen.

Het congres van de ARBEITSKREIS SONNENUHREN in HAMELN, Mei 1982.

In de streek waar de gebroeders Grimm hun sprookjes plaatsten, waar de baron von Münchhausen ongekende dingen beleefde, waar dokter Eisenbart de meest onmogelijke kwalen genas en waar de Rattenvanger 130 kinderen deed verdwijnen - daar is het een romantisch oord voor mensen die ook in de zonnewijzer nog het sprookje zien.

De bijeenkomst was uitstekend georganiseerd door Neumann die op de eerste middag ook een inleiding gaf op de excursie van de dag daarna, met dia's van alles wat we zouden kunnen zien. Ieder kwam dus goed voorbereid bij de bezienswaardigheden aan.

Na de opening gaf Behrendt, de secretaris, een overzicht van de tien jaren na de oprichting, met daarbij ook foto's van vorige congressen en studiereizen. Grappig was dat men bij het bestuur van de D.G.C. (Deutsche Gesellschaft für Chronometrie) aanvankelijk niet veel op had met een onderafdeling, een club van räderlose lieden, maar tenslotte werd deze zonnewijzerclub de meest actieve werkgroep in de D.G.C. en in het jaarboek kwamen steeds meer z.w.-artikelen te staan (Zie literatuur). Ze hebben echter nog niet zo veel leden als de Nederlandse Z.W.Kring.

Prof. Rösch gaf een avondvullende voordracht over de z.w. van Augustus, waarbij hij dia's kon tonen van prof. Buchner zelf. Men leze hierover meer op pag. 646 vv. en bij Lit. 441)

De excursie op Zaterdag, per autobus, was een groot succes. Vele kerken en veel merkwaardige middeleeuwse z.w. Maar ook een bezoek aan twee kastelen van de Von Münchhausen-s: eerst in Voldagsen waar een polyëder met 25 vlakken stond, met alle koperen gnomons nog er aan; later in Apelern waar een stenen z.w. met 46 vlakken te zien was en een wat eenvoudiger kubusvormige z.w.

Deze reis werd onderbroken in Wennigsen, waar Erich Pollähne ons vergastte op een lunch waarna we zijn constructiebedrijf konden bezichtigen. Hij verwerkt veel plexiglas en maakt daaruit ook zijn schitterende zonnewijzers die ons wel bekend waren. Maar zijn andere producten zijn minstens zo interessant, waaronder apparatuur voor laboratorium-onderzoek van bodemonsters; zijn twee grootste apparaten staan in Buitenpost en in Emmeloord bij de N.A.K. (aardappel-onderzoek) en hij toonde een foto van de opening in Buitenpost waar hij aan prins Claus een z.w. voor zijn zoon cadeau gaf. - Daarnaast heeft hij een uitgebreid assortiment van de meest merkwaardige toestellen die Hugo Kükelhaus beschrijft in zijn boek "Fassen Fühlen Bilden", Organerfahrungen im Umgang mit Phänomenen. Daar ging een wereld voor ons open!

's Avonds hield Harold Hindrichs een uitstekend referaat gehouden over het boek van Weisweiler betreffende de Dom in Aken. Zie hierover Lit. 440 (wat ik al getypt had vòòr dit verslag).

Daarna werden door enkele leden dia's vertoond; zelf liet ik zien uit de restauraties in Nederland de z.w. van Oosthuizen en Zaandam, en daarna wat dia's van mijn laatste reis in Engeland.

Hindrichs had ook een paar leuke nieuwe z.w. meegenomen, maar hij was dan ook de enige die wat demonstreerde. Ik vergeet mezelf, want ik liet bv. de nieuwste z.w. van De Rijk zien. (bull.XI 507).

Rohr hield zijn nieuwe boek ten doop. Ook Schumacher liet deel III van zijn werk circuleren en ik vond het wonderlijk dat de meesten van de aanwezigen dit nog niet kenden!

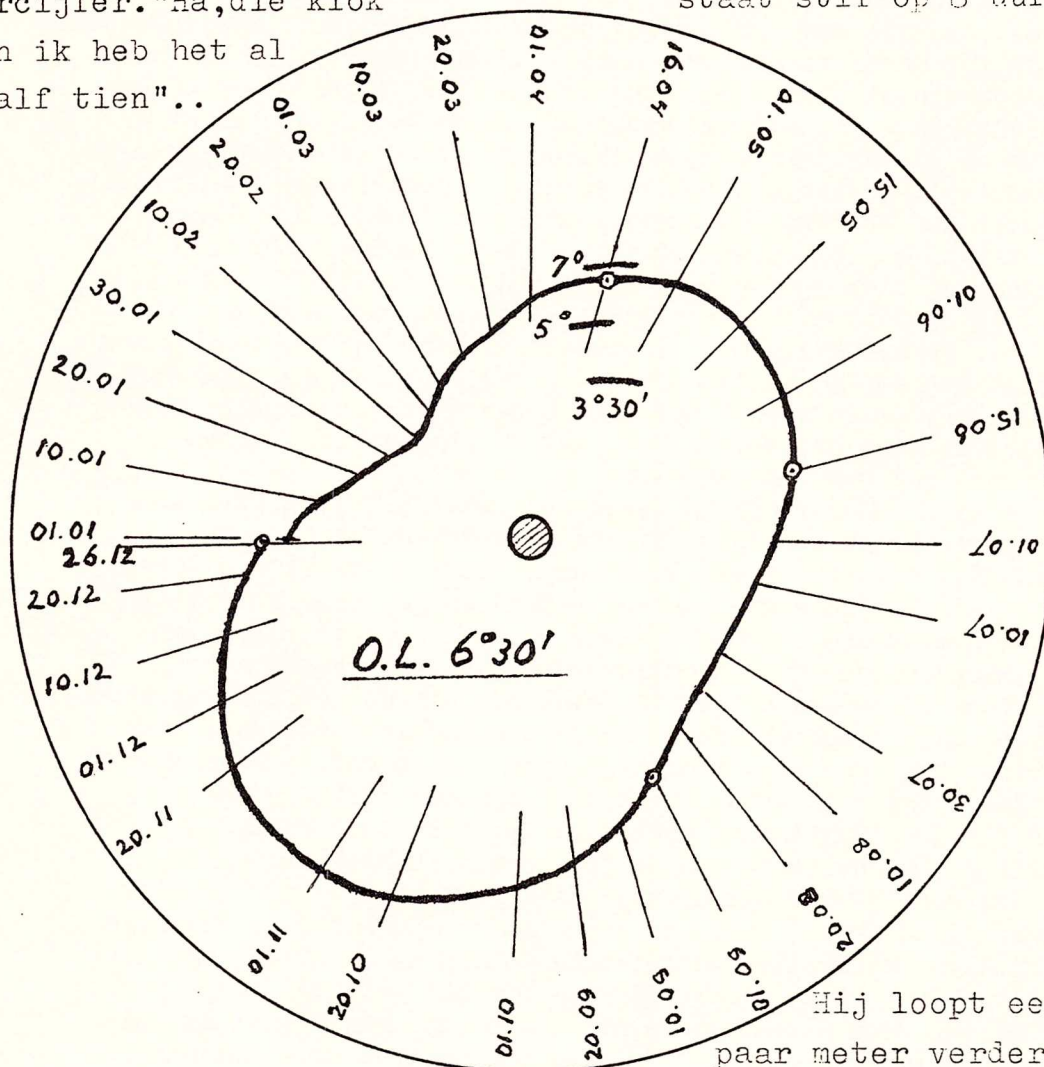
Zondagmorgen vertelde Weyss over iets uit zijn vakgebied: de 1-MW-zonneoven in Odeillot in de Pyreneeën. En verder had hij een referaat over oude cijfers op z.w., de Steirische Zahlzeichen.

