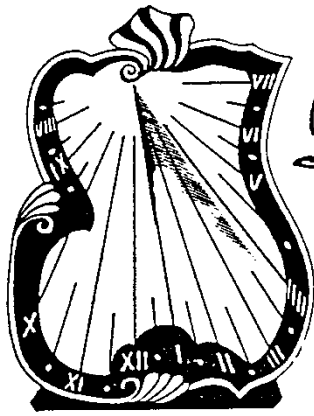




De Zonnenuijzerkring

voor belangstellenden in de gnomonica

BULLETIN 2010.3

INHOUD

nr. 104, september 2010

Vergaderdata	Secretariaat	2
Het Woodhenge van Coevorden: de Pallisade	H.J. Hollander	3
Canonieke en antieke uren, en Sint Benedictus	F.W. Maes	4
Literatuur door F.W. Maes en	D.L.J.M. Verschuuren	11
Tijdvereffening en Declinatie voor 2011	T.J. de Vries	19
Linear astrolabe of al-Tusi: gnomonic applications	Massimo Goretti	22
Aanvulling B103	Redactie	28
Wie kent Jan Engelbrecht? Oproep	redactie	29
Contents of Bulletin 104, September 2010	R. Hooijenga	29
Kleurenpagina's bij B104 plus extra foto's	redactie	32

Het Bulletin is een uitgave van “DE ZONNEWIJZERKRING”.

Contributie van de Kring : € 30.- per jaar, entree € 5.-.

Extra portokosten voor toezending buiten Europa: € 5.- per jaar.

ISSN 1383-388X

Secretariaat:

De Breekstraat 35
1024 LJ AMSTERDAM

tel : 020 - 637 1595

tel : 06 16 - 462 879

secretaris@de-zonnewijzerkring.nl

Penningmeester:

Postbank rekening: 518837
IBAN: NL02 INGB 0000518837
BIC: INGBNL2A

DE ZONNEWIJZERKRING

1181 ZT AMSTELVEEN

tel : 020 - 641 1034

penningmeester@de-zonnewijzerkring.nl

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.

Staat er op het adresetiket MMM boven uw naam, dan heeft u een incassomachtiging afgegeven en wordt uw contributie begin februari van elk jaar door de penningmeester automatisch van uw rekening afgeboekt. Staat er op het adresetiket XXX boven uw naam dan heeft u uw contributie voor het lopende jaar nog niet voldaan en hoopt de penningmeester dit binnenkort te ontvangen.

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.

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

Bestuur:

Dik de Groot	voorzitter
Hendrik Hollander	secretaris
Thibaud Taudin Chabot	penningmeester
Hans de Rijk	lid
Ruud Hooijenga	lid

Homepage: <http://www.de-zonnewijzerkring.nl>

Redactie: redactie@de-zonnewijzerkring.nl

T. Brandsmastraat 42

1964 BV Heemskerk

Kopij liefst vóór 1 december, 1 april, 1 augustus

Vergaderdata 2010

zaterdag 9 januari 2010	Vredenburg
zaterdag 20 maart 2010	Vredenburg
zaterdag 19 juni 2010	Excursie
zaterdag 25 september 2010	Vredenburg

Aanvang van de bijeenkomsten in Vredenburg: 1330 uur

Vergadercentrum Vredenburg 19; 3511 BB Utrecht; 030 - 231 00 68



Het Woodhenge van Coevorden: de Pallisade

H.J. Hollander

Opening op 6 augustus 2010

Een klein gezelschap verzamelde zich vanochtend om half zes bij kunstwerk 'Pallisade' in de wijk Ossehaar. Wethouder Geert Roeles had de kunstenaar, Paul de Kort, en vertegenwoordigers van de media uitgenodigd om tijdens een ontbijt te genieten van de zonsopgang. Dat gebeurde speciaal op 6 augustus, omdat uit berekeningen blijkt dat op die dag de zon in het verlengde van de As van Ossehaar opkomt.

Kunstenaar Paul de Kort uit Utrecht was 'overdonderd'. 'Door dit mee te maken, gaat kunst pas echt leven en maakt onderdeel uit van het landschap. Vanaf dit punt kijk je uit over het landschap, prachtig.'

Het kunstwerk ligt op een heuvel. Bovenop de heuvel komen twee lijnen samen, één lijn wordt gevormd door een rechte sloot die in zuidelijke richting loopt, de andere lijn is de As van Ossehaar. Die as markeert vier data waarop de zon opkomt of ondergaat op die plek aan de horizon waarnaar de As van Ossehaar verwijst. Uit berekeningen blijkt dat de zon op 6 mei en 6 augustus in het verlengde van de as opkomt en op 8 november en 3 februari gaat de zon in het verlengde van de as onder.

Zo verdeelt de As van Ossehaar het jaar in vier kwartalen die zijn verschoven ten opzichte van de normale kalender. Vier dagen markeren de start van elk kwartaal. Deze data kunnen aanleidingen zijn voor de planning van evenementen in de buurt. Het kunstwerk is de plek waar iedereen kan genieten van de zonsopkomst.

Een palissade is van oorsprong een aaneengesloten rij van in de grond geslagen palen of staken. In de Romeinse tijd en de middeleeuwen werd een palissade gebruikt als verdedigingswerk voor onder andere militaire kampen.



