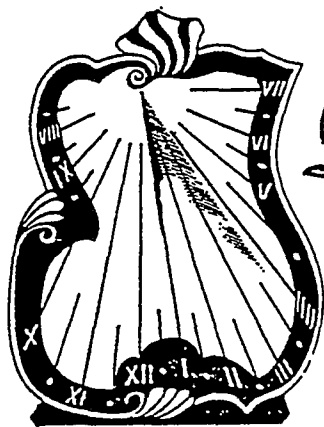




De Zonnewijzerkring

voor belangstellenden in de gnomonica

BULLETIN 99.3

I N H O U D

nr. 70, juli 1999

01 Inleiding tot speciaal bulletin.	Secretariaat
01 Inleiding werkstuk van Jan Kragten.	Secretariaat
02 Inleiding werkstuk van Wiel Coenen.	W. Coenen
03 Vijf analysemethoden voor antieke kegelzonnewijzers.	J. Kragten
28 Bladvulling : Een maanwijzer.	Secretariaat
29 Nieuw supplement voor "Zonnewijzers in Nederland".	W. Coenen
Bijlage : Engelse summaries van artikels in bulletin 99.2.	R. Hooijenga

Colofon Bulletin van "DE ZONNEWIJZERKRING"

Het Bulletin is een uitgave van "DE ZONNEWIJZERKRING".

Contributie van de Kring : f 45.- per jaar, entree f15.-.

Secretariaat :
Van Gorkumlaan 39
5641 WN EINDHOVEN
tel : 040-2817818
e-mail : ferdv@iaehv.nl

Penningmeester :
Giro 518837 t.n.v.
DE ZONNEWIJZERKRING
De Scheerder 24
5506 BL Veldhoven
tel : 040-2953129

Het verenigingsjaar loopt telkens van 1 januari t/m 31 december.

Opzegging van het lidmaatschap moet schriftelijk vóór 1 december geschieden. Daarna is de contributie voor het gehele volgende jaar verschuldigd.

De publicatierechten van de artikelen berusten bij de auteur van het artikel.

Overname van een artikel is alleen toegestaan met bronvermelding en handhaving van de auteursnaam.

Toezening van een exemplaar van de uitgave waarin de overname staat aan het secretariaat en aan de auteur wordt op prijs gesteld.

ISSN 1383-388X

Bestuur:

Wiel Coenen	voorzitter
Fer de Vries	secretaris
Hans Sassenburg	penningmeester
Hans de Rijk	lid
Thibaud Taudin Chabot	lid

Antieke Kegelzonnewijzers

jan kragten

Zonnewijzers in Nederland

wiel coenen

Speciaal bulletin.

Het onderhavige bulletin wordt als een extra bulletin uitgegeven omdat onlangs 2 bijzondere werken van onze leden Wiel Coenen en Jan Kragten beschikbaar zijn gekomen. Deze 2 werken bevatten zoveel onschatbare gegevens dat de uitgave van dit extra bulletin verantwoord wordt geacht.

De twee werkstukken zijn :

- Vijf analysemethoden voor antieke kegelzonnewijzers, Jan Kragten
- Nieuw supplement voor "Zonnewijzers in Nederland", Wiel Coenen.

Jan Kragten heeft gedurende meerdere jaren een literatuurstudie verricht over Griekse en Romeinse zonnewijzers. Met name was hij geïnteresseerd in de nauwkeurigheid van deze antieke zonnewijzers.

De basis van zijn studie was het boek "Greek and Roman Sundials" van mevrouw Sharon L. Gibbs, Yale University Press, New Haven and London, 1976. Dit boek bevat gegevens van vele exemplaren van dergelijke zonnewijzers die in diverse musea over de wereld verspreid aanwezig zijn.

Uit de gegevens van de vermelde zonnewijzers heeft Jan telkens getracht terug te rekenen of een bepaalde zonnewijzer als goed of minder goed kon worden geclassificeerd.

Een probleem daarbij was dat niet volstaan kon worden om met één algemene analysemethode een kwaliteitsoordeel te geven. Van een bepaalde zonnewijzer zijn niet altijd alle gelijksoortige gegevens beschikbaar en wellicht zijn ook bepaalde gegevens onjuist, hetzij door foutieve opmetingen hetzij door drukfoutjes.

Daarom heeft Jan uiteindelijk een vijftal analysemethoden ontwikkeld om van een bepaalde zonnewijzer de kwaliteit te kunnen beoordelen.

Het resultaat van zijn studie wordt in dit bulletin weergegeven waarbij opgemerkt wordt dat in dit verhaal alleen de kegelvormige zonnewijzers aan de beurt komen. Een studie over de kwaliteit van sferische zonnewijzers heeft thans nog zijn aandacht.

Uiteindelijk heeft Jan van 40 exemplaren uit het boek van Gibbs een kwaliteitsoordeel gegeven en in zijn werkstuk vermeld.

Nieuw SUPPLEMENT voor "ZONNEWIJZERS IN NEDERLAND"

Het was in mei 1989 en in januari 1992, dat Marinus Hagen supplementen verspreidde op het boek "Zonnewijzers in Nederland" (Walburg Pers, Zutphen 1984).

Sindsdien moest iedereen blijven door middel van de gelijknamige rubriek in de bulletins. En naarmate de tijd voortschreed, werd de behoefte aan een nieuwe totaal-opgave van het zonnewijzerbestand steeds groter.

Ik heb met het, bij dit bulletin gevoegde nieuwe supplement beoogd aan die behoefte te voldoen. Ik heb daarbij de vorm gekozen, die ook Marinus Hagen hanteerde, nl. alle in de rubriek Z.i.N. genoemde zonnewijzers op te nemen, onder vermelding van het bulletin waarin de betreffende publicatie plaatsvond. Een bijkomend gevolg van deze methode is, dat ook niet (meer) bestaande zonnewijzers nu in dit bestand voorkomen.

In het nieuwe supplement heb ik de vroegere supplementen uit 1989 en 1992 verwerkt en waar nodig herzien. De oude supplementen kunnen dus weg.

In een aanvullende bijlage heb ik de in de bulletins verschenen artikelen opgenomen die betrekking hebben op (een) bepaalde zonnewijzer(s). De verwijzingen daarnaar zijn bij de betreffende zonnewijzer(s) met een cijfer aangegeven.

In een tweede bijlage heb ik een aantal spreuken vermeld die op sommige zonnewijzers voorkomen. Die opsomming is niet uitputtend.

Het verzamelen, schiften en rubriceren en herhaaldelijk controleren van het materiaal was een tijd-rovende en inspannende bezigheid. Ik kan niet garanderen dat er geen fouten of omissies meer in zullen voorkomen.

Met het verschijnen van dit nieuwe supplement is een punt bereikt, waarbij alle gegevens over het Nederlandse zonnewijzerbestand weer in een handzame vorm beschikbaar zijn.

De gedachte doet zich gelden om, 15 jaar na het verschijnen van het boek "Zonnewijzers in Nederland", een nieuw volledig bijgewerkt boek te laten verschijnen. Als herdruk van het boek uit 1984 of helemaal nieuw in een totaal ander concept en onder een andere titel. Zowel het een als het ander heeft nogal wat voeten in de aarde en wat consequenties. Of het er inderdaad van zal komen, is nog niet te zeggen.

Voorlopig moeten we blij zijn met wat er nu is. Er is in ieder geval een belangrijke stap gezet.

Als u de bladen van het supplement doormidden vouwt en de gevouwen bladen op paginavolgorde in elkaar legt, hoeft u er alleen nog maar de gekleurde omslag (ook vouwen) omheen te doen en er in het midden een paar nietjes door te slaan. Op enkele blanco pagina's achterin kunt u uw eigen aantekeningen kwijt.

Wiel Coenen

Vijf ANALYSE - METHODEN voor antieke KEGELZONNEWIJZERS.

Doel van het onderzoek.

Het doel van de analyses is om een gnomonisch kwaliteits-oordeel te kunnen bepalen.

Het onderzoek leidt tot een concept - constructie die, al of niet redelijk met de meetgegevens overeenkomt.

Over het algemeen zijn plaatselijke, extra metingen noodzakelijk om een definitief oordeel te kunnen vellen.

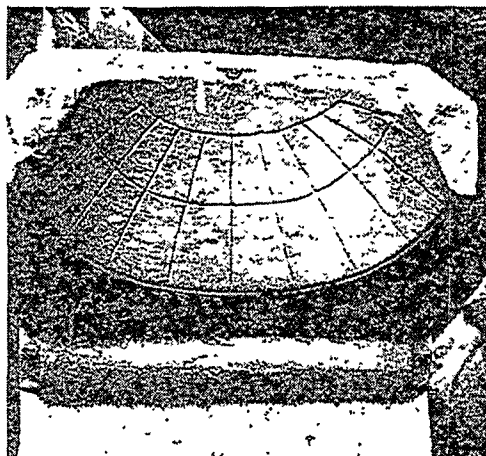


Fig.1 No 3072 G Pompei

Een eerste, globale inventarisatie levert veel goede zonnwijzers op.

Minstens 75 % lijkt een acceptabele tijdaanwijzing te kunnen geven; (minder dan 10 minuten fout).

Inleiding.

De volgende 5 methoden zijn gebaseerd op meetgegevens, die Mevr. Sharon L. Gibbs geeft in haar boek:

"Greek and Roman Sundials", Yale University Press, New Haven and London, 1976.

In principe moet één analyse methode voldoende zijn, om de constructie van een zonnwijzer te kunnen beoordelen, maar vaak zijn de meetgegevens van een object in tegenspraak met elkaar (meet- of drukfouten?) en ontbreken essentiële maten (b.v. de stralen van de datumbogen).

Ook kan het handwerk van de beeldhouwer onnauwkeurig zijn of hanterde hij niet de juiste uitgangspunten.

De 5 methoden verschillen in de keuze uit de gegeven maten en worden gaandeweg gecompliceerder. Als de eenvoudigste methode harmonische resultaten op levert, heeft het niet veel zin om verder te gaan.

Verderop zullen we voor een paar objecten de resultaten van de verschillende methoden naast elkaar zetten, zodat de beste eruit gekozen kan worden.

Bij alle methoden wordt aangenomen, dat de declinatie van de zomerboog gelijk is aan die van de winterboog. (Dat blijkt ook zeer vaak het geval te zijn.)

Kegeleigenschappen.

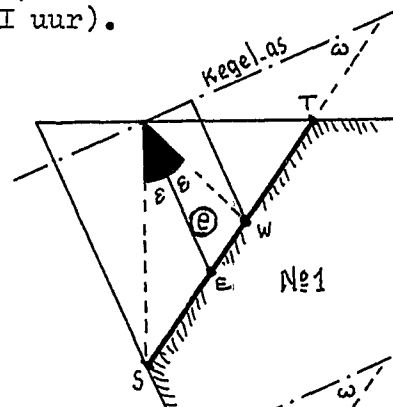
In Bulletin 98.2.29 "De uitstekende zonnwijzer van Leiden" heb ik al iets geschreven over de kegeleigenschappen.

We zullen dat nu kort samenvatten.

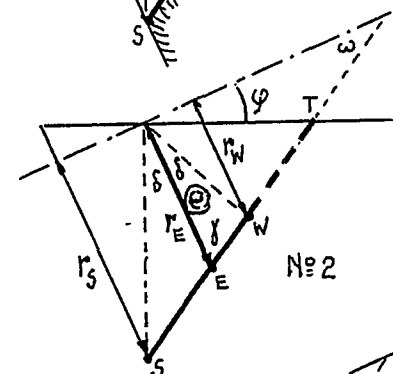
De 5 methoden---Globaal overzicht van de procedure.

In de nevenstaande figuren zijn de gehanteerde, gegeven maten dik aangegeven. De uurlijnenafstanden op zomer-, equinox- en winterboog zijn resp. s, e en w, (omcirkeld) (alleen gegeven voor de uurlijnen van VI en VII uur).

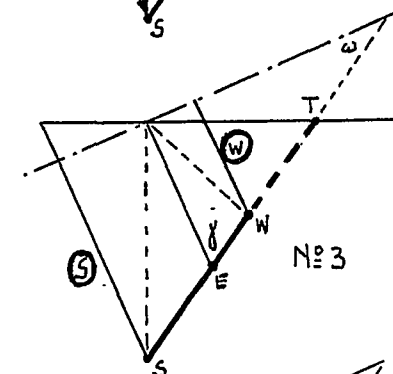
No 1 Uitgaande van de veronderstelling dat de declinaties van zomer- en winterboog gelijk zouden zijn aan $\delta = 24^\circ (= \epsilon)$, wordt door Mevr. Gibbs de geografische breedte berekend.