Het hele programma was wat erg gecompriëerd zodat er weinig tijd overschoot voor een praatje, behalve dan in de bus, maar alles bij elkaar was het weer een rijke belevenis. Volgend jaar is het in Zwitserland, ten zuiden van Bodensee.

Na de sluiting zagen we het spel van de rattenvanger op het plein!

van Z o n n e t i j d naar M.E.T.en terug
z nder . . .ezelsbrug . . .

Het is zomer. De toeristen die Lochem als vacantiendoel hebben gekozen, wandelen langs ons huis naar de Lochemse berg. Er is helaas niet veel zon. Toch staat er iemand voor het hek naar de zonnewijzer op de muur te kijken en zijn polshorloge te raadplegen. Hij ontdekt in de richting van de stijl een uurcijfer. "H , die klok staat stil op 8 uur en ik heb het al half tien"...



Hij loopt een paar meter verder en

kijkt nog eens: "nu wijst ie w l goed aan (de stijl ziet hij in de richting 9 h 30 m), wat een wonderlijke mensen wonen hier"..
Nu nadert een groep personen, die kennelijk op excursie is. Zouden zij behoren tot een "wetenschappelijk genootschap"? De mannen maken eerst tegen de 37 foto 's en beginnen dan al mompelend te rekenen om tenslotte tot de conclusie te komen dat een reeds door hun vrouwen gedane "uitspraak" misschien wel juist is . . . ?

Dit bracht ondergetekende tot het vervaardigen van een vrij eenvoudig rekenmiddel. Op de eerste afbeelding staat een "kiesschijf", voorzien van een rond gat voor een boutje. Bij de stralen zijn data aangegeven (van 1 jan. tot 26 dec., het gebruiken van een gradenboog is het handigst). Vanaf de cirkelomtrek zijn in de richting van het middelpunt voor verschillende data de waarden der beide correcties in minuten afgepast (verschil O.L. en tijdvereffening). Het hele jaar geeft een "aardappelachtige" kromme te zien

Over de schijf is een verschuifbare minuten-lineaal aan te brengen voorzien van een sleuf.

Als de afgelezen plaatselijke zonnetijd op b.v. 1 maart 10 h 25 m is, wordt de lineaal op 25 m ingesteld op de cirkelomtrek en de schijf gedraaid tot de straal 1 maart binnen de sleuf zichtbaar wordt. Op de lineaal kan nu afgelezen worden hoeveel minuten ná 10 uur de M.E.T. bedraagt. Binnen 5 seconden roept U . . . :

"kweetal". . . . het is 11 h 12 minuten

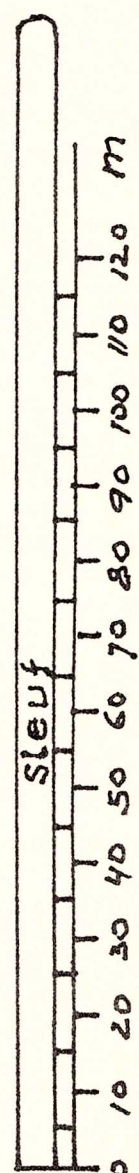
Nederland ligt ongeveer binnen de meridianen van 7° en $3^{\circ} 30'$. Het lengteverschil met de meridiaan van 15° O.L. (Stargard) in tijdminuten, verminderd met de hoogste waarde van de tijdvereffening (+ 16 m) levert steeds een positief bedrag op. Bij het begin van onze "dubbele zomertijd" (M.E.Z.T.), als het lengteverschil met de meridiaan van 30° O.L. (Leningrad) nog groter wordt, verhogen wij de uuraflezing eerst met een vol uur.

Willem M. Mulder

P.S. Bij lezing van het artikel in "Intermediair" over de Oosteuropese tijd in West-Europa door dr. H. ten Kate (bijvoegsel bulletin 11) herinnerde ik mij een boekje, dat ik in mijn boekenkast heb kunnen vinden getiteld: "Euroklok, een eenheidsstelsel van klokhervorming voor geheel Europa ten besten van het IJzeren Gordijn", door prof. mr. dr. G. van den Bergh (1957, derde geheel omgewerkte druk). Schrijver was een bekend amateur-astronoom.

Op 21 juni en 21 december drukt U een knopje in op Uw klok, dat is alles.

Als grondslag is de West-Europese Tijd gekozen en grote tijdsprongen worden verneden.



++++++
 + L I T E R A T U U R +
 ++++++

B o e k e n.

- 438. D I E S O N N E N U H R . Geschichte, Theorie, Funktion.
 RENÉ R. J. ROHR. 215 bladz. 330 zwart-wit afbeeldingen,
 8 kleurenfoto's. Formaat 25 x 28 cm.
 Verlag Callwey, München. Prijs DM 98.-

"Driemaal is scheepsrecht" zeggen de zeelui! En Rohr, die jarenlang als kapitein over alle zeeën voer, zegt dat evenzo, en hij doet er ook naar: Zijn eerste grote werk over zonnewijzers kwam in 1965 in Parijs uit, "Les cadrans solaires", gevolgd door een uitgave te Toronto in de Engelse taal, "Sundials", 1970, en nu kwam een heel nieuw boek uit in Duitsland. Het was aanvankelijk niet de bedoeling van Rohr om een Duitstalig werk te doen verschijnen, maar de problemen met de Franse uitgevers waren zo groot dat hij bij Callwey terecht kwam, die overigens al de drie-delige serie van Schumacher/Peitz heeft uitgegeven. Sneu voor de Fransen die op dit gebied niet veel hebben.

Callwey heeft er wel iets moois van gemaakt. Het is een uitgave op kloek formaat en op mooi papier met prettig leesbare druk en de vele kleurenplaten zijn prachtig.