Een link naar de brochure vindt U hier:

<http://www.pauldekort.nl/backgrounds/PALLISADE%20A-5.pdf>

PALLISADE



Canonieke en antieke uren, en Sint Benedictus

Frans W. Maes

Oude kerken hebben op de zuidmuur soms middeleeuwse zonnewijzers. Ze worden wel aangeduid als *canonieke* zonnewijzer. Dat verwijst naar de *canonieke* uren, de gebedsuren volgens de kloosterregel van Sint Benedictus. Op de Britse Eilanden komen ze ook voor op vrijstaande stenen. Ze bestaan uit de onderste helft van een cirkel, met spaaksgewijze lijnen. Soms is de hele cirkel aanwezig; dan zijn er soms ook lijnen in de bovenste helft. In het midden van de cirkel zit een gat voor de gnomon, een pin loodrecht op de muur; die ontbreekt doorgaans. De spaken zijn uniform verdeeld, vaak met 12 sectoren van 15° . In andere gevallen is de halve cirkel verdeeld in 8, 6 of 4 sectoren. Op Byzantijnse zonnewijzers komen ook verdelingen in 11 of 13 sectoren voor. De zonnewijzer is soms rijk gedecoreerd, maar soms ook eenvoudig in de muur gekrast. De Byzantijnse exemplaren duiden de uren vaak aan met de Griekse hoofdletters A, B, ... In het Westen hebben de oudere geen uuraanduidingen; bij latere exemplaren vinden we vaak de 'moderne' uurscijfers VI - XII - VI. Fig. 1 toont een aantal voorbeelden.



Fig. 1. Voorbeelden van canonieke zonnewijzers. **a.** Homberg (Duitsland), 6 sectoren (bron: [1]); **b.** Spechbach (Duitsland), 12 sectoren, 3 lijnen met teken, uurscijfers I-XII [1]; **c.** Oebisfelde (Duitsland), 12 sectoren [1]; **d.** Kilmalkedar (Ierland), op zuil, 4 sectoren [2]; **e.** Limbricht (Nederland), 12 + 12 sectoren; **f.** Straatsburg (Frankrijk), 6 sectoren; **g.** Kirkdale (Engeland), 8 sectoren, 3 lijnen met teken [3]; **h.** Caparroso (Spanje), 4 sectoren [4]; **i.** Gigondas (Frankrijk), 11 sectoren [5]; **j.** Orchomenos (Griekenland), 11 sectoren, uren in Griekse letters [6]; **k.** Vlachernon (Griekenland), 13 sectoren [6]; **l.** Goshavank (Armenië), 12 sectoren, uren in Armeense cijfers [7].

Bedenk hierbij dat dit type zonnewijzer al zo'n zes eeuwen uit de mode is en dat velen dus verdwenen zijn. Die we nu nog tegenkomen zijn vaak gerestaureerd, gereconstrueerd, geretoucheerd, meer of minder succesvol omgebouwd tot poolstijlzonnewijzer, gesloopt en elders hergebruikt, enz.

Twee vragen die bij mij rezen waren:

- Wat zijn die canoneke 'uren' eigenlijk voor uren? Hoe verhouden die zich tot onze gelijke uren? En daarmee bedoel ik zonnetijd of ware plaatselijke tijd. In de 'recente' literatuur (Drecker, 1925, Rohr, 1982 e.a.) heb ik geen antwoord op deze voor de hand liggende vraag kunnen vinden, dus ben ik maar zelf aan de slag gegaan.
- Zoals voor elke verticale zonnewijzer geldt, kan ook dit type maximaal 12 gelijke uren per dag zonlicht vangen. Als de zon in het zomerhalfjaar, tussen de lente- en de herfstequinox, langer dan 12 uur per etmaal boven de horizon is, is er dus een 'blinde' periode even na zonsopkomst en even voor zonsondergang. Hoe groot is die 'blinde' periode en wat betekende dat voor de bruikbaarheid?

Voor de breedte van Midden-Nederland (52°) kunnen we een antwoord op de eerste vraag verkrijgen door de uurlijnen van de twee typen zonnewijzers op elkaar te leggen. In fig. 2 is gekozen voor vergelijking met een canoneke zonnewijzer met 12 sectoren, dus 13 uurlijnen, genummerd van 0 tot 12 "uur canonek".

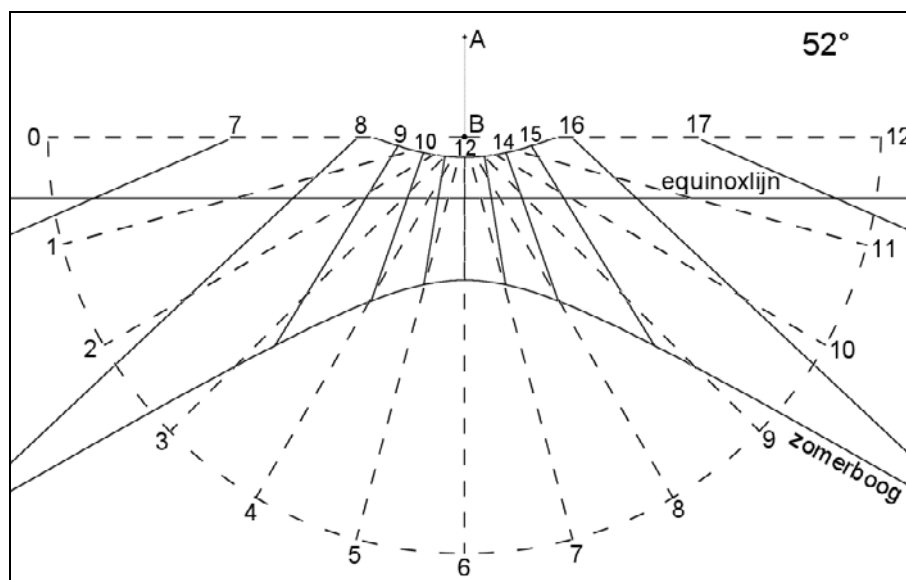


Fig. 2. Uur- en datumlijnen voor zonnetijd (getrokken lijnen, uurnummers bovenaan; 11 en 13 weggelaten wegens plaatsgebrek) en canoneke tijd (gebroken lijnen, uurnummers onderaan) voor 52° NB. A is het voetpunt van de poolstijl, B het voetpunt van de gnomon.