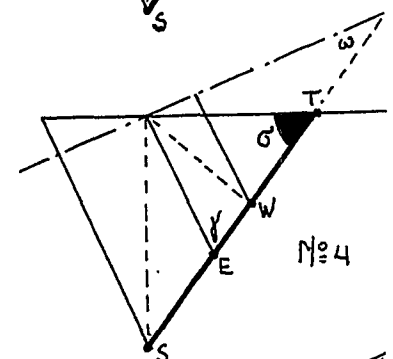
No 2 Hierbij wordt begonnen met de berekening van de kegel-basishoek $\gamma = 90 - \omega$



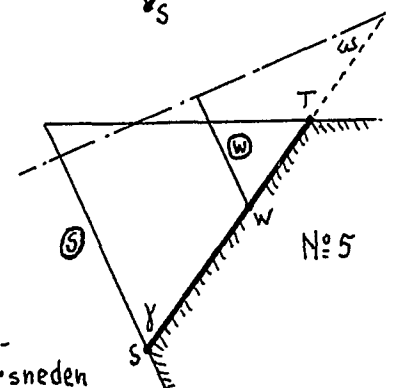
No 3 Bij deze methode wordt gestart met de gegeven, opgemeten maten voor de uurlijnen-afstanden op de zomerboog (s) en de winterboog (w).



No 4 Het uitgangspunt voor deze analyse-methode is de opgemeten maat voor hoek (σ), tussen de meridiaan en het bovenvlak van de kegel.



No 5 Deze methode is bestemd voor die objecten, waarbij getwijfeld wordt aan de juiste plaats van de equinoxlijn in E.



Op de volgende bladzijden zullen we elke methode nader toelichten.

Meridiaan-
doorsneden

Conical Dials

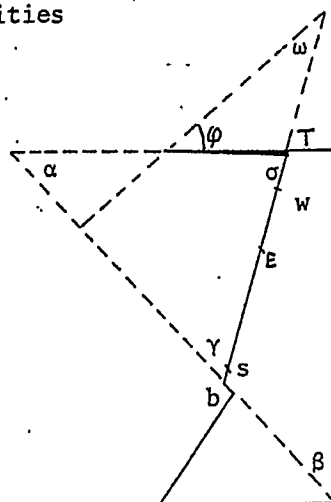
Inventarisatie
van de gegevens.

Gemeten: Measured Quantities

H = height (P = partial)
W = width
D = depth

Afstanden
langs de
meridiaan:

tw = distance along meridian from
top edge of dial to winter
solstice curve
gw = distance along meridian from
lower edge of gnomon to win-
ter solstice curve
wE = distance along meridian from
winter solstice curve to
equinox curve
Es = distance along meridian from
equinox curve to summer sol-
stice curve
sb = distance along meridian from
summer solstice curve to bot-
tom of dial face



Figuur 5

[VI to VII] !

Uurlijnen af-
stand op de
datumbogen:

w = distance along the winter solstice curve from the
sixth to the seventh hour points
e = distance along the equinox curve from the sixth to
the seventh hour points
s = distance along the summer solstice curve from the
sixth to the seventh hour points

$\alpha = 90 - \varphi$

$\beta = \varphi ?$

$\gamma = 90 - \omega$

$\sigma = \varphi + \omega$

$\varphi = \text{geogr. breedte}$

$\alpha =$ acute angle between oblique front of dial and horizontal
 $\beta =$ acute angle between oblique front of dial and vertical
 $\gamma =$ angle between oblique front of dial and dial face
 $\sigma =$ angle between horizontal and dial face

Berekend: Computed Quantities

$\omega = \frac{1}{2} \text{ toph. kegel}$

$\epsilon = \delta_{\text{max}} = 24^\circ$

$\varphi_s = \varphi \text{ vanuit } s$

$\varphi_w = \varphi \text{ vanuit } w$

g = gnomon length
 $\omega =$ angle between axis and generator of conical surface
 $\epsilon =$ obliquity of ecliptic
 $\phi_s =$ latitude computed from measurements along summer solstice
 $\phi_w =$ latitude computed from measurements along winter solstice
 $\varphi_T =$ breedte berekend vanuit WT.

Opmerkingen.

- De maten H, W en D zijn niet in de tekening aangegeven. Waarschijnlijk het uitwendige afmetingen. Ook is niet duidelijk hoe deze maten gehanteerd moeten worden bij de (vele) zonnewijzers met afgebroken delen.
- De uurlijnenafstanden zijn alleen opgegeven voor het eerste uur na de middag. Voor de overige 11 uurstukken wordt aangenomen dat die identiek zijn. Voor een analyse zou een meting in het bovenvlak, van de afstand tussen de snijpunten van de datumlijnen een prachtig hulpmiddel zijn. (een $\frac{1}{2}$ mm verschil in ϵ geeft $\pm 5^\circ$ verschil in φ).
- De opgegeven hoekmaten harmoniseren vaak niet, bv. $\alpha + \beta \neq 90^\circ$. Het is dan moeilijk te achterhalen welke waarde gehanteerd moet worden.
- Bij de berekeningen van Gibbs worden twijfelachtige uitgangspunten gehanteerd: - Er wordt verondersteld dat punt E, in de meridiaan, in het equatorvlak door de gnomontop ligt, en dat de boog 180° lang is. - er wordt verondersteld dat de "solstitia"lijnen, door w en s daar 24° uit liggen ($\delta = \epsilon = 24^\circ$), en blijkt zelden juist te zijn.

In veel gevallen zijn die uitgangspunten niet toepasbaar.

De berekende waarden voor φ lopen daardoor ver uiteen, hetgeen (helaas) een slechte zonnewijzer suggereert!

METHODE 1, van Mevr. Gibbs, die uitsluitend op zoek is naar de geogr. breedte.

Formules. In figuur 6 is ΔAGS gelijkvormig met ΔBGW , dus:

$$EW / ES = r_W / r_S (= GB/CA).$$

Ook is $\Delta EWW'$ gelijkvormig met $\Delta ESE'$, dus $EW / ES = (r_E - r_W) / (r_S - r_E)$

daaruit volgt:

$$\tan \omega = \frac{ES - EW}{(ES + EW) \cdot \tan \delta}.$$

$$r_E = 12.e / \pi'.$$

Als de maat TW gegeven is, is de geogr. Breedte φ_T te berekenen met:

$$\tan \varphi_T = \frac{r_E - ET \cdot \cos \gamma}{ET \cdot \sin \gamma} \quad \begin{array}{l} \gamma = 90^\circ - \omega \\ \delta = 24^\circ = \varepsilon \\ ET = EW + TW. \end{array}$$

Mevr. Gibbs gaat uit van een declinatie $\varepsilon = 24^\circ$, maar uit haar opgemeten waarde voor γ volgt een volkomen andere waarde (zie tabel onder δ).

$$\tan \delta = (ES - EW) \cdot \tan \gamma / WS.$$

De maat TW.

TW is zeer geschikt voor de Breedte berekening.

Helaas ontbreekt die maat voor $\pm 1/3$ van de objecten, maar dan wordt wel de (kleinere!) maat gW gegeven (zie figuur 7; g is de onderkant van de gnomongroef). Mevr. Gibbs gebruikt voor haar analyses konsekwent de foute maat gW, als TW niet gemeten is! (Misschien is gW ipv. WT een drukfout?)

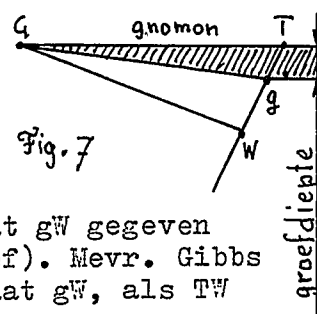
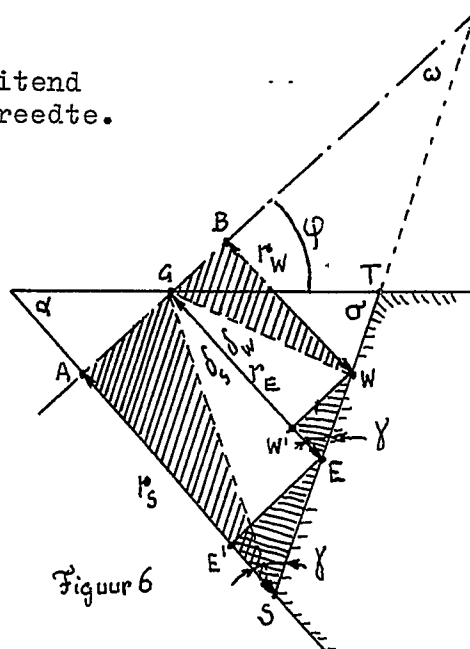
Drie voorbeelden.

№	plaatselijke φ	gegeven	Berekening door Gibbs met $\varepsilon = 24^\circ$						gemeten γ	verschil δ
			φ_T	φ_W	φ_S	δ	$\omega \rightarrow$	γ		
3005	Athene $\varphi = 38^\circ$	TW=60	39,4°	34,1°	30,8°	22,9°	21,0°	69,0°	68°	-1°
3011	Athene $\varphi = 38^\circ$	gW=50	36,4°	27,5°	40,8°	17,7°	30,0°	60,0°	51,5°	-8,5°
3067	Pompei $\varphi = 41^\circ$	TW=30	42,3°	48,3°	52,3°	11,6°	20,5°	69,5°	51,0°	-18,5°

Conclusie.

De inventarisatie door Gibbs van 256 stuks bekende, antieke zonnewijzers is zeer waardevol, maar de berekening van de geografische breedte leidt tot een enorme spreiding, waar niets mee te beginnen valt..De berekende en de gemeten hoeken tonen vaak grote verschillen. Alle maten en hoeken zijn zeer kritisch voor het ontwerp.

Er is duidelijk behoefte aan andere analyse-methoden.



METHODE 2 (De eenvoudigste).

Een analyse met de berekende basishoek γ .

Met 3 gegevens ligt de kegelconstructie vast nl. de uurlijnen-afstand e van de equinoxboog en de meridiaanmaten ES en EW.

$$r_E = 12.e / \gamma \quad (\text{mits E op de juiste plaats}).$$

De straal van de winterboog is:

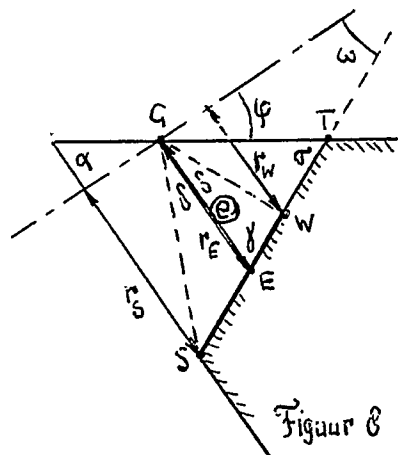
$$r_W = WS. r_E / (2.ES), \text{ en van de zomer:}$$

$$r_S = WS. r_E / (2.EW).$$

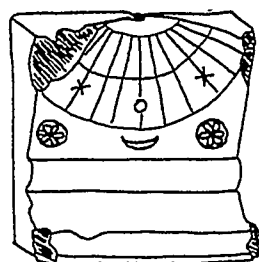
Ook methoden 3 en 5 leveren de stralen van de solstitia-bogen.

Het vervolg van de berekeningen zullen we (voor de liefhebbers!) op een apart blad: "Theorie", achter de bladzijde "Vergelijking van de 5 methoden" opnemen, zodat we nu niet in de formules verdrinken.

Het resultaat van methode 2 zien we in de volgende tabel, die dezelfde drie voorbeeld-objecten bevat als die van methode 1.



Figuur 8



3022
Athene

Drie voorbeelden.

	ge- geven γ	Berekende hoeken			Berekende gem. waarden over 12 uren.			gegeven VI-VIII			σ	
		γ	δ	φ_T	w	e	s	w	e	s	geg.	ber.
Ath. 38° 3005	68°	68,4°	23,4°	39,2°	21,1 mm	32 mm	47,4 mm	22 mm	32 mm	45,2 mm	61°	60,1°
Ath. 38° 3011	51,5°	60,5°	24,2°	$\varphi_g = 36,6°$	17,5	28	45,7	19	28	47,0	72°	69,6°
Pomp. 41° 3067	51,0°	71,8°	26,7°	43,3°	12,3	21	33,1	12	21	35,0	80°	62,8

.- De berekende hoeken wijken sterk af van de gemeten waarden:

b.v. 3067: berekend: $\alpha = 46,7°$; $\sigma = 61,5°$; $\gamma = 71,8°$; totaal 180°
 gemeten: $\alpha = 49°$; $\sigma = 80°$; $\gamma = 51°$ " 180°

.- De berekende, gemiddelde uurlijnenafstanden voor w en s wijken enigszins af van de gemeten waarden, maar die zijn ook alleen tussen VI en VII uur opgemeten.