Onwillekeurig ga je dit nieuwe werk vergelijken met de vorige boeken, waarbij ik echter alleen beschik over de Engelse versie. Het stramien is wel ongeveer gelijk; in het begin is alles ongeveer hetzelfde gebleven, maar er is veel verbeterd en er zijn nieuwe dingen toegevoegd.

Zo is er een geheel nieuw hoofdstuk, X, wat handelt over "Die Sonnenuhren des Islam", verlucht door vele foto's. Het is buitengewoon interessant en zo iets is in andere boeken niet te vinden. Ook het samenspel van de astrolabe met de zonnewijzer komt ter sprake, maar begrijpelijkerwijs schrijft Rohr dat hij in dit boek een uitvoerige uiteenzetting over de astrolabe achterwege laat, waarbij hij verwijst naar het boek van Michel. Wel komen de kwadranten iets uitvoeriger aan bod, maar Rohr heeft in SFAU (Schriften der Freunde Alter Uhren) en in het blad "Alte Uhren" in aparte artikelen deze zaken vroeger al breder besproken. Zoals onze lezers kunnen weten uit de literatuur-overzichten in onze bulletins komt de naam Rohr herhaaldelijk voor; hij heeft enorm veel gepubliceerd in ettelijke tijdschriften, en daarnaast ook geschreven "Les cadrans solaires anciens d'Alsace", ook een prachtig werk, en enkele romans of beter reisbeschrijvingen over zijn omzwervingen in de tropen. Hij heeft ook een aparte stijl als in een roman; hij is echt een verteller die niet alleen een zakelijke opsomming geeft maar er een verhaal van maakt.

Een ander hoofdstuk, wat in moderne boeken nergens zo diep wordt uitgespit, is dat van de zonnewijzers die tegelijk declineren en inclineren. Met name hier zijn de verbeteringen erg welkom want het is één van de moeilijkste hoofdstukken - en in het Engelse boek heb ik er flink mee zitten tobben, o.a. door een 4 à 5 fouten in de formules en door de korte afleiding van formules. Die fouten zijn er uit en de afleidingen zijn breder uitgesponnen en daardoor beter te begrijpen. Ook de tekeningen zijn wat verbeterd, bv. no 140, hoewel het nog moeilijk blijft om je dat ruimtelijk voor te stellen. Nu stuitte ik hier op een ander bezwaar: in de formules en tekeningen worden alle hoeken en lijnstukken met hoofdletters aangeduid, maar toen ik cos AH in de tekening trachtte te vinden kwam ik te stranden. Maar even eerder in de tekst las ik toen dat AH nu de Uurhoek is, de Stundenwinkel, wat in het Engelse boek HA was, Hour Angle. Nu zal AH dan wel Angle d'Heure zijn, maar dat symbool lijkt me in een Duits werk niet zo voor de hand liggen.

De symbolen voor andere grootheden worden in het algemene deel over de cosmografie, hoofdstuk II, ook niet op een rijtje gezet. Pas in de

loop van het verhaal komt er zo geleidelijk aan, telkens bij een andere formule, weer een volgend symbool tevoorschijn. Daarbij staat D voor zonsdeclinatie en d voor de afwijking (declinatie) van de muur. Voor de breedte komt φ (gelukkig in kleine letter, en niet de hoofdletter Φ uit het Engelse boek).

Ik betreur de schrijfwijze voor het Lentepunt, the first point of Aries, met de Griekse letter gamma γ , want ik vermoed dat dit ontstaan is toen iemand het originele teken wat slordig op het bord schreef!

In het Engelse boek gaf het verwarring dat α en β halverwege werden verwisseld; nu is het eenvormig, α voor stijlsverheffing (hoek tussen stijl en onderstijl) en β voor stijlscheefte (hoek tussen onderstijl en verticaal. Men houde er echter rekening mee dat Cousins dit juist andersom gebruikt. Normalisatie is er nog niet!

Ook andersom wordt de inclinatie aangegeven. Oude schrijvers onderscheidden het inclineren (voorover buigen, neigen) en het reclineren (achterover buigen), kennelijk dus vanuit de verticale stand als uitgangspunt, welke dus inclinatie = 0 had. Rohr gaat uit van het horizontale vlak wat bij hem inclinatie = 0 heeft. E.

Eenzelfde omdraai treffen we aan bij het teken van de Tijdsvereffening. Rohr heeft voor Febr. + en voor Nov. - . Hij wijst er wel op dat de Engelsen dit anders doen. Mevrouw Van Cittert schrijft in haar boek op bladz. 11 dat toch ook het Berliner Jahrbuch reeds in 1938 het teken heeft gewijzigd.

Ik vind dat de tijdsvereffening er in dit boek wat bekaaid af komt. Op pag. 41 onder Tijdsmeting volstaat Rohr met 4 korte regels om de twee voornaamste oorzaken van de onregelmatige omloop van de zon te geven, en er zijn geen tekeningen bij om dat te verklaren. Hoe de kromme van E ontstaat uit superponeren van twee andere krommen wordt ook niet uitgebeeld. En de 8-vormige lus (de Achterschleife), met E uitgezet tegen declinatie, komt pas veel later op pag. 100. Voor een beginner is zoiets moeilijk te volgen. - Ook mis ik dat de waarde van E berust op het verschil in RA (Rechte Klimming) van Ware zon en Middelbare zon.

Maar ik juich het toe dat Rohr, ook op bladz. 100, het veroordeelt dat de Engelstaligen zo'n 8-lus een analemma noemen.

Bij de E-lussen op z.w. vind ik maar één z.w. met gesplitste lussen, de equatoriale met de dolfijnen in Greenwich, een schepping van de beeldhouwer Edwin Russell die niet genoemd wordt. Andere uitvoeringen op polaire of verticale vlakken zie ik niet - en die komen er toch hoe langer hoe meer. En op plaat 266 van de Michnik's bifilaire, de kruisdraadzonnenuijzer, staat niet een draaibare plaat om correctie's voor lengte en E te kunnen maken, wat juist het voordeel van dat homogene type is. Bij die bifilaire z.w. ontbreekt een afbeelding van die mooie z.w. waarop sterretijd af te lezen is, zoals Lauri maakte. De sterretijd komt alleen voor in een holle bol (Berose), met dank voor de eer van de plaatsing want het was slechts een eenvoudig model in een serie die ik eens maakte voor Rohr op de breedte van Straatsburg waar hij woont.