Op het middaguur (12 uur zonnetijd) valt de schaduw van de gnomon natuurlijk op beide middaglijnen. Dan is het 6 uur canonek. Om 13 uur zonnetijd valt de schaduw van de gnomonpunt op de 13-uurs lijn. Tijdens het zomersolstitium valt de schaduw van de gnomon dan vrijwel exact op de canoneke 7-uurs lijn (de gebroken lijn), één canonek uur na de middag. Maar tijdens de equinox is de overeenstemming slechter: dan wijst de gnomon ongeveer $7\frac{1}{2}$ uur canonek. En op de winterequinox is de aanwijzing zelfs 9 uur canonek, 3 canoneke uren na de middag.

Om 14 uur zonnetijd is de situatie niet veel anders: 's zomers wijst de gnomon eveneens 2 canoneke uren na de middag, op de equinox bijna 3 uur en 's winters circa $4\frac{1}{2}$ uur. Iets vergelijkbaars geldt voor 15 uur zonnetijd. Om 16 uur zonnetijd valt de schaduw van de gnomon 's zomers ongeveer op de lijn van 9 uur canonek (dat ligt buiten de tekening). Op de equinox valt de schaduw op ruim $10\frac{1}{2}$ uur canonek, terwijl 's winters de zon dan al onder is. Na 16 uur zonnetijd

staat de zon 's zomers noordelijk van west en is de wijzerplaat beschaduwd. Om 17 uur zonnetijd valt tijdens de equinox de schaduw even voor 11½ uur canonic.

Analyse voor verschillende breedtes

Om aan de canonicke uren te kunnen rekenen, gaan we eerst na hoe ze gedefinieerd zijn. Die definitie gaat uit van het horizontale vlak door de gnomon. Dat vlak snijdt de wijzerplaat in de lijnen van 0 en 12 uur canonic. Als de zon opkomt, ligt hij in dit vlak: het is 0 uur canonic. Nu laten we het vlak draaien om de gnomon, dus om de noord-zuid lijn. Als het 15° gedraaid is, snijdt het de wijzerplaat in de lijn van 1 uur canonic. Let wel: dit vlak is niet het uurvlak van de gelijke uren, en dus is er niet precies één gelijk uur verstreken. Je zou het het 'canonicke 1-uur vlak' kunnen noemen en de hoek van 15° met het horizontale vlak de 'canonicke uurhoek'. De canonicke uurhoek u hangt af van de zonshoogte h en het azimut Z volgens: $\tan(u) = -\tan(h) / \sin(Z)$; tel 's middags 180° erbij.

Omdat de canonicke uurhoek afgemeten wordt op de *primus verticalis*, de verticale oost-west cirkel, noemt Fabio Savian canonicke uren 'verticale uren' [8]. Het principe werd al door Ptolemaeus (2e eeuw n.C.) beschreven. Vanwege de eenvoudige constructie en breedte-onafhankelijkheid zou dit eenvoudige, voor de hand liggende type ouder zijn dan de antieke zonnewijzer, waarbij de lichte dag in 12 gelijke delen verdeeld wordt.

In fig. 3 is de relatie tussen gelijke en canonicke uren berekend voor een aantal breedtes. De middaguren zijn het spiegelbeeld van de hier weergegeven morgenuren. Het heeft weinig zin de berekening voor lage breedtes, tussen de keerkringen, te doen, want daar vangt de zuidwijzer gedurende een deel van het jaar geen zonlicht; op de evenaar zelfs een half jaar lang niet.