.- de declinatie-waarden zijn aanzienlijk beter dan die van methode 1.

Conclusie

Deze methode blijkt goed bruikbaar als eerste benadering.

METHODE 3.

Met de gegeven uurlijnenafstanden w en s van de datumbogen.

We gebruiken nu niet de uurlijnenafstand e in de ietwat twijfelachtige equinoxboog (zoals in de methoden 1 en 2).

Uit de booglengten van zomer en winter is af te leiden dat:

$$s/r_S + w/r_W = \pi/6 = 2.e/r_E, \text{ de harmonie-regel!}$$

Verder is $r_W = (EW / ES) \cdot r_S$ zodat:

$$r_S = \frac{6 \cdot (w + s \cdot EW / ES)}{\pi \cdot EW} \quad \text{ónafhankelijk van } \varphi, \gamma \text{ en } \delta !$$

De afmeting van r_S en r_W en daarmee de constructie van de kegel wordt alleen bepaald door de grootte van w en s en de verhouding EW/ES.

Als we deze methode 3 uitwerken (zie hoofdstuk "Theorie"), voor de eerder genoemde drie voorbeelden blijkt, dat er een redelijke overeenkomst ontstaat met de resultaten van methode 2.

	ge- geven γ	Berekend				Berekend			- Gegeven		
		γ	δ	φ_T	φ_s φ_w	w	e	s	w	e	s
Ath. 38° 3005	68°	68,7°	23,7°	38,8°	33,2°	20,8 mm	31,6 mm	46,7 mm	22 mm	32 mm	45,2 mm
Ath. 38° 3011	51,5°	58,8°	22,8°	⁹ 38,4°	38,4°	18,4	29,4	48,0	19	28	47
Pomp. 41° 3067	51,0°	71,3°	26,0°	44,1°	44,1°	12,7	21,6	34,0	12	21	35

Conclusie Methode 3 blijkt heel goed bruikbaar.

METHODE 4

Een analyse met gegeven meridiaanmaten, incl. WT en hoek σ .

De gegeven hoek σ (sigma), tussen meridiaan en bovenvlak, is wellicht betrouwbaarder gemeten dan hoek γ , omdat de zonnewijzers aldaar als regel minder beschadigd zijn, maar helaas, zoals al eerder is geconstateerd, zijn de opgegeven hoekmaten van Gibbs vaak niet betrouwbaar.

Bij model 3015G, uit Athene, wordt vermeld dat de Hr. Rayet, directeur van de Franse School in Athene deze zonnewijzer heeft nagemeten: de hoek α is 52° ipv. 56,5° van Gibbs en hoek γ is 47°50' ipv. 43,5°.

Voor een goede analyse zullen we ons dus tot de meridiaanmaten moeten beperken.

Conclusie.

Methode 4 levert bij meerdere exemplaren geen acceptabele oplossingen; de werkwijze is ook zeer gevoelig voor kleine afwijkingen (minder dan een halve mm) van de plaats van E in de meridiaan.

Voor een verdere wiskundige behandeling: zie hoofdstuk "Theorie".

METHODE 5. Ligt de equinoxboog op de juiste plaats?

A.-
orientatie.

Een ruwe orientatie tav. de plaats van het meridiaanpunt E is mogelijk met de verhouding EW/ES. Deze verhouding blijkt sterk afhankelijk te zijn van hoek γ .

$$EW/ES = \sin(\gamma - \delta) / \sin(\gamma + \delta).$$

$$\gamma = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 55^\circ & 60^\circ & 65^\circ & 70^\circ & 75^\circ & 90^\circ \\ \hline EW/ES = 0,525 & 0,591 & 0,656 & 0,721 & 0,787 & 1,000 \\ \hline \end{array} \quad (\delta = \epsilon = 24^\circ)$$

Hieruit volgt een hulprichtlijn: $EW = 1/2 \text{ tot } 3/4 \times ES$

Als dit niet het geval is moeten we oppassen!

Voorlopig resultaat. Van de 40 stuks onderzochte kegelzonnepijlers blijkt in eerste instantie:

- .- bij 6 stuks is EW te groot, waarvan bij No 3073 (Napels) en No 3086 (Alexandrie) EW groter is dan ES,
- .- bij 4 stuks is EW te klein,
- .- 75% van deze objecten voldoet dus aan bovenstaande richtlijn.

Voor 25% van de objecten is een andere analyse-methode nodig. De te berekenen kegelafmetingen zijn bij de nu volgende methode afhankelijk van de keuze van hoek γ , van de maat WS (= ES + EW) en van de uurlijnenafstanden w en s, Uitgangspunt blijft: $\delta_S = \delta_W$

B.- Met behulp van de harmonieregel van de voorgaande blad-
berekening zijde kunnen we afleiden dat: $r_W = r_S - WS / \cos \gamma$

$$r_S^2 - r_S \cdot \left[\underset{\uparrow = p}{WS \cdot \cos \gamma + (w + s) \cdot 6 / \pi} \right] + \left[\underset{\uparrow = q}{s \cdot WS \cdot \cos \gamma \cdot 6 / \pi} \right] = 0$$

Dit is een kwadratische functie met $r_S = \frac{1}{2} p + \sqrt{(\frac{1}{2} p)^2 - q}$.

Aldus vinden we r_S en r_W en het nieuwe punt E, dat we E' noemen met:

$$E'W = WS \cdot r_W / (r_S + r_W). \text{ Zie het hoofdstuk "Theorie" .}$$

Nu kan blijken in hoeverre E' afwijkt van E.

NB. Deze afwijking is rechtstreeks afhankelijk van de keuze van hoek γ , maar de gegeven hoek is niet altijd betrouwbaar, dit in tegenstelling met de gegeven meridiaanmaat WT, die meestal wel redelijk klopt.

We moeten de relatie tussen γ en WT zien te vinden. Dit is mogelijk door WT uit te rekenen voor meerdere waarden van γ , totdat de berekende maat WT overeenkomt met de gegeven WT waarde, want dit proces is helaas niet omkeerbaar. Het is wiskundig niet mogelijk om vanuit de gegeven WT waarde rechtstreeks de daarbij behorende waarde voor γ te vinden.

Praktische truc. Er is wel een praktische truc te vinden, want uit (langdurig!) onderzoek is gebleken dat de relatie tussen γ en WT voor alle gevallen vrijwel lineair verloopt.

Bv. voor model 3054, uit Bergamo, Turkije (EW/ES = 0,2!)

$$\gamma = 50^\circ \quad 60^\circ \quad 70^\circ ; \quad WT \text{ is resp.: } 33,2 \quad 28,3 \quad \text{en} \quad 23,6 \text{ mm.}$$

METHODE 5. Vervolg.

Voor de praktische aanpak berekenen we WT met $\gamma = 50^\circ$ en $\gamma = 70^\circ$. De gegeven maat WT interpoleren we nu, waardoor de juiste waarde van hoek γ bekend wordt.

Met die waarde herberekenen we de zaak, om r_g en r_w te vinden. We moeten dus 3 maal de kwadratische functie gebruiken, maar het resultaat is wel bevredigend.

VOORBEELD: 3054, Turks, Bergamo, 39° NB.

WE = 29 mm, ES = 136 mm, TW = 29,5 mm.

Met $\gamma = 50^\circ$ wordt WT' 33,2 mm
met $\gamma = 70^\circ$ wordt WT' 23,6 mm

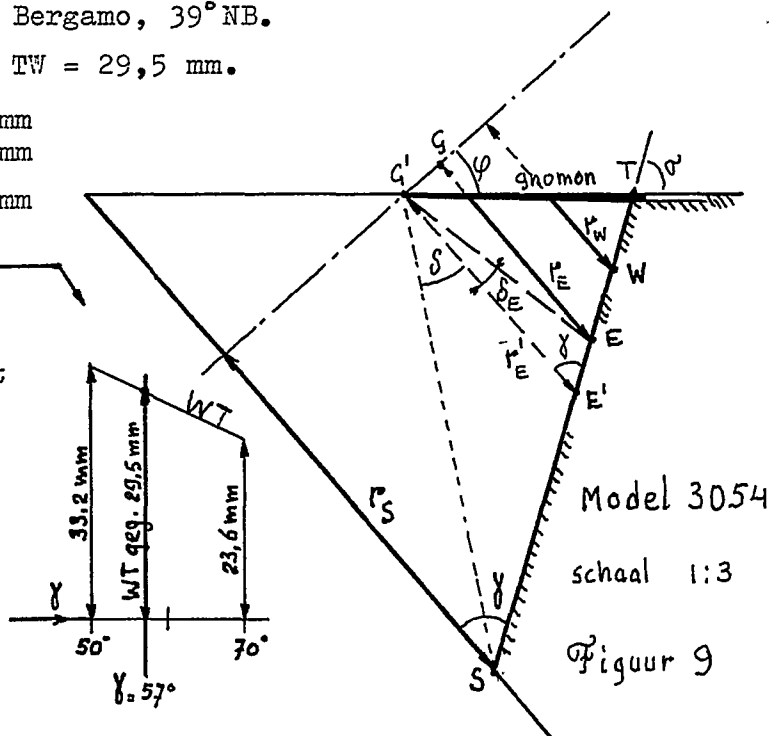
De gegeven maat WT, 29,5 mm komt dan overeen met een γ van 57°

Met deze waarde herhalen we nu de voorgaande berekening. Dat blijkt tot een redelijk concept voor model 3054 te leiden.

conclusie.

Deze methode 5 voldoet goed, maar het is vreemd dat de beeldhouwer zo'n afwijkende plaats voor E genomen heeft, hetgeen een afwijkende gnomonlengte oplevert.

Met een goede gnomonlengte $g = r_E' \cdot \sin \gamma / \sin \sigma = 89,2$ mm verkrijgen we een juiste tijdmeting.



Hoeken		
	geg.	ber.
γ	$53,2^\circ$	57°
σ	69°	$73,5^\circ$
δ	-	$30,2^\circ$
φ	-	$40,5^\circ$
δ_E		$-10,0^\circ$

uurlijnafst.		
	geg.	ber.
w	13	13 mm
e	21	20,8
s	57,1	57,1
prima!		

Bovendien is de declinatie van zomer- en winterboog bijzonder

groot: $\delta = 30,2^\circ$, hetgeen veel langere uurlijnen oplevert dan strikt noodzakelijk is bij een vaste geografische breedte van $40,5^\circ$.

Hoewel de zonnwijzer desondanks goed de tijd kan aangeven, valt aan de gnomonische deskundigheid van de maker te twifelen.

P.S. De uurlijnenafstanden kloppen uitstekend!

Vergelijking van de 5 analyse-methoden.

We nemen hiervoor een zonnewijzer, met wat afwijkende gegevens van Gibbs, dan zien we beter de verschillen.

Object 3038, Kos, Grieks eiland, op 37° NB., aanwezig in het Apothek~~e~~ of the Archeological Museum.

Gegeven: TW = 44 mm; WE = 44,5 mm; ES = 86 mm; $\sigma' = 83,5^{\circ}$; $\gamma = 37,5^{\circ}$.
w = 16 mm; e = 26,5 mm; s = 50 mm. Wijdte W = 330 mm.

Uitgangspunt: De opgemeten, rechte lijnstukken TW, ES en EW, in de meridiaan, zijn redelijk betrouwbaar. In methode 5 wordt bekeken of E op de juiste plaats ligt.

methode	1	2	3	4	5		
uitgangspunt	$\delta = 24^{\circ}$	gegeven e	gegeven w+s	gegeven σ'	E juist? w+s	gegevens van Gibbs	
r_W	75,4	76,8	80,0	91,0	79,9		$\frac{1}{2} W = 165$ mm dus $r_S =$ max 155 mm
r_E	101,2	101,2	105,4	120,0	-		
r_S	147,7	148,4	154,5	176,0	154,8	-----	
γ	$54,5^{\circ}$	$56,7^{\circ}$	$55,3^{\circ}$	$49,4^{\circ}$	$55,0^{\circ}$	$\gamma = 37,5^{\circ}$	
δ	$24,0^{\circ}$	$25,8^{\circ}$	$24,6^{\circ}$	$20,4^{\circ}$			
σ'	$34,7^{\circ}$	$35,4^{\circ}$	$37,1^{\circ}$	$42,9^{\circ}$	ES =		
σ'	$70,2^{\circ}$	$68,7^{\circ}$	$71,9^{\circ}$	$83,5^{\circ}$	86,0	$83,5^{\circ}$	
w	15,8	15,6	16,2	18,5	=ES	16,0	
e	26,5	26,5	27,6	31,4	dus E	26,5	
s	46,4	47,5	49,5	56,4	ligt	50,0	
gnomon g	87,6	90,7	91,1	91,7	goed		

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat voor model 3038 methode 3 het meest waarschijnlijke concept oplevert, met een geografische breedte van $37,1^{\circ}$, de NB. van Kos. (methode 3)

De opgemeten hoeken $\sigma' = 83,5^{\circ}$ (ipv. $71,9^{\circ}$) en $\gamma = 37,5^{\circ}$ (ipv. $55,3^{\circ}$) wijken extreem af en blijken, voor dit object absoluut onbruikbaar.