Bij de bifilaire wordt ook Thijs de Vries genoemd met zijn gekromde gnomons - helaas ook zonder foto en ook zonder verdere omschrijving - maar tenslotte moet er ook een bestaansreden voor ons bulletin zijn, en één van die redenen is dat het bulletin plaats biedt voor specialistische gevallen en ideeën die niet in boeken worden beschreven. En juist Rohr schreef ons vaak: Jullie geven het enige tijdschrift ter wereld uit wat speciaal aan de gnomonica is gewijd! Dank U wel.

Er staat tegenover dat De Vries twee maal in de index wordt genoemd, onder D en onder V, maar dat zit hem in die moeilijke Nederlandse taal, wat ook blijkt in de literatuurvermelding bij Terpstra (meerkindig moet zijn meetkundig) en uit het feit dat er bij de corrector kennelijk over het hoofd is gezien het wegvallen van een regel op pag. 182: Griekse antieke zonnenuijzers in vele steden: Musea te...Luxemburg, Oudheden, Strazsburg... waar moest staan: Luxemburg, Leiden het Rijksmuseum van Oudheden, Strazsburg...enz.

Een ander correctie-slipje: Pag. 186 Deze Gunter heet Gunther, wat in de index wel goed staat opgegeven.

Rohr zelf ontwierp een fraai bandstempel, wat ik terug vind in afb. 199, maar daar ook met azimutlijnen. Maar wat betekent toch die ovale ring met twaalf delen, lieber Herr Rohr???

Op pag. 192 in afb. 304 vinden we de rechter z.w. van Oppenheim. (De linker met de planetenheersers staat op afb. 194). Rohr schrijft er niet bij dat de datumbogen zijn gemaakt naar de dagen met een even aantal uren daglengte, waardoor de opkomst en ondergang dan ook op hele uren vallen. Dat is voor die breedte, bijna 50° , toevallig dan bij de declinatie's die gewoonlijk worden gebruikt voor het uitzetten van deze bogen, behalve bij + en - 20.15° . Deze twee bogen, resp. voor Tweelingen-Leeuw en voor Schutter-Waterman, ontbreken dan ook en in plaats van 7 tellen we 5 datumbogen, die op deze z.w. aangegeven worden met de jaardagen van heiligen, en dan zoals Rohr al opmerkt, naar de Juliaanse kalender die daar in 1586 nog in zwang was.

Op dezelfde bladzijde wordt de z.w. in de hof van Queens' College te Cambridge beschreven en Rohr gaat mee met de mening van Shephard die in een geschriftje over deze z.w. schrijft dat in de kolom Longitudo de R.A. is te vinden. Dat leek mij altijd dubieus. R.A. is niet hetzelfde als de Lengte op de ecliptica, en er staan hele getallen bij de datumbogen. Ik geef toe dat het aangeven van uren in plaats van graden vreemd lijkt. Maar dat Aries dan op 12 h staat is niet zo verwonderlijk omdat men vroeger begon te tellen op een teken zo het in de zin kwam, en dat wisselde van astronoom tot astronoom. En zo zou het kunnen zijn dat deze kolom de lengte vanaf 1 Libra aangeeft.

Bij de indeling van de vele vormen van z.w. gaat Rohr niet al te streng te werk. In Hfdst. VIII bij de draagbare (en andere) z.w. zie ik plots één monumentale veelvlakige z.w. (Brumath). Dat leek mij weinig, maar het bleek slechts een voorproefje te zijn want in Hfdst. IX en XI staan er veel meer van dit soort. Zo wordt daar ook beschreven op pag. 196 de veelvlakige z.w. in het Focke Museum te Bremen. Aan één kant staat het opschrift ELEVATIO POLI $53^{\circ} 40'$ en aan de andere kant staat een beschadigd en deels onleesbaar opschrift

ELEVATIO
RIS GRAD 36
MINUT 20

De verklaring die wijlen de heer Berg gaf in Heft XVI van SFAU, en welke hier ook door Rohr wordt gegeven, lijkt me erg gewrongen: Zij denken aan FERRIS, en het zou dan de lengte t.o.v. Ferro moeten zijn zodat de z.w. bedoeld zou zijn voor een plaats in Oost Pruisen. Waarom niet vastgehouden aan de ware betekenis van Elevatio, en dan Elevatio AEQUATORIS, waarbij $36^{\circ} 20'$ precies klopt, als zijnde het complement van de poolshoogte $53^{\circ} 40'$, wat aannemelijk is omdat de maker (hoewel ten overvloede) de helling kon aangeven van de twee schuine kanten aan de z.w., een polair vlak en een aequatoriaal vlak.

Van de prachtige platen in kleur noem ik o.a. die van de vensterglas-z.w. in het raadhuis te Ulm, en die van de Chinese Pi-schijf uit jade. (In het Gemeente Museum in Den Haag liggen ook de Pi-schijf en de Hsüan-Chi, eveneens van jade). De grote z.w. aan het Prinsenhof te Groningen staat helaas niet in kleur, maar in zwart-wit, doch wel op een grote plaat.

Van de grote moderne z.w. uit deze eeuw mis ik bv een afbeelding van de inclinerende homogene hybride in Herstmonceux, maar het is te begrijpen dat je ook niet alles kunt opnemen in één boek. Zelfs in een drie-delig werk als van Schumacher/Peitz kan men niet alles vinden. Hetzelfde moge gelden voor deze bespreking, want we kunnen niet bladzijde voor bladzijde noemen. Maar een paar feiten wil ik nog naar voren brengen, zonder verder te streven naar volledigheid.

Op pag. 19 staat de opmerking dat op enkele antieke Griekse z.w. de letters na de E het woord "Leven" vormen. Dat is beslist niet zo, want het zijn gewoon de urcijfers en men moet er geen woord in zien te vinden (de letters van het Griekse alfabet worden als cijfers gebruikt). Sharon Gibbs schrijft ook niet over deze fantasie.

Bij de azimutale z.w op pag. 147 schrijft Rohr dat de analemmatische z.w.,

en hij doelt daar speciaal op de zelfrichtende combinatie van analemmat. met horizontale gewone z.w., alleen op eigen breedte gebruikt kan worden. De reis-zonnewijzer van John Bird in het Utrechts Universiteitsmuseum (zie bv. Terpstra pag. 127 vv) kan door inclineren van het geheel op andere breedten worden gebruikt, zoals men met elke z.w. kan doen. En het Universal Sun Compass van het Amerikaanse leger was bruikbaar tussen 45° N.Br. en 45° Z.Br., zij het dat dit mogelijk werd gemaakt door alle constructie's tussen die breedten (om de drie graden) op één plaat te combineren.