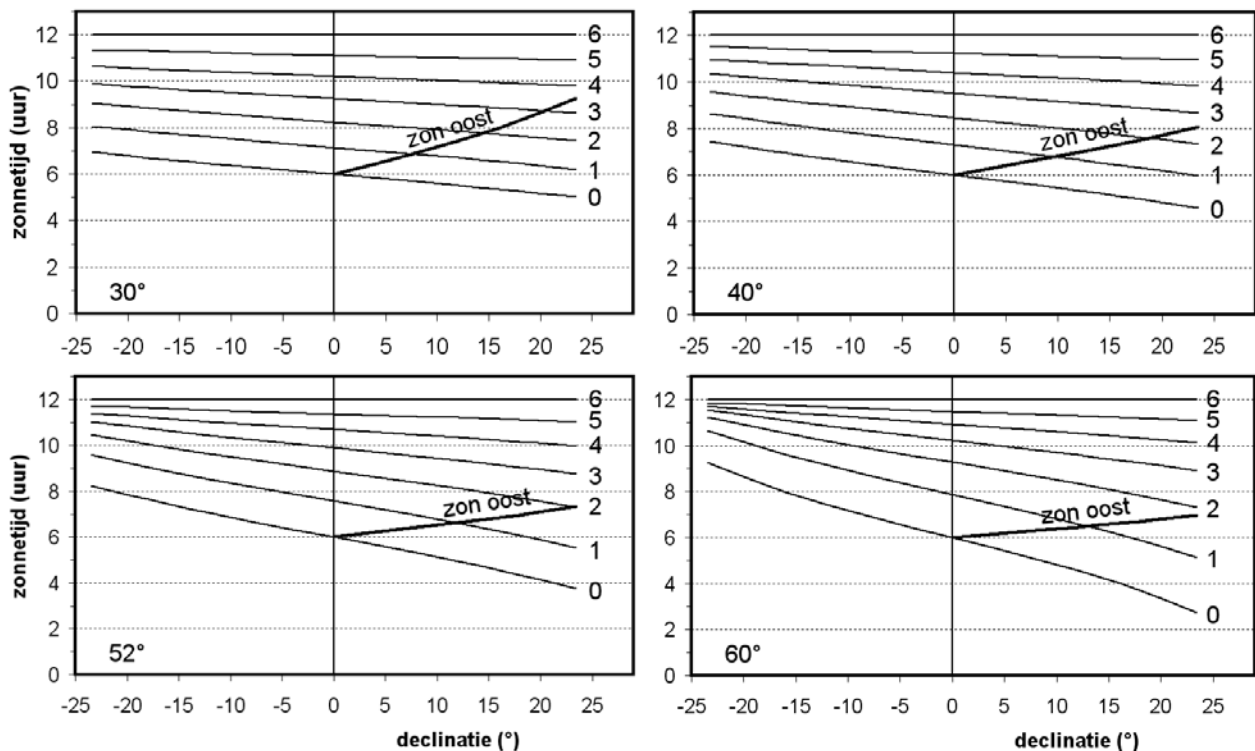


Fig. 3. Verloop van de canonicke uren 0 t/m 6 t.o.v. de gelijke uren (zonnetijd) als functie van de zonsdeclinatie, voor vier breedtes van 30° tot 60°. Boven de lijn "zon oost" vangt de wijzerplaat zonlicht.

De onderste canonicke uurlijn, van 0 uur, valt samen met de zonsopkomst. Op het middaguur is het altijd 6 uur canonic. Anders dan de antieke uren verschillen de canonicke uren op een en dezelfde dag in lengte.

In fig. 3 is tevens aangegeven wanneer de zon in het oosten staat. Vóór die tijd, dus onder die lijn, staat de wijzerplaat van de zuidwijzer in de schaduw: de 'blinde' periode. De canonieke uurlijnen daar hebben wel een theoretische betekenis. Stel dat de zonnewijzer uit een platte plaat bestaat, waar de gnomon doorheen prikt. Dan wijst de schaduw aan de noordzijde de vroege (en late) canonieke uren.

Op het wintersolstitium, links in de grafieken van fig. 3, zijn vooral de canonieke uren rond de middag ingekort, en wel sterker op hogere breedtes. Het eerste canonieke uur duurt op 30° 1 gelijk uur en 6 minuten, het zesde uur maar 39 min, dat is 59% van het eerste uur. Op 40° duurt het eerste canonieke uur 1 uur 12 min, het zesde slechts 26 min, dat is 37% van het eerste uur. Op 52° duurt het eerste canonieke uur 1 uur 22 min, het zesde niet meer dan 17 min, wat maar 21% is van het eerste uur. Op 60° duurt het eerste canonieke uur 1 uur 24 min, het zesde is in slechts 8 min voorbij, wat nog maar 9% is van het eerste uur.

Tijdens de equinox zijn deze relaties wat minder extreem. Het eerste canonieke uur duurt op 30° 1 gelijk uur en 9 minuten, op 40° 1 uur 17 min, op 52° 1 uur 34 min en op 60° 1 uur 53 min. Voor het zesde uur zijn deze waarden resp. 48, 46, 38 en 31 minuten. Daarmee duurt op 30° het kortste canonieke uur nog 70% van het langste, op 40° krimpt dit naar 60%, op 52° naar 40%, om op 60° een fractie van 27% te bereiken.

Op het zomersolstitium varieert de duur van het zesde canonieke uur niet zoveel: van 1 uur 5 min op 30° naar 53 min op 60°. Maar het eerste uur des te meer: van 1 uur 11 min op 30° naar 2 uur 22 min op 60°. Op deze langste dag duurt het even voor de wijzerplaat zonlicht vangt. Op 30° begint dat pas halverwege het vierde canonieke uur, op 40° is dat halverwege het derde uur, op 52° net op het tweede uur en op 60° even voor het tweede uur.

De kloosterregel van Benedictus

Naar hun naam dienden canonieke zonnewijzers om de tijdstippen voor de getijden aan te geven. Dat zijn in de rooms-katholieke kerk de gebeden die over de dag verspreid op een vast uur gezegd of gezongen worden door monniken en priesters. Ze zijn vastgelegd in de kloosterregel van de heilige Benedictus van Nursia (ca. 480-547). Hij schreef deze in eerste instantie om de gang van zaken - praktisch zowel als spiritueel - te regelen in het door hem gestichte klooster op de Monte Cassino, tussen Rome en Napels. Door de groei van de benedictijnen en daaruit voortgekomen ordes als de cisterciënzers, raakte de kloosterregel van Benedictus wijd verbreid over Europa.

De getijden vormen een invulling van de woorden uit Psalm 119: "Midden in de nacht sta ik op om U te loven" en "Zeven maal daags loof ik U". Het nachtelijke getijde zijn de metten (ook wel vigilie genoemd). Hierover zegt de regel: "In de winter, dat wil zeggen van begin november tot Pasen, staat men op op het achtste uur van de nacht, naar redelijkheid, zodat men iets langer slaapt dan de halve nacht en bij het opstaan dus goed is uitgerust. Vanaf Pasen tot aan het begin van november wordt het uur van opstaan zo gekozen, dat de nachtgetijden aanstonds gevolgd worden door de ochtendgetijden [de lauden], die bij het aanbreken van de dag gehouden worden."

De andere zes getijden overdag zijn de priem, terts, sext, none, vespers en completen. De namen van de eerste vier geven de tijd aan: het eerste, derde, zesde en negende antieke uur. De vespers werden dan om 11 uur antiek en de completen bij zonsondergang, om 12 uur antiek, gehouden.

Vanaf het begin van de Middeleeuwen vinden we canonieke zonnewijzers op (klooster-) kerken. Op sommige werden de getijden aangegeven door een teken op of bij de derde, zesde en negende canonieke uurlijn: een dwarsstreepje (zoals in fig. 1b en 1g), een sterretje, of de letters T, S (of M, voor meridiem) en N. Dit kon ook nog als de wijzerplaat niet in 12, maar in 8 of 4 sectoren verdeeld was. Tegenwoordig is de dagindeling in benedictijnenkloosters aangepast aan de kloktijd met zijn gelijke uren.