In het verdere onderzoek zal blijken, dat methode 2 en 3 elkaar vaak sterk benaderen en redelijke concepten leveren.

PS. Methode 3 geeft ook de beste harmonie met de uurlijnenafstanden w, e en s, die door Gibbs opgemeten zijn.

Samenvatting van de 5 analyse-methoden.

Methode 1. Deze methode van Mevr. Gibbs, met als uitgangspunt, dat de declinatie van zomer- en winterboog $24^\circ (= \xi)$ zou zijn, leidt als regel tot een grote spreiding in de resultaten en is daarom niet aan te bevelen.

Methode 2. Is een snelle benaderingsmethode, die een redelijk inzicht in de kegelconstructie levert.

Methode 3. In plaats van de equinoxboog is deze methode op de zomer- én winterboog gebaseerd. Deze methode is bij een onderzoek aan ca. 40 exemplaren zeer goed bruikbaar gebleken.

Methode 4. Hierbij is er van uitgegaan, dat de gemeten hoek (σ), tussen meridiaan en bovenvlak, dus op een meestal onbeschadigde plaats, betrouwbaar zou zijn. Dat blijkt helaas niet het geval. De hoekgegevens zijn als regel niet bruikbaar.

Methode 5. Bevat een onderzoek naar de juiste plaats van de equinoxboog door E. Bij twijfel aan de juiste plaats van E (EW afwijkend van de hulprichtlijn: $EW = 1/2$ tot $3/4$ ES), is deze methode goed bruikbaar; bij ca. 25% van de oude Zonnewijzers is methode 5 onmisbaar.

Extra metingen. De analyse methoden leiden tot een concept. Een hard kwaliteitsoordeel is vrijwel alleen mogelijk na extra metingen (oa. aan de boogstralen en de booglengten).

Extra controles. 1. Bij alle concepten zijn in principe nog twee controles mogelijk aan de hand van de gegeven uitwendige maten te weten:

- .- De breedte W. De straal van de zomerboog, r_s moet kleiner zijn dan de halve W waarde, opdat er voldoende materiaal aan de "wangen" blijft staan. Deze controle is waardevol.
- .- De diepte D. De diepte van het concept moet kleiner zijn dan de gegeven D waarde, maar die waarde is onbetrouwbaar bij afgebroken hoekpunten.

Controle 2.- Met de formule: $w/r_w + s/r_s = \pi/6 = 2e/r_E$ is te controleren of er harmonie bestaat tussen w en s,

Vervolg. In een volgend artikel zal een overzicht gegeven worden van de resultaten uit het onderzoek van ca. 40 kegelzonnepijlers van Griekse- en Romeinse afkomst, inclusief een paar bijzondere gevallen.

Daarbij worden concepten berekend met methode 2 en 3 en de beste resultaten daaruit gekozen. Methode 5 wordt toegepast bij twijfel aan de juiste plaats van punt E.

Theorie en formules.

Uitgangspunt is, dat de declinaties van zomer- en winterboog aan elkaar gelijk zijn, ($\delta_S = \delta_W = \delta$) en dat punt E op de juiste plaats op de meridiaanlijn ligt.

r In figuur 10 is ΔAGS gelijkvormig met ΔBGW dus $EW/ES = GB/GA = r_W/r_S$

ofwel $r_S = r_W \cdot ES/EW$ (a).

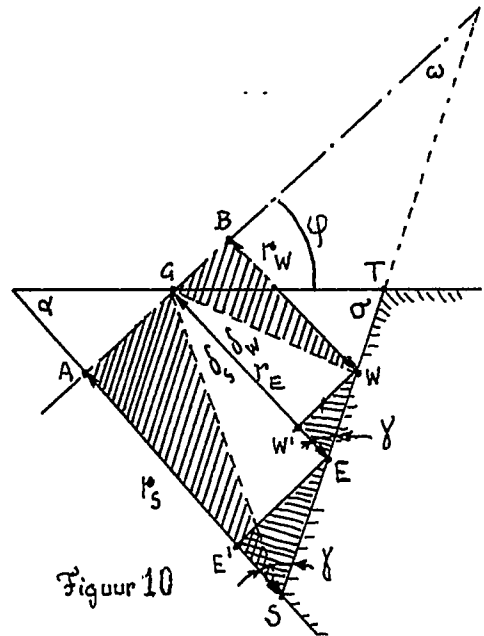
Ook is $\Delta EWW'$ gelijkvormig met $\Delta ESS'$, dus $EW/ES = EW'/SE' = (r_E - r_W) / (r_S - r_E)$ (b).

Als we (a) in (b) stoppen ontstaat:

$$r_W = WS \cdot r_E / (2ES); \quad r_S = WS \cdot r_E / (2EW)$$

Als punt E goed ligt, is de equinox-boog 180° en $r_E = 12 \cdot e / \kappa$.

Nu ligt de kegel vast.



Figuur 10

Y In $\Delta WWE'$ is: $\cos Y = WE'/WE = (r_E - r_W) / WE = (r_S - r_W) / WS = \cos Y$

S In $\Delta GWW'$ geldt: $\tan \delta = WW' / GW' = WW' / r_W$ (c) en

in $\Delta WWE'$: $\sin Y = WW' / WE$, dus $WW' = EW \cdot \sin Y$ (d).

Als we (d) in (c) stoppen vinden we: $\tan \delta = EW \cdot \sin Y / r_W$

Gibbs geeft een variant: $\tan \delta = (ES - EW) \cdot \tan Y / WS$.

De sinusregel in ΔGWE geeft: $EW / \sin \delta = r_E / \sin (Y + \delta)$.

In ΔGSE vinden we: $ES / \sin \delta = r_E / \sin (Y - \delta)$, dus

$$EW/ES = \sin (Y - \delta) / \sin (Y + \delta).$$

Met een truc is nu de formule van Gibbs af te leiden (details op aanvraag)

Q_T Als de maat WT goed gegeven is kunnen we daarmee een heel betrouwbare grootte voor de geografische breedte vinden (Q_T)

Als we de tangensregel in ΔGET toepassen vinden we:

$$\tan Q_T = (r_E - ET \cdot \cos Y) / ET \cdot \sin Y. \quad ET = EW + WT.$$

Q_W Uit de datumbogen. De booglengte in graden is:

$$Q_S = 180 \cdot 6 \cdot w / (\kappa \cdot r_W) \text{ en } Q_S = 180 \cdot 6 \cdot s / (\kappa \cdot r_S). \quad \text{Dan is:}$$

$$\tan Q_W = -\cos l_W / \tan \delta \text{ en } \tan Q_S = -\cos l_S / \tan \delta.$$

w De uurlijnenafstanden.

e Als de juiste breedte Q_T en de declinatie δ bekend zijn kunnen we **s** en **s** berekenen met:

$$\cos l = -\tan Q \cdot \tan \delta \quad (l_W \text{ en } l_S \text{ zijn samen } 180^\circ).$$

We vinden dan: $w = \kappa \cdot l_W \cdot r_W / 1080$ en $s = \kappa \cdot l_S \cdot r_S / 1080$.

Met de equinoxboog van 180° resulteert een e van: $e = \kappa \cdot r_E / 12$.

ET berekend Met de sinusregel in ΔGET vinden we:

$$ET = r_E \cdot \cos Q / \sin (Y - Q).$$

$$WT = ET - EW.$$

g De gnomonlengte vinden we met de sinusregel in Δ GET :
 $g / \sin \gamma = ET / \sin (90 - \varphi)$, dus $g = \sin \gamma \cdot ET / \cos \varphi$.

σ De 3 hoeken φ , δ en γ moeten samen 180° zijn, dus: $\gamma = 90 + \varphi - \delta$.

De harmonieregel, vanuit de halve booglengte van de datumlijnen.

ℓ° = booglengte in graden, ℓ^{mm} is de booglengte in mm.

$$\cos \ell^\circ = -\tan \varphi \cdot \tan \delta, \text{ dus } \ell_S^\circ + \ell_W^\circ = 180^\circ = 2 \ell_E^\circ.$$

$$\ell^{\text{mm}} / \pi \cdot r = \ell^\circ / 180, \text{ dus } \ell_W^\circ = 180 \cdot 6 \cdot w / \pi \cdot r_W \text{ en } \ell_S^\circ = 180 \cdot 6 \cdot s / \pi \cdot r_S$$

Ingevuld in de voorgaande formule levert:

$$\frac{w}{r_W} + \frac{s}{r_S} = \frac{\pi}{6} = \frac{2e}{r_E} \quad (e)$$

Verder is $r_W = r_S \cdot EW/ES$ (f); Als we (f) in (e) stoppen ontstaat:

$$w / (r_S \cdot EW/ES) + s / r_S = \pi / 6$$

Hieruit is r_S op te lossen: $r_S = \frac{6 \cdot (w + s \cdot EW/ES)}{\pi \cdot EW/ES}$ (methode 3)

De juiste plaats van punt E is niet bekend.

We hebben dan alleen w en s en WS ter beschikking.

Met een bekende hoek γ is dan het volgende af te leiden:

We starten met de formule $s/r_S + w/r_W = \pi/6$.

Na herleiding is dan: $r_S \cdot (\pi \cdot r_W - 6w) - 6 \cdot s \cdot r_W = 0$ (g).

Bij een bekende γ is $r_W = r_S - WS \cdot \cos \gamma$

Als we die r_W in formule (g) stoppen vinden we:

$$r_S^2 - r_S \cdot \left[\frac{WS \cdot \cos \gamma + (w+s) \cdot 6}{\pi} \right] + \frac{s \cdot WS \cdot \cos \gamma \cdot 6}{\pi} = 0$$

Dit is een kwadratische functie met $r_S = \frac{1}{2} p + \sqrt{(\frac{1}{2} p)^2 - q}$.

Aldus vinden we r_S en r_W en het

nieuwe punt E' met:

$$ES = WS \cdot r_S / (r_S + r_W) \text{ en } EW = WS \cdot r_W / (r_S + r_W) = WS - ES.$$

Nu kan blijken in hoeverre E' afwijkt van E maar:

Deze afwijking is rechtstreeks afhankelijk van de keuze van hoek γ
 Echter: de gegeven hoeken zijn niet altijd betrouwbaar, dit in tegenstelling met de meridiaanmaten, zoals de maat WT.

De e waarde in de boog GE (die niet op de juiste plaats ligt!)

$$\tan \delta_E = EE' \cdot \sin \gamma / (r_E' - EE' \cdot \cos \gamma); \cos \ell_E = -\tan \varphi \cdot \tan \delta$$

$$r_E = r_E' - EE' \cdot \cos \gamma, \text{ dan is } e = \pi \cdot r_E \cdot \ell_E / 1080.$$

Methode 4. De afleiding van de formules voor methode 4 is een vrij ingewikkelde, maar wiskundig wel interessante kwestie.

Nadere informatie op aanvraag.

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnewijzers.

tbv. Musea en andere onderzoekers.

Op de komende bladzijden worden de volgende eenheden gebruikt:

WT, EW en ES zijn de rechte maten in de meridiaan,

r_W , r_E en r_S zijn de stralen van de datumbogen

voor resp. winter, equinox en zomer,

χ is de basishoek van de kegel en

δ is de declinatiehoek, vanaf de gnomonpunt naar de punten W, E en S

φ is de geografische breedte, met WT berekend,

σ is de hoek tussen meridiaanlijn en bovenvlak

w, e en s zijn de uurlijnenafstanden op resp.

winter-, equinox- en zomerboog,

g is de berekende gnomonlengte en

Kw is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit in een aantal plussen en minnen.

In de tabel komen we ook de maat gW tegen;

g is dan de onderkant van de gnomongroef.

Het nameetwerk.

Voor een definitief kwaliteitsoordeel zijn vaak extra metingen noodzakelijk.

Dat kunnen zijn:

A.- Om met het eenvoudigste te beginnen: zijn de gegeven maten WT, EW en ES goed?

B.- Waar convergeren de uurlijnen?

Op de bijgaande foto van object 3066 uit Pompei zien we alle uurlijnen naar de gnomonvoet lopen. Dat is niet juist.

Het kan fouten opleveren, in de winter van 15 tot 20 minuten (van onze tijd).