Op een gesloten armillosfeer krijgt men tijdens de eveningsdagen geen schaduw van de stijl op de uurband in het aequatorvlak. Rohr noemt en toont op pag. 166 de prachtige schaal van Bernhardt die dit bezwaar ondervangt. Hij had er nog bij kunnen vermelden dat een andere oplossing werd getoond op afb. 244 en Tafel XIV en XV, waar de gespleten ringhelften ruggelings tegen elkaar liggen. In Nederland is bekend het "type Haarlem" (Mevr.v.Cittert bladz.17 en 18) met hulpcirkels aan de buitenkant van de aequatorband.

Het duurt te lang om verder te gaan. Het zal de lezer genoeg gebleken zijn dat dit boek ontzettend veel moois biedt. Ik vind het ook een enorme prestatie om op 76-jarige leeftijd (gnomonica is een gezond vak) zo'n prachtig werk samen te stellen en tot slot wil ik daarom Rohr van harte feliciteren met de voltooiing van dit standaardwerk!

Hagen.

(P.S. Op het congres in Hameln heeft Rohr zich opgegeven als lid van onze Kring. Een eer voor ons! Het programma daar was zo overladen dat ik slechts weinig met Rohr heb kunnen praten - door verkoudheid kon ik ook bijna niets zeggen - en zodoende ben ik met mijn vragen blijven zitten).

- 439. BEZONNING. Samengesteld door ir. M. van der Voorden, Afdeling der Civiele Techniek, Technische Hogeschool Delft. Uitgave F 2 van SBR, Stichting Bouwresearch, Rotterdam, 1980. Ongeveer 130 pag. A4, getypt. Prijs ongeveer f 22.-

Coelman tikte dit geschrift op de kop en stelde het mij ter hand, wetende dat ik mij voor dit onderwerp interesseer, gezien mijn artikel in bull. IX over "Het raam en het daglicht", Zonnewijzers in de bouwkunde, en Bezonningstafels.

Het eigenlijke onderwerp wordt uitvoerig en illustratief behandeld, en geeft waardevolle informatie.

Maar ik heb mij uitermate verbaasd over de inleidende hoofdstukken 1 en 2, waarin wonderlijke dingen staan die in eenvoudige boekjes over cosmografie of de bekende Sterrengids van De Koepel veel beter worden uitgelegd: Zo wordt het Lentepunt gefixeerd in het Oostpunt van de Horizon! De Rechte Klimming meet hij in dezelfde richting als de uurhoek! Het snijpunt van de verticaal met de bol heet pool, ook wel zenit! Kortom, het wemelt van dwaze definitie's.

Er staan veel tekeningen in van zonnewijzers, maar die heten hier diagrammen. Ze zijn geconstrueerd voor 52° maar het is vreemd dat het juist zo handige azimut-diagram (de ons bekende stereografische projectie volgens Oughtred uit 1624) nu juist voor 56° wordt gegeven. (Is dat uit een Scandinavisch boek overgenomen?).

Tenslotte nog een opmerking beroepshalve: Op de eerste bladzijde noemt hij bij de invloed van zonnestraling op de mens drie aspecten, en wel: warmte-effect, de therapeutische werking, en het psychisch-stimulerend effect. (Licht wordt hier nog niet genoemd!). Vooral de "therapeutische werking" is in dit verband in veel te praegnante zin gebruikt: ik ken slechts een paar ziekten waarbij de zon echt genezende werking heeft, terwijl ik een hele ris kwalen kan noemen waarbij de zon een nadelige invloed heeft!

Het is jammer dat bouwkundigen in een zo officieel aandoende publicatie op genoemde punten zo slecht voorgelicht worden.

- 440. DAS GEHEIMNIS KARLS DES GROSZEN. H. Weisweiler.

De auteur, foto-journalist van beroep, heeft in de Dom van Aken veel bijzonderheden ontdekt die er op zouden wijzen dat men er a.h.w. Stonehenge in heeft verwerkt, en dat men er ongeveer hetzelfde kan zien als op de zonnewijzer van keizer Augustus in Rome (hierover het volgende lit.no.). Het boek ziet er indrukwekkend uit, maar men koopt een kat in de zak want er klopt niets van! Op het congres van de Arbeitskreis Sonnenuhren heeft Harold Hindrichs zeer uitvoerig en goed onderbouwd de stellingen van Weisweiler weersproken: er bleef niets van over! De auteur was vorig jaar al uitgenodigd om op het vorig jaar gehouden congres zijn werk toe te lichten, maar hij liet het afweten.

- 441. HOROLOGIUM SOLARIUM AUGUSTI. Prof. Edmund Buchner.

Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Römische Abteilung. Band 87, 1980.

Verslag van de opgravingen onder een huis in de Via di Campo Marzio 48, waarbij men in een nauwe schacht op $6\frac{1}{2}$ meter diepte stuitte op de resten van een enorm grote zonnewijzer uit de tijd van keizer Domitianus. Deze z.w. ligt ongeveer $1\frac{1}{2}$ meter boven het niveau van de z.w. van keizer Augustus en is waarschijnlijk ook gemaakt van het materiaal dat voor de z.w. van Augustus werd gebruikt.

Het leuke is dat deze opgraving zeer gericht werd begonnen, op grond van de berekeningen die Buchner vroeger heeft gemaakt in zijn studie "Solarium Augusti und Ara Pacis", Mitteilungen Band 83, 1976 - vermeld in onze lit.lijsjt no 49.

In bull. X, lit. 402b werd de tweede studie al geannonceerd. Intussen kreeg ik ook enkele krantenknipsels toegestuurd over hetzelfde onderzoek:

- Zaberns Archäologischer Kurier, Maart 1982, met een artikel van Buchner zelf.

- De Zwolse Courant, 22 Maart 1982, "Zonnewijzer van Augustus opgegraven".

- Het Binnenhof, 8 April 1982, "Zonnewijzer Augustus opgegraven", Dit is woordelijk hetzelfde artikel als in de Zwolse, maar blijkt nu te zijn gekomen uit The Guardian, geschreven door George Armstrong, die kennelijk niet zo veel van zonnewijzers weet maar wel wat journalistieke franje aanbrengt.

Ook dit onderwerp werd besproken op het congres van de Arbeitskreis Sonnenuhren door Prof. Rösch, die de originele dia's van prof. Buchner had kunnen lenen wat zeer interessant was.

Zo er ruimte is in dit ~~of de volgende~~ bulletin komen we uitvoeriger terug op deze zonnewijzer. *Li pag. 646 v.v.*

T i j d s c h r i f t e n

- 442. Zenit, April 1982. pag. 189.

MAAK ZELF EEN ZONNEWIJZER. G.L. Strang van Hees. Een aansporing voor doe-het-zelvers om eens een nauwkeurige verticale z.w. te maken, met foto van de sierlijke plaat en een beknopte beschrijving, maar met de mededeling dat men voor de berekeningen bij hem de uitgewerkte formules kan bestellen, en dat hij het ook zelf wil uitrekenen voor gegadigden. Afbeelding op volgende bladzijde.