Wat kan de functie geweest zijn van zonnewijzers met een verdeling in 11 of 13 sectoren? Karlheinz Schaldach [6] heeft geopperd dat de sectoren eigenlijk de sterk verbrede uurlijnen zijn van de 12-delige zonnewijzer. Die heeft 13 uurlijnen, waarbij de twee horizontale lijnen niet, resp. wél mee verbreed zijn.

De 'blinde' periode

Vanaf de lente-equinox tot de herfst-equinox heeft een verticale zuidwijzer een 'blinde' periode. Die is maximaal tijdens het zomersolstitium. Fig. 4 laat zien hoe deze afhangt van de breedtegraad, van evenaar tot noordpool.

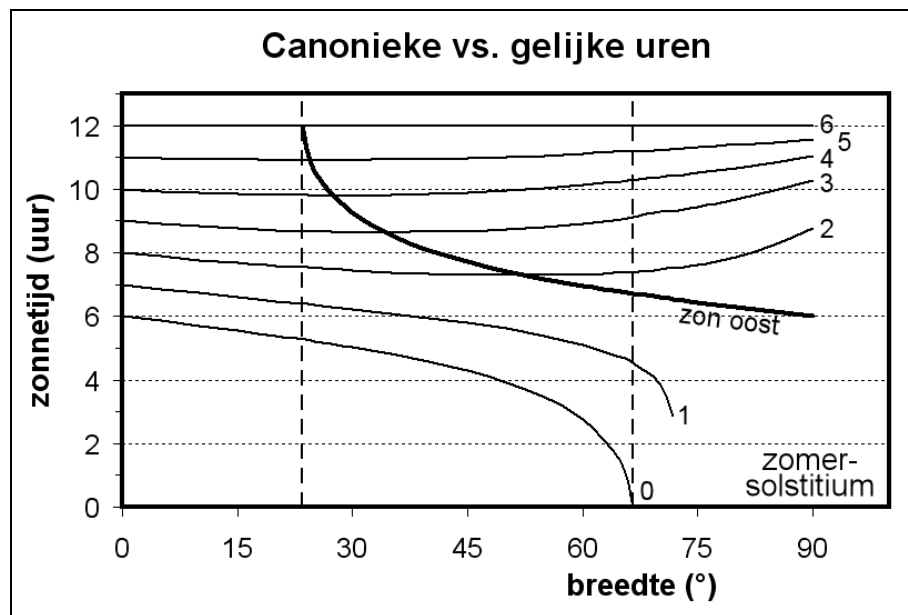


Fig. 4. Verloop van de canonieke uren 0 t/m 6 t.o.v. de gelijke uren (zonnetijd) als functie van de geografische breedte, tijdens het zomersolstitium. Boven de lijn "zon oost" vangt de wijzerplaat zonlicht.

De 'blinde' tijd in de ochtend is in fig. 4 af te lezen als de verticale afstand tussen de lijn van zonsopkomst (0 uur canoniek) en de lijn van "zon oost". De 'blinde' tijd op die dag is het dubbele daarvan. Die is het kleinste op middelmatige breedtes (40-50°). Daar bedraagt hij tweemaal ca. 3½ uur, dus ca. 7 uur. Op lagere en hogere breedtes neemt hij toe.

Tijdens het zomersolstitium staat de zon boven de kreeftskeerkring. Ten zuiden hiervan staat een zuidgerichte wijzerplaat dus de hele dag, van zonsopkomst tot zonsondergang, in de schaduw. Die dag duurt 12 uur op de evenaar en bijna 13½ uur op de keerkring. Boven de poolcirkel staat de zon op die datum het hele etmaal boven de horizon. Op de pool staat de wijzerplaat 12 uur in de schaduw, op de poolcirkel bijna 13½ uur. En mocht u denken dat de poolcirkel een onrealistische locatie is voor een kloosterkerk: in 1133 werd aan de IJslandse noordkust, op 65° 32' NB, het benedictijnenklooster Thingeyrar gesticht.

Wat nu waren de consequenties van de blinde periode? Hierin vielen in elk geval van half april tot eind augustus de priem, vespers en completen. Op 30° breedte (New Orleans - Caïro - Delhi - Shanghai) vielen eind juni ook de terts en de none hier nog in. Hoe hielden de monniken desondanks hun dagindeling op orde? Want bij alle soepelheid die Benedictus' gedragsregels vaak kenmerken, was de regelmatige afwisseling van bidden en werken - *ora et labora* - een fundamentele eis. Het antwoord ligt misschien wel voor de hand: ook de nacht is immers een 'blinde' periode voor zonnewijzers, en evenzeer een bewolkte dag. Er zullen dus altijd één of meer andere middelen gebruikt zijn die de tijd, of althans een tijdsverloop aangaven: waterklokken,

zandlopers en kaarsen of olielampen met schaalverdeling. De zonnewijzer diende dan in elk geval ook om die andere 'klokken' van tijd tot tijd te synchroniseren.

Een andere vraag is, hoe de burgerlijke samenleving omging met de wispelturigheid van de canonieke uurtelling. De gewone parochiaan had er misschien niet zo veel mee te maken; die werd geacht alleen naar de lauden en de vespers te gaan. Daarnaast zal de maatschappij, die in de vroege middeleeuwen nog een sterk agrarisch karakter had, niet meer zo 'bij de klok' geleefd hebben als de stedelijke gemeenschappen in de Griekse en de Romeinse tijd. De landbouw genereert immers wel zijn eigen dagritme. Pas toen na het jaar 1000 steden opkwamen, waarin zich een lokale economie ontwikkelde, rees de behoefte aan een fijnschaliger methode om de dagelijkse gang van zaken te reguleren. Dit leidde tot de ontwikkeling van het mechanische uurwerk rond 1300. Om deze notoir onnauwkeurige mechanieken in de pas te kunnen houden met de aardrotatie verscheen rond 1400 de poolstijlzonnewijzer in West-Europa ten tonele [9].