Maar deze fout komt niet vaak voor. Als de beeldhouwer zijn datunlijnen in 12 gelijke stukjes verdeelt liggen de uurlijnen goed. (zie 3067)

C.- De maat oost-west in het bovenvlak, (zie het onderste deel van figuur 11).

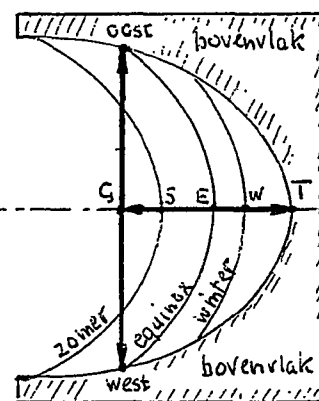
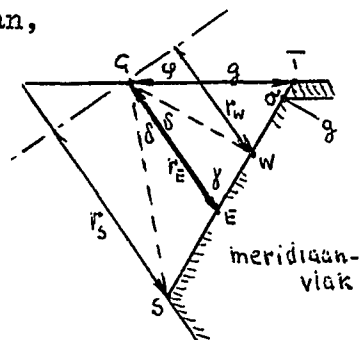
In het bovenvlak is de maat op te meten tussen de snijpunten van de equinoxboog met het bovenvlak (oost-west punt.) Deze maat zou $2 \times r_E$ moeten zijn, = $2 \times$ de maat GE? (te meten).

Als we ook de maat GT, tussen de oost-westlijn en punt T kunnen meten ligt de driehoek GET, in het meridiaanvlak vast en daarmee de kegelconstructie.

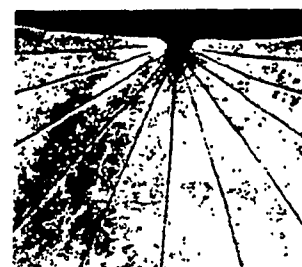
D.- Is de equinoxboog 180° lang, goed cirkelvormig en is de uurlijnenverdeling regelmatig?

Dit vraagt meer moeite. We moeten dan een kartonnen malletje passend maken op de equinoxboog en booglengte en uurlijnenafstanden daarop markeren.

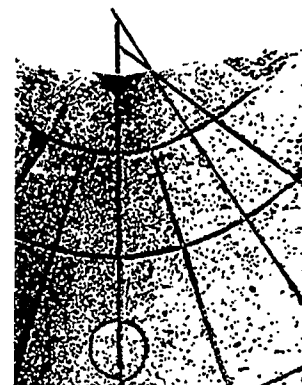
De gegevens daaruit kunnen een belangrijke bijdrage aan het onderzoek leveren.



Figuur 11



3066 Pompei: fout!



3067 Pompei: goed

Individueel onderzoek van een aantal antieke kegelzonnepijlers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Athene No 3001		Athene No 3005		Berlijn/Cairo? No 3006		Leiden/Athene No 3007	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	25,9	gW=16	60	60	24	24	36	36
EW	31,5	31,5	48,5	48,5	25	25	34	34
ES	62,0	62,0	68,5	68,5	67,5	67,5	58	58
r _W	51,8		103,1		37,7		66,2	
r _E	68,7	$\frac{1}{2}W =$	120,7	$\frac{1}{2}W =$	55,0	$\frac{1}{2}W =$	83,0	$\frac{1}{2}W =$
r _S	102,0	→ 121 OK	145,7	→ 170 OK	101,7	→ 115 OK	111,3	→ 130 OK
γ	57,5°	58,5°	68,6°	68°	46,2°		60,8°	60
δ	27,1°		23,6°		25,6°	($\alpha = 54^\circ$)	24,4°	
φ_T	38°	($\beta = 38^\circ$)	38,8°	($\beta = 39^\circ$)	30,8°	($\varphi = 36^\circ$)	37,3°	($\beta = 37^\circ$)
σ	70,5°		60,2°	61°	74,6°	78,2	66,5°	
w	10,0	10	20,9	22	8,0	7,7	13,4	
e	18,0	18	31,6	32	14,4	14,4	21,7	
s	33,7	32	46,7	45,2	31,5	33	35,7	
g	61,5	65	129,6		41,1		79,0	
Kw	+++		+++		+-		+++++	

Kw is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit.

No 3001. Athene, National Archeological Museum, Study collection

No 3158. Een heel mooi produkt voor 38° NB.

De declinatie is vrij groot met 27,1°.

In de gegevens ontbreekt de WT maat. Een gnomon is aanwezig, maar vermoedelijk niet meer op de juiste plaats.

No 3005. Athene, Nat. Arch. Museum, No 3157. Een goed produkt voor

38° NB. De gegeven en berekende hoeken komen in dit geval goed overeen. Er resteren slechts 8 uurlijnen (naar de gnomonvoet? Zo ja, dan zijn er enige miswijzingen).

No 3006 Berlijn, Pergamon Museum, Antiken Sammlung, No 1048.

Voor deze ene keer geeft Gibbs alle uurlijnafstanden van equinox- en winterboog (ipv. alleen VI - VIIh). Er is een grote spreiding, die in de winter tot 15 minuten miswijzing kan leiden. $EW/ES = 0,37$, dus klein, maar voor Cairo op 31° NB. ligt punt E goed in de meridiaan en is de zonnepijler redelijk bruikbaar. (Namen is noodzakelijk!)

No 3007 Leiden, Rijksmuseum van Oudheden No RO III 65.

Dit object is door de auteur nagemeten met perfecte resultaten. De beeldhouwer was zeer deskundig en nauwgezet, hetgeen een 5 sterren zonnepijler voor Athene, 38° NB. oplevert.

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonn timers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Athene No 3008		Athene No 3010		Athene No 3011		Athene No 3015	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	122	122	22	gW=22,5	50	gW= 50	47	gW=15,5
EW	137	137	22,5	22,5	44	44	50,5	50,5
ES	342	342	44	44	74	74	116	116
r _W	226		40,5		88,1		87,7	
r _E	323	$\frac{1}{2} W =$	53,7	$\frac{1}{2} W =$	110,4	$\frac{1}{2} W =$	122,2	$\frac{1}{2} W =$
r _S	565	615 OK	79,4	65!mis	148	160 OK	201,4	215 OK
γ	45°	42°	54,3°	61°	59,5°	51,5°	46,9°	43,5°
δ	23,2°		24,2°		23,3°		22,8°	(47,8°)
ϕ	36,7°	$\beta = 37,5°$	37,5°	$\beta = 38,5°$	37,7°	$\beta = 37,5°$	38°	$\beta = 33°$ (38°)
σ	81,7°	82°	73,2°	66°	68,2°	72°	81,1°	80°
w	46,8	49	8,2	9,5	18,1	19	18,1	19
e	85,9	86	14,0	13,5	28,9	28	32	32
s	178,5	171	25,4	23	47,1	47	63,9	63
g	228,4		31,6		102,4		90,3	
Kw	+++	?w ee s	+-?	w en s?	+++		++++	

Kw is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit.

No 3008, Athene, onder de Acropolis, boven theater van Dionysos.
zeer groot, $EW/ES = 0,4$, toch goed voor de relatief grote hoek $\sigma = 81,7°$. Goed bruikbare zonn timer.

De maten voor w en s wijken vrij veel af (nameten!).

No 3010, Athene, Museum of the Stoa of Attalos, No ST 147.
zeer klein. De kwaliteit is twijfelachtig. De w en s maat is afwijkend (WT meten is belangrijk.)
De halve wijde (W) is kleiner dan r_S , dat kan niet! Is er veel afgebrokkeld? Is de maat W van 130 mm goed?

No 3011, Athene, Museum of the Stoa of Attalos, No ST 780.
Een goede zonn timer, met een redelijke harmonie tussen de gegevens. (Behalve voor hoek $\gamma = 59,5°$ ipv. $51,5°$).
De maat gW blijkt gelijk te zijn aan WT (drukfout?)

No 3015, Athene, National Archeologic Museum, No 3156
Een heel goed produkt, in harmonie met de gegevens van Hr. Bayet, die de hoeken van Mevr. Gibbs heeft nagemeten:
 $\delta = 38°$ ipv $33°$, $\gamma = 47,8°$ ipv. $43,5°$. WT wijkt nu belangrijk af van gW.

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnepijlers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Isthmia No 3019		Megera No 3020		Athene? No 3021		Piraeus No 3023	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	56,5	gW=52,5	55,5	55,5	44,5	44,5	28,5	gW= 15
EW	57,5	57,5	50,5	50,5	40	40	EW =31,4	22,5
ES	116	116	94	94	73,5	73,5	ES =46,1	55
r _W	103,6		98,6		77,6		53,5	
r _E	138,4	$\frac{1}{2} W =$	135,6	$\frac{1}{2} W =$	100,5	$\frac{1}{2} W =$	60,8	$\frac{1}{2} W =$
r _S	208,9	233=OK	183,6	200=OK	142,7	174=OK	78,7	93,5 OK
γ	52,6°	58°	54°	53°	55°	56,2°	71°	71°
δ	23,8°		22,5°		22,9°		$\delta_E = 28,8^\circ$	$\delta_E = -7,9^\circ$
φ_T	37,4°	$\beta = 38^\circ$	37,6°	$\alpha = 36,5^\circ$	36,9°	$\beta = 37^\circ$	38°	$\beta = 37^\circ$
σ	74,8°	69°	73,6°	70°	71,9°	70°	57°	
w	21,2	22	20,5	22,5	16,1	19,1	10	10
e	36,2	37	33,6	35,5	26,3	27,8	14,8	16,5
s	66,7	65	58	56	45	46,3	26,4	26,5
g	114		108,2		86,6		71,9	
Kw	+++		++		+++		++++	e ¹ = 16,7

No 3019, Isthmia, Griekenland, 38°NB. Een heel goede zonnepijler.
De gegeven hoeken γ en σ zijn niet betrouwbaar.

No 3020 Megera, 38°NB, Study collection in gymnasium No 42.
De gegeven α maat moet vermoedelijk β zijn. De uurlijnenafstanden
wijken ± 2 mm af. δ is vrij klein. Redelijk bruikbaar.

No 3021 Museum Oropus-Amphiareion, Griekenland 37° NB? De w maat is
niet in harmonie: w berekend = 16,1 ipv 19,1. Nameten!

No 3023 Piraeus, 38°NB., Arch. Museum, Meletopoulos Collection.
De gnomon is nog aanwezig, zonder meetgegevens.
Met de gegeven EW en ES maat ($EW/ES = 0,4!$) blijkt de equinox-
lijn door E 8,9 mm te hoog te liggen. (Het juiste punt heet E).
De declinatie van de E boog is daardoor $\delta_E = -7,9^\circ$, het-
geen een halve booglengte (ℓ_E) van 83,8° oplevert (ipv. 90°)
en een e waarde van 14,8 mm ipv. de gegeven 16,5 mm.
Als het punt E verkeerd is opgemeten ($E^1W = 31,4$ mm en
 $E^1S = 46,1$ mm) kloppen de uurlijnenafstanden
uitstekend (e wordt 16,7 mm).

Desondanks kan de zonnepijler met een gnomonlengte van
71,9 mm, zowel met EW = 22,5 mm als met de gecorrigeerde
maat van 31,4 mm in Piraeus heel goed werken.

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnepijlers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Delos No 3024		Delos No 3026		Delos No 3028		Delos No 3030	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	30,5	gW = 14	62,5	gW = 58,5	28,5	gW = 26	53,5	gW = 58
EW	31,5	31,5	58,5	58,5	28,5	28,5	40,5	40,5
ES	55,5	55,5	101	101	45,5	45,5	55	55
r _W	56,9		113,2		52,5		86,6	
r _E	72,9	$\frac{1}{2} W =$	143,3	$\frac{1}{2} W =$	64,5	$\frac{1}{2} W =$	100	$\frac{1}{2} W =$
r _S	100,6	114 OK	195,3	234 OK	83,7	115 OK	117,9	141 OK
χ	60°	43,5°	59°	64°	65°	51,5°	71°	70°
δ	25,5°		23,9°		26,2°		23,8°	
φ_T	38°	$\beta = 39°$	38°		38°	$\alpha = 52,5°$	38°	$\beta = 35,5°$
σ	68°		69°	64°	63°	72,5°	57°	55,5°
w	11,3	11	23,0	24	10,3	10	17,6	19
e	19,1	19	37,5	37,5	16,9	17,2	26,2	27
s	32,7	33,5	62,0	65	27,4	28	37,8	38
g	68,1		131,6		65,5		112,8	
Kw	+++		+++		+++		+++	

Kw is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit.

No 3024 Delos, 37,5° NB, Arch. Museum, study collection No B3652/11023
De hoek χ van 60° wijkt sterk af van de opgegeven waarde (43,5°).
Er is verder een goede harmonie tussen concept en gegevens.