Een paar van die reacties kwamen uit onze kring, met het gevolg dat de auteur ook lid van de kring werd.

In het kader van dit bulletin is het aardig om te vermelden dat hij ook een leerling was van Haasbroek, en ook nu verbonden is aan de Geodesie te Delft.

Correctie van de auteur: In de niet-vetgedrukte regels leze men in regel 8 net i.p.v. niet. (Men kan de stijl net zo breed maken als men zelf wil). Het voordeel is dat de stijl tegen een stootje bestand is wat vooral van belang is als de z.w. op een gevaarlijke plaats staat: eenzelfde z.w. hangt bv. aan de Lag. School te Delfgauw en een dun stijltje heeft op zo'n plek geen lang leven.

- 443. Scientific American, May 1982. THE GREGORIAN CALENDAR, Gordon Moyer. 8 pagina's lang, interessant.

Dit jaar is het 400 jaar geleden dat Gregorius zijn kalenderhervorming afkondigde. Ook in de Sterrengids 1982 werd hier ruim aandacht aan gegeven, (Lit. 432) door J. Loonen.

- 444. Clocks, April 1982. SUNDIALS OF THE CITY, Raymond Hudson. In 4 bladzijden beschrijft hij de z.w. van Londen, ook de oude z.w. die er niet meer te vinden zijn tegenwoordig.

- 445. Clocks, Maart 1982. TOWER OF THE WINDS, Charles K. Aked. Op bldz. 16 - 18 beschrijving en figuren van de z.w. en het wateruurwerk.

- 446. L'Astronomie, Vol.96, Févr. 1982, pag. 75 - 78. Verslag van de 11de reunie op 8 Nov. 1980 van de Commission des cadrans solaires, met foto's van 2 moderne z.w.

- 447. A-Z-Gazet. Personeelskrant van het Personeel van het Academisch Ziekenhuis te Groningen, no. 15, 19 Mei 1982. ZONNEWIJZER VERPLAATST door ROEBROECK en 4 andere auteurs.

Hierin een foto van de onthulling in het begin van de jaren '50 en een foto van de goed gerichte z.w. op zijn nieuwe standplaats in de tuin achter het zusterhuis, de "Ommelander Inn".

Dit is de z.w. van Groningen no 8, genoemd door Mevr.v.Cittert.

Roebroeck c.s. geven een duidelijke gebruiksaanwijzing in dit leuke artikeltje.

- 448. Pythagoras, Jaarg. 21, no. 2, Nov. 1981. Twee artikelen van Bruno Ernst = J. A. F. de Rijk : "De hoogte van torens en bomen" en "Hoogten meten met een geometrisch kwadrant".

- ... Heft XXI, 1982, van Schriften der "Freunde alter Uhren" is reeds verschenen, naar ik zag op het congres te Hameln, maar ik heb het heden (26 Mei) nog niet ontvangen. *later wel - z.o.z.*

In de registratie van literatuur dient ook nog vermeld te worden het werk wat in Bull. XII werd besproken:

- 449. ESSAI DE PERSPECTIVE, G.I. 's GRAVESANDE. 1711. Bulletin XII, pag. 561 - 567.

- 450. En nog een ander oud werk wat terloops al eens genoemd werd: ELLIPTICAL or AZIMUTHAL HOROLOGIOGRAPHY by Samuel FOSTER, 1654. De Rijk is er in geslaagd dit oude boek op de kop te tikken!

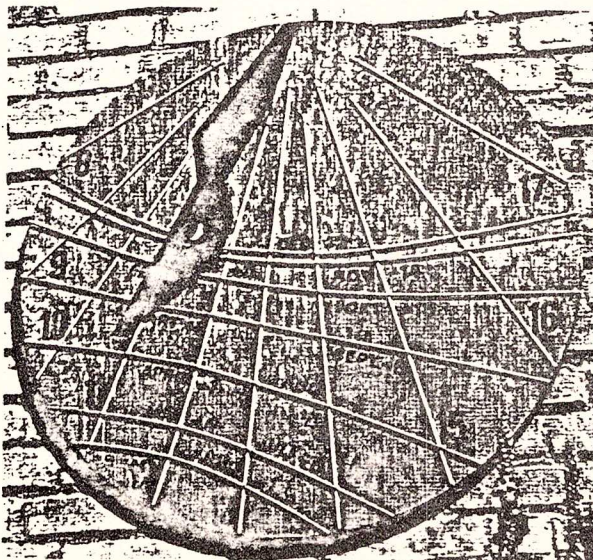
In hetzelfde boek staat ook "Circular Horologigraphy" en "Rectilineal or Diametral Horologigraphy" en "Elliptical H."

In vele artikelen over analemmatische en over "hybride" z.w. zal men de titel van dit werk tegenkomen.

Bij lit.no.442 :

De zonnwijzer van Strang van Hees.
Aanwijzing in zomertijd.
Datumbogen waarbij de tijdsvereffening in min. staat vermeld.
Plaat van hechthout. De stijl evenzo (18 mm).
Door de dikte is het nodig linker en rechter helft (t.o.van onderstijl) te splitsen. Lijnen en bogen van lasdraad.
Hij kreeg al 43 reacties!!

-O-O-O-O-



- 451 enz. HEFT XXI, 1982, van Schriften der "Freunde alter Uhren" is in Mei verschenen. Dit keer in gebonden uitvoering, een grote verbetering, want de vorige jaargangen lagen snel uit elkaar. 200 pag. Georg Schindler trad af als redacteur en werd opgevolgd door Johann Hügin. Het is wat overzichtelijker geworden, want alles is nu verdeeld in rubrieken. Dederde rubriek omvat "Wissenschaftliche Geräte und Sonnenuhren", maar ik zie daarin slechts artikelen over zonnewijzers. Zijn dat ook wetenschappelijke instrumenten? Ja toch! In de eerste rubriek "Uhrenhistorik" zie ik ook een artikel over "Astrologie und Zeitmessung vor 400 Jahren" van H.B.J.Karlsen, hetwelk ook voor zonnewijzer-historie van belang is.