Canonieke en antieke uren

De uurtelling in de kloosterregel van Sint Benedictus is in de - toen gebruikelijke - antieke uren, waarbij de dag en de nacht elk afzonderlijk in 12 gelijke delen verdeeld zijn. Op de Monte Cassino ($41\frac{1}{2}^{\circ}$ NB) variëren de dag- en de nachtlengte tussen 9 en 15 gelijke uren; een antiek uur duurde er dus drie tot vijf kwartier. Op de een of andere manier is deze tijdrekening niet behouden: de kennis over zonnewijzers voor antieke uren lijkt nadien geheel te zijn verdwenen. Misschien als gevolg van de turbulenties die de Grote Volksverhuizing veroorzaakte in de nadagen van het West-Romeinse Rijk en die het begin van de middeleeuwen inluidde.

De volgende vraag die rijst is dus: hoe verhouden de canonieke uren zich tot de antieke uren?

Voor een eerste, regionaal antwoord kunnen we opnieuw de twee wijzerplaten op elkaar leggen (fig. 5). De uurlijnen van 0, 6 en 12 uur vallen samen, zoals verwacht. Rond de middag zijn de canonieke uren veel korter dan de antieke uren, wat gecompenseerd wordt bij de vroege en late uren.

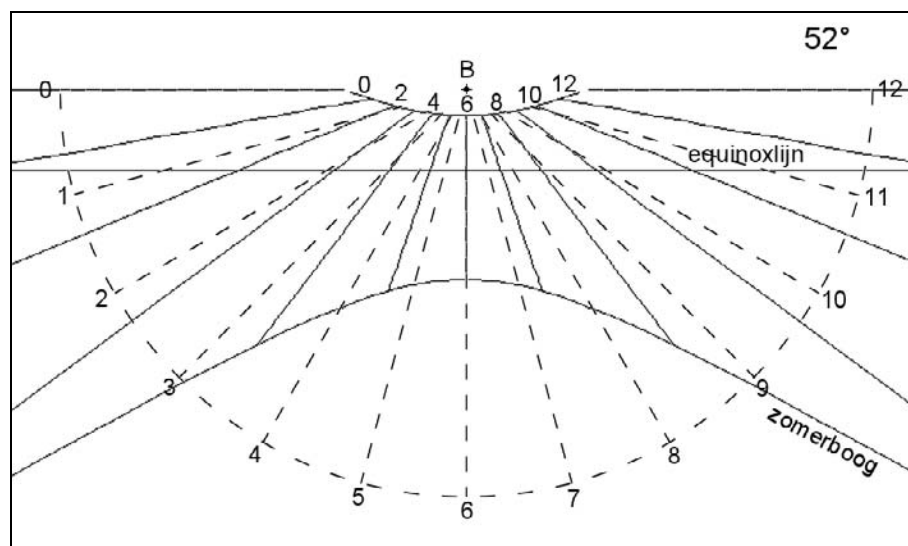


Fig. 5. Uur- en datumlijnen voor antieke tijd (getrokken lijnen, uurnummers bovenaan; oneven uurnummers weggelaten wegens plaatsgebrek) en canonieke tijd (gebroken lijnen, uurnummers onderaan) voor 52° NB. B is het voetpunt van de gnomon.

Een algemener beeld geeft fig. 6, waarin analoog aan fig. 3 de relatie tussen beide uursoorten wordt weergegeven voor verschillende breedtes. Bedenk daarbij dat de antieke uren op een bepaalde breedte bij een bepaalde zonsdeclinatie allen even lang zijn.