No 3026 Delos, Museum, storage room. Ook dit is een harmonisch en goed produkt. Opvallend is hier het verschil in de s waarden.

No 3028 Delos, Museum, portico No B 115-6243
Deze zonnepijler is deskundig gemaakt en goed bruikbaar op 37,5° NB. De opgemeten hoeken wijken veel af van het concept.

No 3030 Delos, Museum, portico No B 1001-5941
Op het eiland Delos kon men blijkbaar betrouwbare zonnepijlers maken. Dit produkt wijkt alleen maar af in de maat w, wonderlijk; een meetfout?

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnepijlers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Delos/Egypte No 3031		Rhodos No 3036		Rhodos No 3037		Kos No 3038	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	58	58	65	65	104	104	44	44
EW	52	52	63	63	$E'W = 186,5$	106,5	44,5	44,5
ES	100	100	149	149	$E'S = 290$	370	86	86
r_W	83,6		112,9		247,2		80,0	
r_E	110	$\frac{1}{2}W =$	158,6	$\frac{1}{2}W =$	$r'_E = 301,7$	$\frac{1}{2}W =$	105,4	$\frac{1}{2}W =$
r_S	160,8	198 OK	266,9	<u>240</u> ?	386,5	370?	154,5	165 OK
λ	$59,5^\circ$		$43,4^\circ$	$42,5^\circ$	73°	$47,5^\circ$	$55,2^\circ$	$37,5^\circ$
δ	$28,2^\circ$		<u>21°</u>		$\delta'_E = 35,4^\circ$	$\delta_E = 15,4^\circ$	$24,6^\circ$	
φ	<u>$29,8^\circ$</u>	$\alpha = 60,5^\circ$	$36,7^\circ$		38°		$37,1^\circ$	
σ	$60,3^\circ$	61°	$83,3^\circ$	$79,5^\circ$	<u>55°</u>	79°	$71,9^\circ$	$83,5^\circ$
w	17,6	18,5	24,1	24	40,5	40	16,2	16
e	28,8	28,5	41,5	42,2	<u>62,8</u>	68	27,6	26,5
s	50,4	50	82,3	83	139,1	140	49,5	50
g	109,2		109,7		352,5		91,1	
KW	+++		+++		+- ?	$e' = 79,0$	++++	

KW is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit.

No 3031 Delos, Museum, Storageroom No 261. Gevonden op Delos, $37,5^\circ$ NB, maar in alle opzichten geschikt voor Cairo (30° NB). Wonderlijk! Opmeting kan veel verhelderen (zie ook No 3006)

No 3036 Rhodos, 36° NB. Archeological Museum, garden. Een goed produkt, maar de opgegeven wijde is te klein. De declinatie $\delta = 21^\circ$ is ook klein, maar dat behoeft geen bezwaar te zijn voor de tijdaf-lezing, want de uurlijnen lopen aan de onderkant nog 14 mm door.

No 3037 Kamiros, Archeological Site on Rhodos. Een vreemd produkt met $EW/ES = 0,29$! Voor het concept is uitgegaan van een berekend punt E' dat 80 mm lager ligt. Dan kloppen de waarden voor φ , w en s maar e' wordt te groot en e is te klein (62,8 ipv. 68). De declinatie is met $35,4^\circ$ erg groot en de wijdtmaat te klein. Een hard oordeel is pas mogelijk na intensief meetwerk (zie 3023).

No 3038 Eiland Kos, op 37° NB. Apotheke of the Arch. Museum. Een prima zonnepijler, waarbij de maten goed harmonieren.

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnepijlers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Kos No 3039		Kos No 3040		Cyprus No 3048		Parijs/Turkije No 3049	
	Conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	38	38	56,5	56,5	65	65	65,3	66,5
EW	41	41	57,5	57,5	76	76	EW 50,9	41,5
ES	77	77	101,5	101,5	145	145	ES 81,6	91
r _W	70,8		104,7		119,3		109,7	
r _E	92,4	$\frac{1}{2} W =$	133,7	$\frac{1}{2} W =$	156,6		r _E 135,1	$\frac{1}{2} W =$
r _S	133,0	145 OK	184,9	195 OK	227,7		175,9	223 OK
γ	58,2°	<u>40°</u>	59,7°	59°	60,6°		60°	65°
δ	26,2°		25,3°		<u>29°</u>		$\delta_E = 21,9°$	$\delta_E = -3,6°$
γ_T	37,1°		37,7°		35,4°	$\alpha = 60°$	37,4°	$\alpha = 52°$
σ	68,9°	81°	68°	67,8°	64,8°		67,4°	63°
w	14	14,2	20,9	22,2	23,2		23	23
e	24,2	24,2	35	35	41	41	33,1	35
s	<u>43,3</u>	47,5	59,9	58,8	75		55,2	55,2
g	84,2		124,4		150,7		126,8	
Kw	+++		++++		+++ ?		++ ???	e ¹ = 35,4

Kw is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit.

No 3039, Kos, 37°NB. Apotheke of the Archeological Museum.

Een heel redelijk produkt; alleen de gegevens maat wijkt af.

No 3040 Kos, Arch. Museum, Study collection, in the Castle of the Knight's of St John. Een prima zonnepijler.

No 3048 Cyprus 35°NB, Paphos Museum No MTT 1504. Tussen equinox- en zomerhoog ligt een extra datumlijn. Opgemeten door Hr. de Solla Price, met minimale gegevens. Op de foto lijkt de zomerhoog slechts 180° lang ipv. 226°! De zonnepijler schijnt opengeklapt te zijn? Opmeten is zeer noodzakelijk.

No 3049 Parijs/Heraclea ad Latmum, Turkije, 37,5°NB. Louvre Mus. No 2820.

Een uniek exemplaar; er zijn 7 datumlijnen aanwezig, maar die komen niet overeen met de Dierenriem. Er is in het concept aangenomen, dat de uiterste lijnen voor winter en zomer gelden. Maar welke is de equinoxlijn? Geen van allen!

Na een grondige analyse gaat het concept uit van een punt E¹ dat 9,4 mm onder de middelste gegeven lijn ligt hetgeen heel redelijke resultaten oplevert. Het object is bijzonder interessant en heeft ook nog een Noordzijde!

Intensieve opmetingen kunnen verrassende resultaten opleveren tav. de uitgangspunten van de uitzonderlijke maker. (Opvallend is verder, dat de zomerbaan 55 mm uit de rand ligt).

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnepijlers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Claros No 3051		Bergama No 3054		Ephese No 3056		Izmir No 3060	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	155	155	29,6	29,5	41,3	29,5	46	46,5
EW	148	148	EW 51,3	29	EW 33,7	26	EW 55	70
ES	249	249	ES 113,7	136	ES 49,3	57	ES 94,5	79,5
r_W	290,6	$\frac{1}{2}W = 55$	74,0		70,4		96,5	
r_E	355,0	moet	$r_E' 102,0$	$\frac{1}{2}W =$	$r_E' 83,5$	$\frac{1}{2}W =$	$r_E' 121,9$	$\frac{1}{2}W =$
r_S	475,2	550 zijn!	163,9	180 OK	102,8	158 OK	165,7	180 OK
γ	61°	60°	57°	53,2°	67°	67°	62,4°	57°
δ	24,6°		$\delta_E' 30,2°$	$\delta_E = -10°$	$\delta_E' 23,9°$	$\delta_E = -5°$	$\delta_E' 26,8°$	$\delta_E = +5,9°$
φ_T	38,1°	$\alpha = 50°$	40,5°	$\beta = 37°$	38,1°	$\beta = 37,5°$	40°	$\beta = 38°$
σ	67,1°	71,2°	73,5°	69°	61,1°	60°	67,6°	68°
w	58,3	58,6	13	13	14,3	14,3	18,2	18,2
e	93	93	e = 20,8	21	20,1	20	35,6	35,5
s	157,9	158,2	57,1	57,1	33	33	55,5	55,5
g	338		89,2		87,8		117	
Kw	++++		+++	$e' = 26,7$	+++	$e' = 21,9$	+++	$e' = 31,9$

Kw is de getaxeerde
gnomonische kwaliteit

EW/ES = 0,2!

EW/ES = 0,46

EW/ES = 0,88!

3051 Claros?, Turkije, in situ north of the altar of the Temple Apollo.

Een heel goed en harmonisch produkt.

3054 Bergamo, Turkije, 39°NB, Arch. Museum, potico. Een goed produkt.

We ontmoeten nu 3 zonnepijlers, waarbij de plaats van de equinoxlijn niet klopt. Met een analysemethode is de juiste plaats (E') berekend en van daaruit een concept opgebouwd. Voor object 3054 ligt $E' 22,3$ mm lager! De declinatie $\delta_E' = 30,2$ is erg groot).

3056 Ephese/Selçuk, Turkije, 38°NB. Arch. Museum, depot No 374

Hier ligt $E' 7,7$ mm lager dan de equinoxlijn door E. Het concept harmonieert heel goed met de gegeven meetwaarden.

3060 Izmir, Turkije, 38,5°NB, Arch. Museum No 5404, gevonden in Aspira?

Hier ligt $E' 15$ mm hoger dan E, maar het concept lijkt goed.

PS. De gnomonlengte moet aangepast zijn aan de equinoxboog door E' en niet aan die van E. Dan is de tijdaanwijzing in orde.

Maar hoe vindt de beeldhouwer die maat (experimenteel?)

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnewijzers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Ostia No 3061		Ostia No 3063		Pompei No 3064		Pompei No 3066	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	46,5	46,5	<u>38</u>	33	46	46	TS 241	gS 221
EW	47,5	47,5	43,5	43,5	38	38	-	-
ES	68,5	68,5	86	86	71,5	71,5	-	-
r _W	110,0		77,6		81,9		-	
r _E	129,9	$\frac{1}{2} W =$	103,1	$\frac{1}{2} W =$	107,0	$\frac{1}{2} W =$	-	$\frac{1}{2} W =$
r _S	158,6	→ 168 OK	153,5	→ <u>146</u> ?	154,1	→ 165 OK	221,1	→ 275 OK
γ	65,2°	60°	54,1°	52,2	48,8°	59°	50°	<u>29°</u>
δ	21,4°		24,4°		<u>18,9°</u>		25,5°	
φ_T	46,7°	$\beta = 41,2^\circ$	40,2°	$\beta = 40^\circ$	39,2°	$\beta = 38^\circ$	40°	$\alpha = 50^\circ$
σ	70°	71°	76,1°	77	80,4°		80°	80°
w	20,2	19,5	15,3	17	17,6	18	-	-
e	33,2	34	27	27	28	28	-	-
s	51,5	53	50,1	47	47,6	46,8	73,1	76
g	123		86,4		81,6	77?	103	103
Kw	+ ??		++-		+++		+-	

Kw is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit

3061 Ostia Antica, bij Rome, 41,8° NB. Magazine No 15903

De rechterhelft is verdwenen. Er zijn onduidelijke, onregelmatige lijnen op het beschadigd oppervlak. Er is geen basis voor 'n concept.

3063 Ostia, Magazine No 14382.

w en s zijn niet harmonisch met de gegeven maten. De maat TW en W zijn dubieus. Nadere opmeting is noodzakelijk.

3064 Pompei bij Napels, 40,7° NB. House of the Golden Cupido, VI, 16, 7.

Er is een bronzen gnomon aanwezig (gW = 27mm en gT = 19mm). Een harmonische constructie, maar de uurlijnen zijn te kort ($\delta = 18,9^\circ$ ipv. $23,5^\circ$). Toch redelijk afleesbaar.

3065 Pompei, Granario. Daar is niets van te maken! Geen enkele analyse-methode verschaft opheldering. Moet grondig opgemeten worden.

3066 Pompei, Granario. Een gnomon is aanwezig.

De uurlijnen lopen vanaf de zomerhoog rechtstreeks door naar de gnomonvoet, hetgeen in de winter max. 20 minuten miswijzing oplevert en met de equinox max. 10 minuten (in gelijke uren).

Aan de deskundigheid van de maker wordt zeer getwijfeld.

In Pompei waren wel betere voorbeelden te vinden!