In de Sonnenuhren-rubriek staan de volgende artikelen:

- 451. René R.J.Rohr. Von alter und neuer Zeitmessung am Bosporus. Over een scaphe, gevonden in Istanbul, met Italiaanse uren die echter foutief zijn aangebracht.
 - 452. Wolfgang Meyer. Eine Sonnenuhr von 1753 aus dem osmanischen Reich. Een speciaal apparaat om de gebedstijden te bepalen.
 - 453. Dr. W. Brunner-Boshard. Tierkreissternbilder, Tierkreiszeichen und ihre Symbole.
 - 454. H. Hindrichs. Über eine Sonnenuhr ohne Stab- oder Lochgnomon. Dit gaat over een zonnewijzer naar het model van een heliometer van Campbell-Stokes, maar de lens is koud, d.w.z. een bol met water.
 - 455. M. Bernhardt. Planetenstunden auf der Sonnenuhr. (o.a. Oppenheim).
 - 456. Dr. H. Stohler. Die Sonnenuhr der Schule zu Pratteln. over een analemmatische z.w. en de voordelen daarvan op een schoolplein.
 - 457. Dr. H. Stohler. Die Vollmonduhr an der alten Wache zu Pratteln.
- In het algemene gedeelte een boekbespreking van het boek Sonnenuhren III van Schumacher.

In no 451 schrijft Rohr een leuke anecdote die ik onze lezers niet onthouden wil:

Het is een verhaal over de tweede auteur, W. Meyer, die vorig jaar is overleden. Deze werd in 1909 geboren in Istanbul, waar grootvader en vader jarenlang een uurwerkzaak hadden in een dwarsstraatje dicht bij de haven. Toen Wolfgang 14 jaar werd kreeg hij tot taak om elke dag even naar de haven te lopen, met een nauwkeurige chronometer op zak, en daar zijn horlogetijd te vergelijken met het tijdsein van de marine. Daar liet men aan de signaalmast een bal vallen om de tijd van Greenwich aan te geven, zoals men ook in Greenwich zelf doet. Daarna moest hij thuis de grote klok in de etalage weer vergelijken met de chronometer. In die tijd had men daar 2 uren verschil met Gr.

Maandenlange vergelijking gaf nooit één seconde verschil te zien.

Meyer werd nieuwsgierig naar de manier waarop ze bij de marine dat tijdsein met de tijdbal regelden, en hoe ze daar aan de tijd van Greenwich kwamen.

Tenslotte vond hij de man die de tijdbal bediende. Het was een oude matroos die hem graag wilde inlichten: "Als ik 's morgens naar de haven loop dan ga ik altijd langs de Billür Sokak waar een Duitse klokkenmaker woont, en die heeft in de etalage een grote klok die jaar in jaar uit steeds gelijk loopt. Daarop zet ik dan mijn horloge gelijk, en ik hoef er alleen maar 2 uur af te trekken om de Greenwich-tijd te weten !"

Opmerking bij Lit. no 11 : Albert E. WAUGH, Sundials. Dover Publ. Voor de prijs \$ 3.50 is dit het handigste boekje om alles over z.w. in klein bestek te lezen. Er staan enkele fouten in. Nu blijkt er in de Engelse uitgave hier en daar wat anders te staan; deze uitgave heeft dezelfde publicatie-nummers en jaartal; alleen de prijs staat achterop, en bij de Amerikaanse uitgave staat de prijs voorop.

Het foute onderschrift bij fig. 5.7. staat goed in Eng.ed.

Pag. 139: Amer. March is verbeterd in Eng. Juin. Maar nu zit er een foutje in de tweede formule voor sin h, waar in het tweede deel een + teken is weggelaten. Enz. enz.

M e d e d e l i n g e n

Dit bulletin komt, naar ik hoop, klaar op de dag van de excursie, 19 Juni. Op deze dag wordt aan de heer N. D. Haasbroek het ere-lidmaatschap aangeboden, zoals besloten werd op de Maart-vergadering, maar wat met opzet niet omschreven werd in de notulen in B.XII.

Het volgende bulletin kan dan misschien verschijnen op de
najaarsvergadering Zaterdag 25 Sept.'82, 13.30 uur,
 Sterrenkundig Instituut, Utrecht,
 Servaas Bolwerk 13 (pal tegenover sterrenwacht)

In dat bulletin duiken we nog verder de oudheid in met artikelen over Egyptische tijdmeting en over Hellenistische zonnewijzers, (de Rijk) maar ook weer moderne visie's in z.w. van Bits. Ons nieuwe lid Strang van Hees over constructie van z.w. die en declineren en inclineren, bezien vanuit een X-Y-Z-assenstelsel. Het wordt dan ook weer tijd om het supplement op "Zonnewijzers in Nederland" bij te werken, want dat hoofdstuk ontbrak in de laatste bulletins.

Aan het normalisatie-program is nog niet verder gewerkt.

De lustrum-voorbereiding is in gang. U hoort nog nader.

Het blad aan ommezijde bevat handzame informatie voor degenen die geen sterrenkundige almanakken hebben: Thijs de Vries berekende de tijdsvereffening (E.T. = Equation of Time) en de declinatie v.d.zon, beide waarden voor het tijdstip 12h 00m M.E.T.

Dit ziet U in bijgaande tabel voor het tweede halfjaar 1982.

Een soortgelijke tabel voor 1983 komt in het winterbulletin.

De nauwkeurigheid in E is 0,1 seconde maar wordt door de afronding natuurlijk vergroot. De declinatie haalt in zijn programma een nauwkeurigheid van 1,5" maar ook hier door afronding groter.

Mag ik even wat opmerken over het inzenden van copy. Sommigen sturen een paar dunnevelletjes op in een oude bulletin-enveloppe van ribcarton. De Post mangelt dit dan wel zodanig dat de moet van de ribbels in de copy zit, en mijn vrouw moet dat dan eerst gaan strijken vóórdat het naar de drukker kan.

Graag een glad cartonnetje er bij.

Als er klachten zijn over de toestand van de bulletins wanneer men die per post ontvangt, dan hoor ik dat graag. Door de dikte van het pakket zal dat niet geribbeld worden.

- - - - -

L e d e n l i j s t.

Mutatie's:

Mevrouw Bom-Ruitinga te Haren stond per abuis nog op de per 1 April gedrukte ledenlijst. Zij heeft vorig jaar al bedankt.

N. D. Haasbroek - nu met vermelding ere-lid.

René R. J. Rohr te Straatsburg hoorde vanaf het begin al tot onze lezers en hij stelde er prijs op daarom ook contributie te betalen, wat wij op onze beurt op prijs stellen. Het is een eer hem als lid te noteren, en hij verhuist op de lijst dus van bladz. 4 naar bldz. 3.

Verder kunnen we als nieuwe leden verwelkomen:

M.L.A.Keppenne	04499-3630	Hemelrijk 4	6114 RS Susteren
ir.G.L.Strang van Hees	01736-2859		
	Dr.van der Horstlaan 2		2641 RV Pijnacker
R. Tietema	604842262	Farringford	Church Brampton
			Northampton NN6 8AU

De laatste is het eerste lid in Engeland ! Maar er zijn geen taalproblemen, want hij is een Nederlander. Zeer prettig om daar nu een steunpunt te hebben.