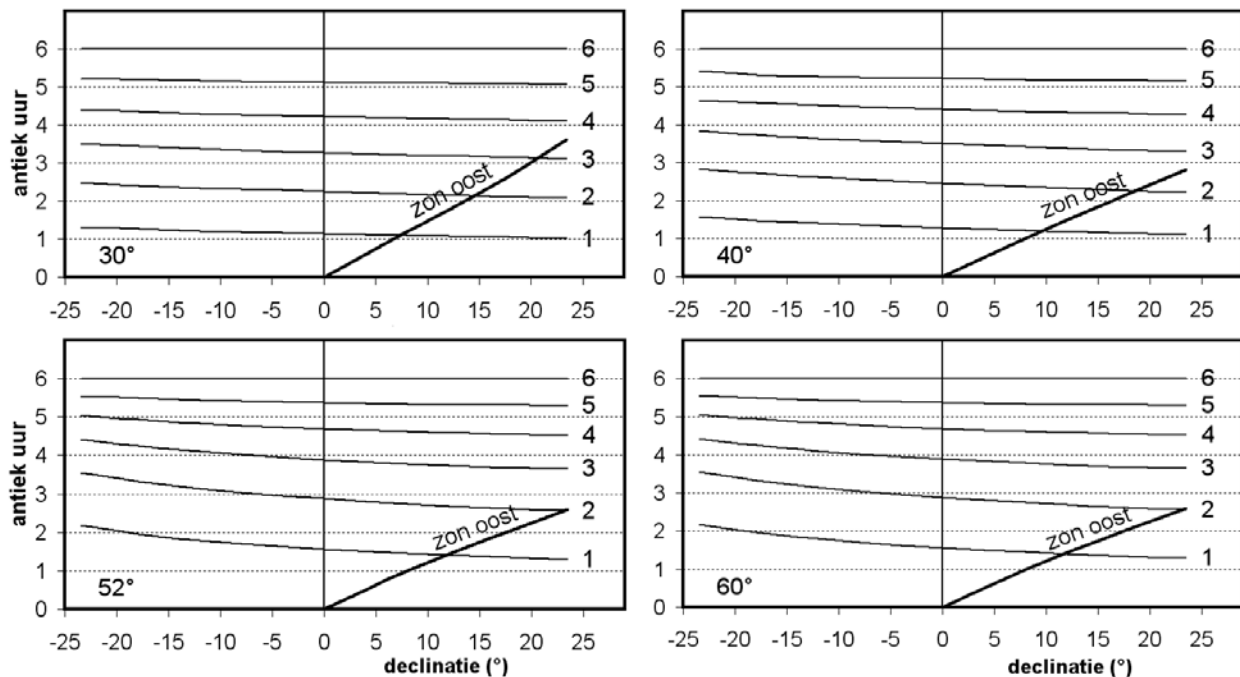


Fig. 6. Verloop van de canonieke uren 1 t/m 6 t.o.v. de antieke uren als functie van de zonsdeclinatie, voor vier breedtes van 30° tot 60°. 0 Uur canonic valt samen met 0 uur antiek. Boven de lijn "zon oost" vangt de wijzerplaat zonlicht.

Ook ten opzichte van de antieke uren blijken de canonieke uren sterk in duur te variëren. De verschillen zijn het grootst op hogere breedte en in de winter; op 60° tijdens het wintersolstitium duurt het eerste canonieke uur ruim 2 antieke uren, terwijl het zesde canonieke uur in ½ antiek uur voorbij is. Op lage breedte zijn tijdens het zomersolstitium de antieke en de canonieke uren vrijwel even lang.

Welk gevolg had de vervanging van de antieke door de canonieke uren voor het dagprogramma van de benedictijner monniken? Voorzover het tijdstip van het getijde door de zonnwijzer werd bepaald en niet door een zandloper of kaars, vielen de ochtendgetijden vroeger en die in de namiddag later. Het effect kon in Noord-IJsland oplopen tot een antiek uur verschuiving voor lauden en vespers, en tot bijna 1½ uur voor terts en none.

Slotvraag: Nog eenvoudiger dan de canonieke zonnwijzer is de variatie met een verticale gnomon op een horizontale wijzerplaat. De stok in het zand, met 24 sectoren van 15°. Noem hem de homogene azimuth-zonnwijzer. Voordeel: geen 'blinde vlek'. Is die ooit serieus als tijdaanwijzer in gebruik geweest?

Referenties

1. Database van de Arbeitsgruppe Sonnenuhren van de Deutsche Gesellschaft für Chronometrie.
2. www.flickr.com.
3. Database van de British Sundial Society.
4. P. Novella, Inventario Canónicos, Cadran Info nr. 21, 2010, Annexe.
5. P. Schneider, Cadrans canoniaux français, Cadran Info nr. 21, 2010, p. 90-95.
6. K. Schaldach, Die antiken Sonnenuhren Griechenlands: Festland und Peloponnes, Harry Deutsch, Frankfurt a.M., 2006.
7. J. Lush, Cadrans d'édifices religieux arméniens, Cadran Info nr. 19, 2009, p. 37-40.
8. F. Savian, persoonlijke correspondentie. Hij verwees daarin naar zijn artikel: Le ore antiche. Il percorso travagliato del primo sistema orario, Gnomonica Italiana, maart 2009, p. 51-60.
9. F.W. Maes, Een speurtocht naar de oorsprong van de poolstijlzonnewijzer, deel 1, Zonnetijdingen 2003 nr. 4, p. 4-7; deel 2, 2004 nr. 1, p. 6-9.

Samenvattingen voor NL-Bulletin 2010.3, door Frans Maes

The Compendium, Journal of the North American Sundial Society, Volume 17 nr. 1, March 2010

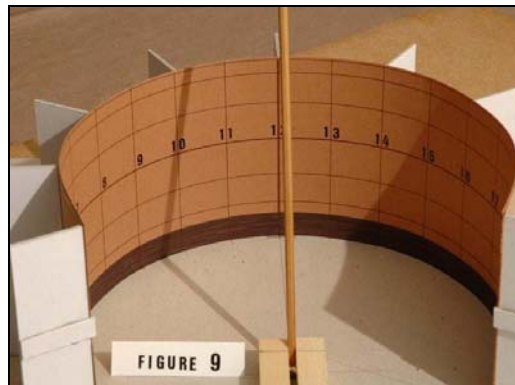
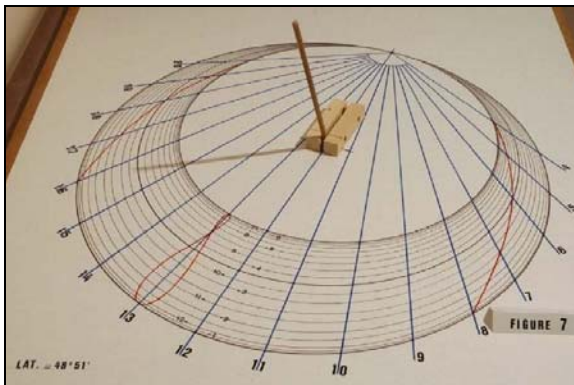
1. Theorie en principes

1.1. Sundials for starters: faux dials - Robert Kellogg

Deze aflevering gaat over (het herkennen van) foute zonnewijzers. Een loodrechte gnomon in plaats van een poolstijl, of de stijl verkeerd om, van alles kan er fout gaan.

1.2. Analemmatic sundials with fixed styles - Michel Vercasson

'Analemmatisch' moet hier breed genomen worden. Het gaat namelijk over de Foster-Lambert zonnewijzer, ook een lid van wat Hans de Rijk "de familie van de equatorprojectie-zonnewijzers" noemde (zie ons Bull. 81.3.475 e.v.). De stijl staat onder een hoek $(90-\phi)/2$, waarin ϕ de breedtegraad is. Dan is de urenschaal een homogeen verdeelde cirkel. De stijl wordt langs een datum- of declinatielijns verschoven. Dat schuiven valt te vermijden als de grootte van de cirkel aangepast wordt aan de declinatie. In de linker foto hieronder zijn de krommen voor zonsopkomst en -ondergang en de tijdsvereffeningslus toegevoegd. Een andere oplossing is om even grote cirkels voor verschillende declinaties boven elkaar aan te brengen. Dan zorgt de schuine stijl automatisch voor het verschuiven (foto rechts). Vernieuwend!