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnepijlers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Pompei No 3067		Napels No 3072		Napels No 3073		Erculanum No 3074	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	30	30	50,8	51	37,5	62,5	70	70
EW	36,5	36,5	EW 55	58	EW 62,5	<u>97</u>	71,5	71,5
ES	51	51	ES 75	72	ES 106,0	71,5	100	100
r_W	61,7		115,2		94,8		154,2	
r_E	80,5	$\frac{1}{2} W =$	$r_E^1 132,9$	$\frac{1}{2} W =$	$r_E^1 119,2$	$\frac{1}{2} W =$	179,8	$\frac{1}{2} W =$
r_S	106,7	120 OK	157,1	178 OK	160,6	220 OK	215,6	230 OK
δ	59°	51°	71,2°	<u>41,5°</u>	67°	<u>40°</u>	69°	68°
δ	24°		24,3°		31,3°	$\delta_E = +13,5$	23,4°	
ϕ	41°	$\alpha = 49°$	<u>44,6°</u>	$\alpha = 46°$	41°	$\alpha = 59°$	<u>44,3°</u>	$\beta = 40°$
σ	72°	80°	63,4°	<u>86,5°</u>	64°	64°	65,3°	63°
w	12,0	12	21,3	20	16	16	29,2	30
e	21,6	21	$e^1 = 34,8$	36,2	39,4	39	47,1	47
s	35	35	52,2	55	57	57	72,1	70,5
g	70,5		141		122,1		180	186 is
Kw	++++		++		+++		+++	restauratie

Kw is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit.

3067 Pompei, Granario 40,7° NB. Een uitstekend instrument!

3072 Napels 41° NB, National Archeological Museum, garden.

De noorderbreedte is goed voor Florence, hetgeen klopt met de opgegeven maat $\alpha = 46°$. De hoeken σ en δ wijken extreem af, zoals vaak gebeurt. Nameten is noodzakelijk.

3073 Napels, National Archeological Museum, garden.

TW = 100 - 62,5 = 37,5 (duimstok?) De rest is in orde.

EW is veel groter dan ES : EW/ES = 1,36! Vreemd.

In het concept ligt E^1 34,5 mm boven E ! Desondanks kan de zonnepijler heel goed werken. De uurlijnen zijn bijzonder lang ($\delta = 31,3°$), maar dat is geen bezwaar voor de tijdaflezing.

3074 Erculanum 40,7° NB. Casa della Gemma.

Een goed produkt, deels gerestaureerd! De geografische breedte is vrij groot, maar dat is niet kritisch.

Individueel onderzoek aan een aantal antieke kegelzonnepijlers.

conc. = concept; geg. = meetgegevens van Mevr. Gibbs; maten in mm.

	Vatikaan No 3077		Vatikaan No 3084		Velletri No 3085		Londen/Alexand. No 3086	
	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.	conc.	geg.
WT	79,5	gW=50	<u>58</u>	gW=59	47	47	68,3	60
EW	62	62	61	61	60	60	EW 76	107,5
ES	120	120	104	104	98	98	ES 136,5	105
r _W	62,9		118,6		109,6		113,5	
r _E	143,4	$\frac{1}{2} W =$	149,6	$\frac{1}{2} W =$	135,9	$\frac{1}{2} W =$	r _E 145,6	$\frac{1}{2} W =$
r _S	210,5	226 OK	202,4	209 ?	178,9	202 OK	203,3	215 OK
γ	56°	44°	59,5°	56°	64°	61°	65°	53°
δ	23,4°		23,9°		26,2°		31,4°	$\delta_z = +10,2^\circ$
γ_T	44,3°	$\beta = 39^\circ$	41°		42,8°	$\beta = 40^\circ$	32,9°	= 31,5°
σ	78,3°	83,5°	71,5°	74°	68,8°	72°	57,9°	70°
w	20,5	21	23,5	25	20	19	22	22
e	37,5	38	39,2	40	35,6	35	e' = 44,7	46
s	70,5	73	66,3	65	60,9	59	67	67
g	122,5		135,9		131		155,8	
Kw	+++		+++		+++		+++	

Kw is de getaxeerde, gnomonische kwaliteit.

3077 Vatikaanstad, 42° NB, Vatikaan Museum, Magazzino Sculture No 3181
De rechterhelft is verdwenen. Desondanks is er een redelijk concept te bedenken.

3078 Vatikaanstad, Vatican Museum, Magazzino Sculture, No 3179
Er zijn vage datumlijnen op een versleten kegeloppervlak. De gegevens zijn onbetrouwbaar, vandaar geen concept.

3084 Vatikaanstad, Vatican Museum, Cortile Ottagono No 949
Deze zonnepijler is heel goed bruikbaar.
(WT = 58 mm, gW = 59 mm, een drukfout?)

3085 Velletri, bij Rome, 41,7° NB, Museo Civico.
Een heel harmonisch produkt. Goed bruikbaar in de omgeving van Rome.

3086 Londen, British Museum, No 1936 3-9 1
Een unieke zonnepijler met Griekse letters. Gevonden in Alexandrie, 31° NB. De equinoxlijn ligt laag, maar met een gnomonlengte voor E' van 155,8 mm (ipv. 189,8 mm voor E) is de tydaanwijzing in Egypte volkomen in orde.

Conclusie.

Uit het onderzoek aan 40 kegelzonnepijlers komt een verrassende, gnomonische deskundigheid van de beeldhouwers te voorschijn.

In het Griekse gebied, rondom Athene, maar ook op de eilanden in de Egeïsche Zee en in het Turkse kustgebied (totaal 28 stuks) zijn er uit het boek van Mevr. Gibbs maar 5 stuks aangetroffen met mintekens.

In het Romeinse gebied rondom Rome en Napels (totaal 12 stuks) vinden we maar 2 stuks met een minteken.

De Romeinen doen dus wat kegels betreft niet onder voor de Grieken!

Bovendien wil een minteken nog geen waardeloos produkt aangeven.

Concept.

De kwaliteitsbeoordeling geldt voor berekende concepten.
Een hard oordeel is vaak pas mogelijk na het ter plaatse opmeten van ontbrekende, essentiële maten. Voor enige objecten is dat in de tabellen ook extra aangegeven.

P.S.

Opvallend is het verschijnsel, dat op 4 van de 5 Turkse zonnepijlers de equinoxlijn niet op de, theoretisch juiste plaats ligt!
(Met een juiste gnomonlengte kan de tijdaanwijzing toch goed zijn.)

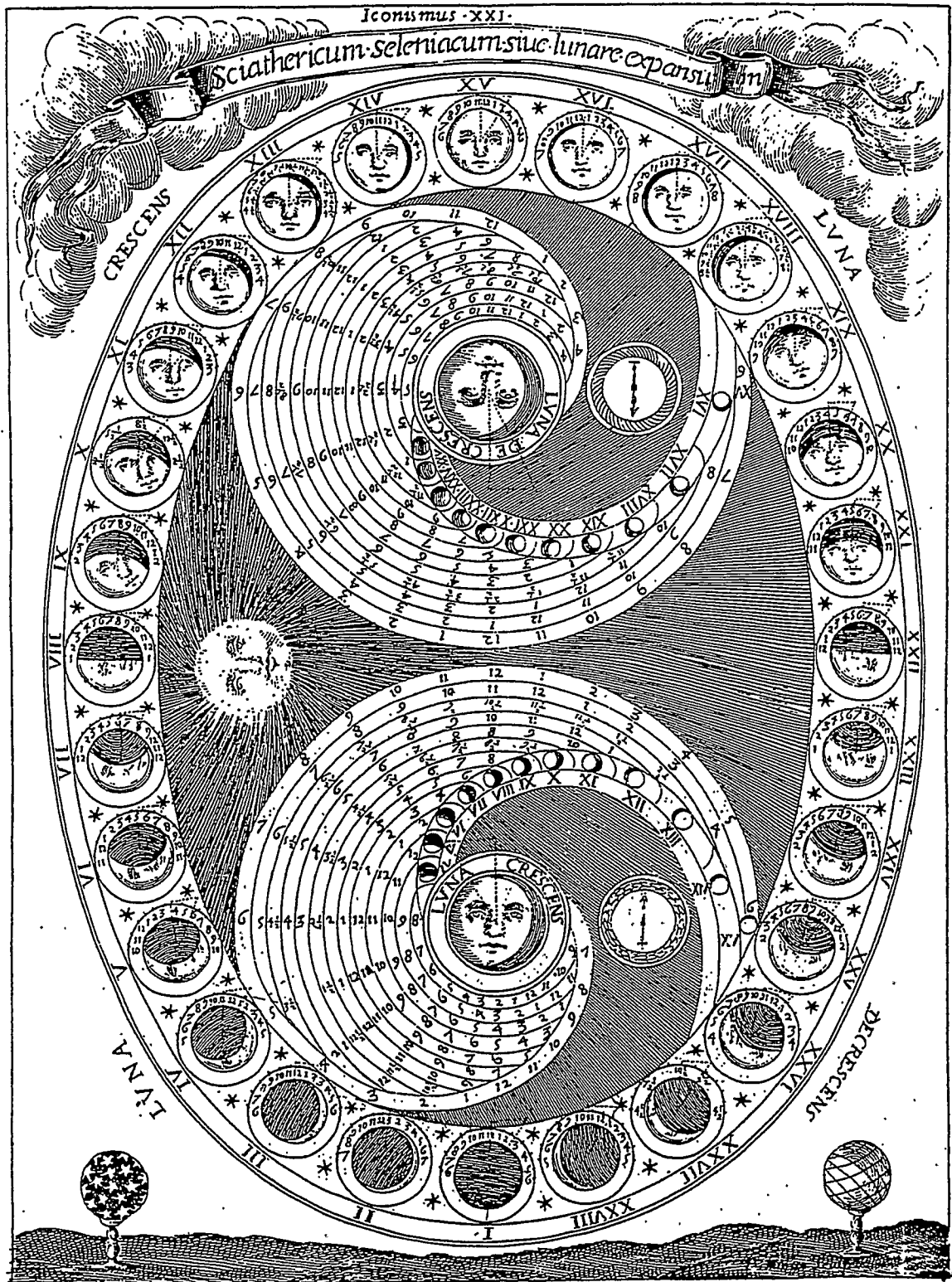
Literatuur.

In het boek van Mevr. Gibbs worden enige auteurs aangehaald, maar hun boeken dateren uit de vorige eeuw!
M.i. zullen die niet veel bijdragen aan de prachtige verzameling van Mevr. Gibbs.

"Greek and Roman Sundials", Yale University Press,
New Haven and London, 1976.

Jan Kragten, Mei 1999.

Zie ook : Het Bulletin van de Zonnepijlerkring:
98.1.17 en 98.2.29 "Een Griekse zonnepijler in Leiden."
En Bulletin 98.3.2 "Verplaatsing naar een andere
Noorderbreedte",



Bulletin 99.2 English summary.

R. Hooijenga, T.Brandsmastraat 42, 1964 BV Heemskerk, Holland

r.hooijenga@lvnl.nl

Inhoud

nr. 69, mei 1999

Contents of the May 1999 Bulletin, nr. 69

01 *Verslag bijeenkomst 16 januari 1999*

Secretariaat

Account of the meeting of 16 January 1999

Professor H. Baudet, who lectured on the Lustrum celebration, has since fallen ill and passed away. He was eighty years old. The Society has offered condolences. - There is a finished concept for a supplement to the book "Sundials in The Netherlands". It will be an annex to a future Bulletin. - Ton Bron shows his motorised sundial. See article. - E. Roebroeck made some didactic sundials that show the connection between the hour lines on the different faces. -And more..

02 *Verslag jaarvergadering/bijeenkomst 20 maart 1999*

Secretariaat

Account of the meeting of 20 March 1999

This year's Summer Excursion will be in Groningen and is being organised by E. Roebroeck. - Plans for a time-museum in Ootmarsum are currently on ice due to municipal rearrangements, but still alive. - There are still some copies of "Zon & Tijd" by M.J. Hagen. For non-members f25 (\$15) plus p&p. Practice your Dutch! - The new treasurer is Hans Sassenburg. - There are plans for an analemmic dial in Asten. - Discussion: when does the new century begin. New twist: compare with hours. After 12:59 we start over with 1:00. - Fer de Vries talks on the principle of the hour plane dial, and shows a fine piece given to him by a North-American sundial lover.

04 *Verslag van de penningmeester*

Penningmeester

From the Treasury. There are about 2.2 Florins to a Euro, and 80 Eurocents to the dollar, and.. Oh well.

05 *Mutaties ledenlijst*

Secretariaat

Memberships: two resignations, four new members. Three changes.

A correction

There is an error in fig 13, p24 of "Het ABC van de Zonnewijzer", invalidating the explanation on p23. The author, H.W. vd. Wijck, supplies a correction sheet for the asking.

Aspecten van de Tijd

Aspects of Time

The Lustrum lecture by Prof. Baudet is published in book form (ISBN 90 12 08707 4). It is entirely in Dutch.

06 *Reacties op artikel van R.J. Vinck uit bulletin 99.1*

Kragten/De Rijk

Responses to the R.J. Vinck article in 99.1

Both Hans de Rijk and Jan Kragten disagree strongly with the "Re: Is the Sun in the wrong place?" article. Hans thinks the figures are misleading: one is a top view, the other a side view. Jan's reaction is more detailed. And both point out that the effect (the terminator seems not to be at right angles to the moon-sun line) is *not* negligible at first and last quarters but rather almost maximum, *and* is in the opposite direction.