- - - - -

TABEL van TIJDSVEREFFENING (E.T.) en ZONSDECLINATIE
op 12^h 00^m M.E.T., berekend door Thijs J. de Vries.

JUL 1982				AUG 1982				SEP 1982				OKT 1982				NOV 1982				DEC 1982			
DA-	E.T.	DEC.		DA-	E.T.	DEC.		DA-	E.T.	DEC.		DA-	E.T.	DEC.		DA-	E.T.	DEC.		DA-	E.T.	DEC.	
TUM	A	S	O /	TUM	A	S	O /	TUM	A	S	O /	TUM	A	S	O /	TUM	A	S	O /	TUM	A	S	O /
01:	-03 44	+23 07		01:	-06 18	+18 03		01:	-00 04	+08 19		01:	+10 14	-03 09		01:	+16 23	-14 24		01:	+11 03	-21 47	
02:	-03 55	+23 03		02:	-06 14	+17 47		02:	+00 15	+07 57		02:	+10 34	-03 32		02:	+16 24	-14 43		02:	+10 40	-21 56	
03:	-04 06	+22 58		03:	-06 09	+17 32		03:	+00 34	+07 35		03:	+10 53	-03 55		03:	+16 25	-15 02		03:	+10 17	-22 05	
04:	-04 17	+22 53		04:	-06 04	+17 16		04:	+00 54	+07 13		04:	+11 11	-04 19		04:	+16 25	-15 21		04:	+09 53	-22 14	
05:	-04 28	+22 48		05:	-05 58	+16 00		05:	+01 14	+06 51		05:	+11 30	-04 42		05:	+16 24	-15 39		05:	+09 29	-22 21	
06:	-04 38	+22 42		06:	-05 52	+16 44		06:	+01 34	+06 29		06:	+11 48	-05 05		06:	+16 22	-15 57		06:	+09 04	-22 29	
07:	-04 48	+22 36		07:	-05 45	+16 27		07:	+01 54	+06 06		07:	+12 05	-05 28		07:	+16 19	-16 15		07:	+08 39	-22 36	
08:	-04 57	+22 29		08:	-05 38	+16 10		08:	+02 15	+05 44		08:	+12 22	-05 51		08:	+16 15	-16 33		08:	+08 13	-22 42	
09:	-05 06	+22 22		09:	-05 30	+15 53		09:	+02 36	+05 21		09:	+12 39	-06 14		09:	+16 11	-16 50		09:	+07 46	-22 49	
10:	-05 15	+22 15		10:	-05 21	+15 36		10:	+02 57	+04 59		10:	+12 55	-06 36		10:	+16 05	-17 07		10:	+07 19	-22 54	
11:	-05 23	+22 07		11:	-05 12	+15 18		11:	+03 17	+04 36		11:	+13 11	-06 59		11:	+15 59	-17 24		11:	+06 52	-22 59	
12:	-05 31	+21 59		12:	-05 02	+15 00		12:	+03 39	+04 13		12:	+13 26	-07 22		12:	+15 52	-17 40		12:	+06 24	-23 04	
13:	-05 38	+21 51		13:	-04 52	+14 42		13:	+03 60	+03 50		13:	+13 41	-07 44		13:	+15 44	-17 56		13:	+05 56	-23 09	
14:	-05 45	+21 42		14:	-04 41	+14 24		14:	+04 21	+03 27		14:	+13 55	-08 07		14:	+15 35	-18 12		14:	+05 27	-23 12	
15:	-05 52	+21 32		15:	-04 29	+14 05		15:	+04 42	+03 04		15:	+14 09	-08 29		15:	+15 26	-18 28		15:	+04 58	-23 16	
16:	-05 58	+21 23		16:	-04 18	+13 46		16:	+05 03	+02 41		16:	+14 22	-08 51		16:	+15 15	-18 43		16:	+04 29	-23 19	
17:	-06 03	+21 13		17:	-04 05	+13 27		17:	+05 25	+02 18		17:	+14 34	-09 13		17:	+15 04	-18 58		17:	+03 60	-23 21	
18:	-06 08	+21 03		18:	-03 52	+13 08		18:	+05 46	+01 54		18:	+14 46	-09 35		18:	+14 52	-19 12		18:	+03 30	-23 23	
19:	-06 13	+20 52		19:	-03 39	+12 48		19:	+06 07	+01 31		19:	+14 57	-09 57		19:	+14 39	-19 26		19:	+03 01	-23 25	
20:	-06 17	+20 41		20:	-03 25	+12 29		20:	+06 28	+01 08		20:	+15 08	-10 18		20:	+14 25	-19 40		20:	+02 31	-23 26	
21:	-06 20	+20 29		21:	-03 11	+12 09		21:	+06 50	+00 45		21:	+15 18	-10 40		21:	+14 10	-19 54		21:	+02 01	-23 26	
22:	-06 23	+20 18		22:	-02 56	+11 49		22:	+07 11	+00 21		22:	+15 27	-11 01		22:	+13 55	-20 07		22:	+01 31	-23 26	
23:	-06 25	+20 06		23:	-02 41	+11 29		23:	+07 32	-00 02		23:	+15 36	-11 22		23:	+13 39	-20 19		23:	+01 01	-23 26	
24:	-06 27	+19 53		24:	-02 25	+11 08		24:	+07 53	-00 26		24:	+15 44	-11 43		24:	+13 22	-20 32		24:	+00 31	-23 25	
25:	-06 28	+19 41		25:	-02 09	+10 48		25:	+08 13	-00 49		25:	+15 52	-12 04		25:	+13 04	-20 44		25:	+00 02	-23 24	
26:	-06 28	+19 27		26:	-01 52	+10 27		26:	+08 34	-01 12		26:	+15 58	-12 25		26:	+12 46	-20 55		26:	-00 28	-23 22	
27:	-06 28	+19 14		27:	-01 35	+10 06		27:	+08 55	-01 36		27:	+16 04	-12 45		27:	+12 26	-21 07		27:	-00 58	-23 20	
28:	-06 27	+19 00		28:	-01 18	+09 45		28:	+09 15	-01 59		28:	+16 10	-13 05		28:	+12 07	-21 17		28:	-01 27	-23 17	
29:	-06 26	+18 46		29:	-00 60	+09 24		29:	+09 35	-02 22		29:	+16 14	-13 25		29:	+11 46	-21 28		29:	-01 56	-23 14	
30:	-06 24	+18 32		30:	-00 42	+09 02		30:	+09 55	-02 46		30:	+16 18	-13 45		30:	+11 25	-21 38		30:	-02 25	-23 10	
31:	-06 21	+18 17		31:	-00 23	+08 41						31:	+16 21	-14 05						31:	-02 54	-23 06	