08 *Reacties op artikels van Roebroeck uit bulletin 99.1*

M. Hugenholtz

Responses to two Roebroeck articles in 99.1

Mr. Hugenholtz thinks Mr. Roebroeck, in 99.1, is overly pessimistic about the sundial population in Groningen. Martin reads about several new items in the Bulletins and mentions some others.

In relation to the "Translation of the north-south line" article, Martin mentions a simpler method suitable for smaller sundials. He takes the southing time for the sun, at 5 degrees east, from Teletext page 718 and calculates a total correction for EOT and own longitude from it. The orientation of the sundial can now be checked and corrected using a little list relating clock time and sundial time.

A motorised sundial

When a solar cell is turned into the sun we can find the sun's position from the voltage maximum. The author used the output from the cell to power a small electric motor that drove the cell away from the sun. While this worked, it was not at all precise. After a while new inspiration came and the author built a balanced design, with a shadow caster separating two cells driving a motor with opposite polarities. The shaft carrying the cells is now the diurnal axis. A set of gears drives hands (including a seconds hand) on a clock face.

The set-up works so well that the seconds hand is always moving. The device is self-training and will find the time again in five minutes after an hour of no sunlight.

The author is now building a bigger model that will be used out of doors.

12 Uurvlak-zonnenuijzer op cylinder uit 1764

F.J. de Vries

Hour-plane sundial on a cylinder, dated 1764

The journal "l'Astronomie", vol. 112, Feb 1998, carries an article by Denis Savoie on an interesting Paris sundial. It was designed by Alexandre Guy Pingré and built in 1764.

The principle of an hour-plane dial is that the shadow of a filament in hour-plane t always falls on the hour-line that is connected with that plane. The shape of the filament (or edge of a body) is not important, as long as it is completely contained within that hour-plane.

Suppose on top of a 30-m tall cylinder, 3 m across, a horizontal sundial is constructed. All hour-lines meet in the centre. We extend them in across and outward of the cylinder into gnomons. Every single gnomon is now in a fixed hour plane t , and at that time t the shadow of only this gnomon will coincide with a matching hour line drawn on the mantle of the cylinder.

In Paris (latitude 48.9 degrees) the gnomons are of length 1.4 m, or 0.91 R . The hour line pattern looks like fig 2. The hour lines meet in the intersection of the cylinder mantle and the extension of the imaginary stylus of the horizontal sundial used in the construction.

Fig 3 shows the equator, and date curves for the solstices and the equinoxes. The curve for the summer solstice is not continuous, because the shadow of the gnomon tip sometimes falls off the cylinder. If we calculate the dial for latitude 52, we get fig 4. The summer solstice curve is now continuous. We could have accomplished that in Paris by taking a gnomon length of only 0.79 R .

Note that hour lines for the morning are on the east side of the cylinder, those for the afternoon on the west side. During noon they appear on both sides, but with higher latitudes or shorter gnomons, the lines do not intersect anymore. Fig 5 shows this for latitude 52 and $g = 0.6 R$.

The appendix outlines the calculation of the hour and date lines. *Hulpvariabele* = auxiliary variable, *straal* = radius, *gemeten langs omtrek* = measured along perimeter, *bovenrand* = (here:) top

16 Gnomonische modi als ordeningsprincipe

J.A.F. de Rijk

Sundials arranged by gnomonic mode

In the 1980s the author described, in several inspired articles, a structured approach to the different gnomonic modes. Today, he consolidates the ideas in a more structured article. The concept is important enough to warrant careful consideration.

The ultimate goal of a sundial is to measure the Sun's hour angle. We can do this directly, with a pole style dial or a point dial. A point dial measures declination as well, giving us the date.

Many dials measure the hour angle indirectly, from other measured data. They were developed more or less by accident and not through any systematic investigation into the principles concerned.

A mathematical approach: there are five variables related to the Sun's position on the celestial sphere. We have the horizon system co-ordinates, altitude (h) and azimuth (Az). Then we have the equator system co-ordinates declination (δ) and hour angle (t). And we have the geographic latitude (ϕ) of the observer, fixing the horizon system with respect to the equator system.

The relation between t , Az , δ , h and ϕ is expressed in two independent equations, the nature of which is still to be settled. From these five variables, we can solve for two if three others are known. This leads to ten combinations, or *gnomonic modes*. These are listed in Table 1, *Mode #* solves for *unknown1*, *unknown2*:

1: t , δ ; 2: t , h ; 3: t , ϕ ; 4: t , Az ; 5: Az , δ ; 6: Az , h ; 7: Az , ϕ ; 8: δ , h ; 9: δ , ϕ ; 10: h , ϕ

The first four are the t -modes, meaning hour angle t is among the unknowns solved for. Then follow the four Az -modes, solving for azimuth. Note that mode 4 is both a t - and an Az -mode. A mode is not a sundial, but may be used to characterise a group of sundials.

Examples: a Vooght or Lansbergen quadrant uses mode 4. Latitude and declination are known, altitude h is measured and so is also known. The bead on the Vooght quadrant then tells us time and azimuth. - Mode 3 tells us a sundial exists that is independent of latitude but has to be oriented and adjusted for declination. Actually finding such a dial is a different matter; the author published his solution in 1983. A completely different one was given earlier by Freeman. - The time independent sun compass, the search for which led to this investigation, can be made using mode 4, in other words, the quadrant again. If we do know the time, we can use modes 5, 6 or 7 as well.

Formulae, and a figure illustrating their background, follow. Sun is in S. The angle at S is the angle between the plane through the Sun and zenith and the plane through the Sun and the pole. As it happens, S can be measured, giving access to the third formula, which uses it. In Fig 3, S is measured using the shadow of a forked style (a vertical gnomon combined with a pole style) on a plane V perpendicular to the Sun's rays (check with the pin: its shadow disappears when V is positioned correctly).

With three equations and three unknowns, there are now 20 different combinations, or modes (table 2). Reasoning that we often need but one unknown, the author then derives 15 formulae with each 4 variables (table 3). As an encore, he derives a complete sundial from the last one.

Fig 4 shows the forked style dial. In fig 5 we see that AC is $\sin S \cos h$, which equals $\sin t \cos \phi$. As $\cos 52 = 0.62$, the hour strip looks like fig 6. Fig 7 shows how the time is measured from the shadows of the forked gnomon.

23 *Gecombineerde stijlzonnewijzer*

J.A. Sassenburg

Combined-style sundial

The author found a strange dial in the Spanish bulletin. After some puzzlement he understood what was going on in the design and did some calculations of his own. This sundial uses a dial face that is parallel to that of a horizontal sundial at the equator. In latitude ϕ the whole dial is inclined through ϕ . The design is further based on a combination of three principles:

A horizontal dial, which for the latitude = 0 situation has a horizontal style; an analemmic dial, of which the ellipse has degenerated into a line; and a Foster-Lambert dial, which has the hour points on a circle.

For the case where $\phi = 0$ the movement of the style happens to be the same for the analemmic and the Foster-Lambert (fig 1). The combined style (horizontal, vertical, and 45 degrees with respect to the dial face) is shown in fig 2. The figure on p26 shows the dial face itself. The Foster-Lambert hour points are shifted to correct for legal time and daylight saving time.

This sundial can be used at any latitude (adjust the inclination of the face to ϕ) and is self-orienting (turn the sundial until all three shadows and sets of hour lines show the same time).

Some questions remain, says the author: 1) which combinations of sundials generate additional, not superfluous, information? Can it be shown mathematically? 2) Is a combination possible that will give position, direction, date and time without previous knowledge about those? What dependencies exist? 3) Is it possible to have the Sun shine at all times (that one was answered).

27 *Zonnewijzers op een elektronische veiling*

J.A. Sassenburg

Sundials at an electronic auction

The author has recently discovered the "Ebay" auction on Internet. He has already acquired some nice sundials there. He describes the bidding procedure. Interestingly this is largely automatic. A prospective buyer sets his maximum without necessarily winding up having to pay that maximum. When one wins the bidding, one pays only the largest other bid plus the minimum increment. Transfer of goods and payment is settled afterwards directly between seller and buyer. The author reminds us that shipping, handling and insurance can easily add from \$10 up to \$25. Having said that, he is very enthusiastic about Ebay and invites the reader to have a look at him while busy- except if we turn out to be competitors! - Ebay: <http://www.ebay.com>

30 *Speurtocht naar een Wilberfoss zonnewijzer*

J. Borsje

The search for the Wilberfoss sundial

Mr. Borsje has asked around for information on a leaden sundial dated 1827, and the names Richard Wright and Thomas Colley connected with it. Four reactions have come in, and several people have worked to find the particulars. Mr. van der Wyck found the names in a clockmaker's book. Thomas Colley was an apprentice in 1772 at Graham, Barkley & Colley. Richard Wright is mentioned as in Manchester ca 1820. This is not far from the place Wilberfoss. The author thanks all the people who helped him.

32 *Zonnewijzer op Mars*

W.T. Sullivan III

Mars sundial

The article by Prof. W. T. Sullivan III is in English.

An interesting painting in Martini Church

Three separate illustrations show the A-Church around 1670 with clock faces vertical, but on an 1834 painting by G.K. de Jonge the clock faces are inclined towards the viewer. Mr. Roebroek feels that the painter must have depicted them like that not for nothing or out of sloppiness, but to make a statement. The parallax reading error on a single hand clock could be as much as ten minutes. Inclining the clock face will remedy this to some amount. The painter was possibly hinting at the pending introduction of Mean Time in Groningen. This happened in 1835/36.

36 Uit "Onze Taal"

H.W. van der Wijck

From "Our Language"

The figure shows an "equinoctial compass". I have ventured to translate the accompanying verse. [Perhaps I can help the master: I think it is a sundial that can be used even above the Pole circle, where the sun can shine for 24 hours and run its azimuth through all 360 degrees. That, and its adjustable ϕ , would make this dial just right for seafarers.]

The pupil, foolish, brazen, shouts
 "No compass, but a sundial here,
 that makes our guess quite sound!"

The master, in his wisdom, doubts
 "Well, why then does the scale of hours
 go all the circle 'round?"

A pupil I, then master,
 An answer have I not
 Can help me any reader,
 or reader, with this knot?

37 *Zonnewijzers in Nederland*

W. Coenen

Sundials in The Netherlands

Remarkably, new entries keep being added to our sundial files. **KA.NH.01**: A sculpture by Daniëlle Orelia. A dancing bird, the long beak casts a shadow on forward bent wings. Placed in the centre of a ring-shaped box hedge where the previous owner of the villa had an antique sundial. **Wassenaar 4**: The Bernhardt-sundial, described in 98.3 p11-13. This is a precision sundial, which reads Legal Time to the minute. For EOT correction two banister shaped styles are used [one from winter and up, the other from summer and down]. **Leidschendam 2**: Metal vertical dial, 30cm (1-ft) diameter, design by H. van Winkel. The designer has recently applied, by e-mail, for membership of De Zonnewijzerkring. **Sint Oedenrode 2**: A stylised stainless steel sundial at the Ahrend Company offices. This dial was in Geldrop until 1992 and placed here in 1994. Member J. Kragten points out that the dial is 23 minutes fast and should be rotated right through 5 degrees. Quite possibly the N-S line was determined using a magnetic compass. **Mesch**: In the garden of a 1745 farm, an eight-sided slate horizontal sundial. The style is at 55 degrees, but this could be due to the slate being slightly off the horizontal. According to the owner, Mrs. Smeets of 87, the garden design, which was famous, dates from 1830 and so does the sundial. Garden and dial featured in the Austrian August 1998 "Kraut und Rüben".

41 *Literatuur 1323 t/m 1333*

D. Verschuuren

Literature. As always, too many to summarise. Some items that caught my eye:

1326.3 A sundial reading sidereal time. Pity it does not work at night. **1328.3** Un Error de Pedro de Enguera.. Juan de Arfe, in his "Varia Commensuración para la Escultura y Arquitectura", devoted a chapter to the construction of sundials. His book was published from 1585 to 1906, but from the 1736 update has always contained a serious error in the design procedure for declining sundials. One wonders how many defective vertical decliners were built between 1736 and 1906; or did those designers spot the error too? **1332** Schriften des Historisch-Wissenschaftlichen Fachkreises... Band 37. 208 pages, of which 105, in 13 articles, are devoted to Scientific Instruments and Sundials. **1333** If you haven't yet, read the Pete Swanstrom article in The Compendium. His Analemmic-Equatorial Sundial generated quite a discussion on Internet, as I remember. **p48** shows a new sundial by Yvon Masse. Check his Internet pages (there is a link on the De Zonnewijzerkring page).