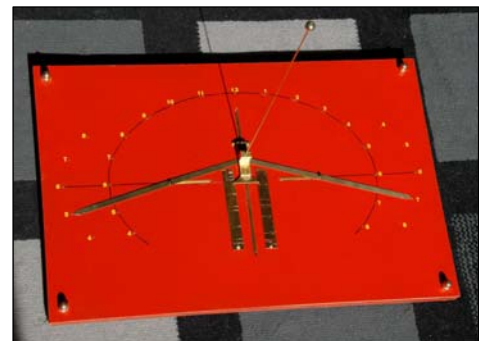


1.3. Sundials on plane surfaces - Herb O. Ramp

Ramp is om onduidelijke redenen niet tevreden met de bestaande instructies in boeken als Rohr en Waugh voor de berekening van vlakke poolstijlzonnewijzers en fabriceert zijn eigen programma in een Excel-werkblad. Hij legt niet uit waarom de - vele - bestaande programma's niet toereikend zouden zijn.

1.4. Sunrise and sunset hours for analemmatic sundials - Bernard Rouxel

Rouxel construeert (met wiskundig bewijs) een mechaniekje aan de verschuifbare gnomon van een analemmatische zonnewijzer, dat - zij het op een aparte schaal - de tijdstippen van zonsopkomst en -ondergang wijst (foto).

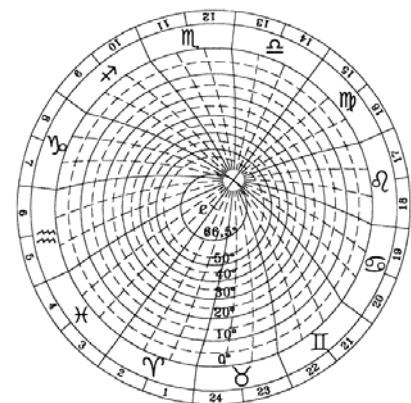


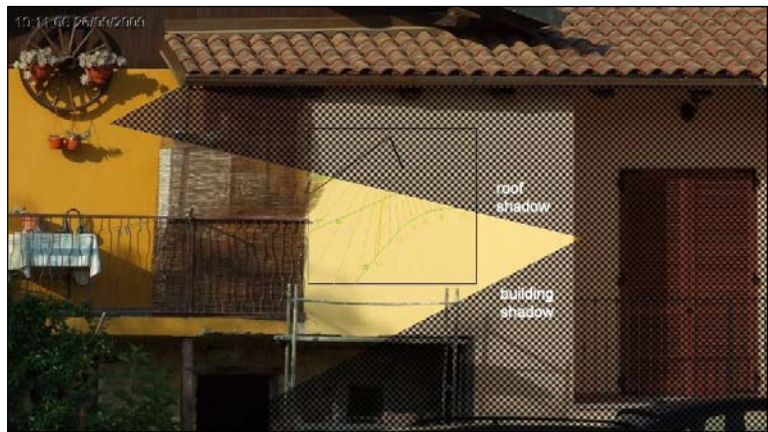
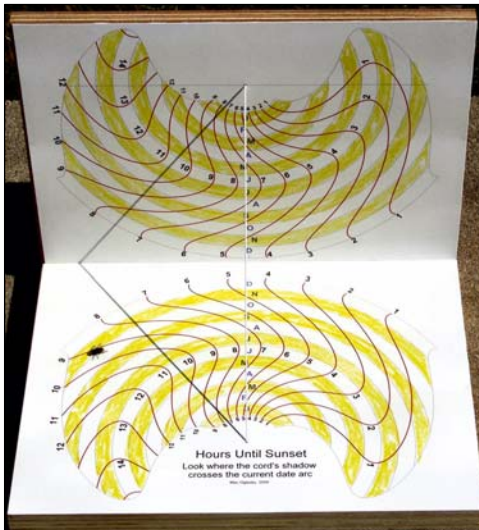
1.5. A calculator to determine the length of the day and the night - Alessandro Gunella

Gunella kwam een grafiek tegen van Teofilo Bruni (17e eeuw) waarop de lengte van dag en nacht door het jaar en voor verschillende breedtes afgelezen kunnen worden. Bruni combineert het Analemma van Ptolemaeus met een polaire projectie van de hemelbol. Gunella voegt nog enkele elementen toe.

1.6. Horizontal and vertical polestyle hours to sunset dials - Mac Oglesby

Oglesby maakte een diptiekzonnewijzer (horizontaal + verticaal, met gezamenlijke poolstijl) voor resterende uren, hier voor 42.85° NB (foto hieronder links). Een nieuwe toepassing van de italiaanse uren?





3. Praktijk en technieken

3.1. Methods and tools for sundial siting - Gianpiero Casalegno

Casalegno heeft al eerder het programma *Orologi Solari* voor de berekening van zonnewijzers gemaakt. Nu voegt hij daar de mogelijkheid aan toe om het effect van storende schaduwbronnen te berekenen, zoals overstekende dakranden, balkons en naburige gebouwen. Het effect kan getoond worden in een azimut-hoogte diagram, of als animatie van de betreffende muur (foto hierboven rechts). *Orologi Solari* kan gedownload worden van zijn website <http://digilander.libero.it/orologi.solari>.

4. Individuele zonnewijzers van toen en nu

4.1. The Marean-Kielhorn Director - Sasch Stephens

De Marean-Kielhorn Director is een zonnekompas voor gebruik in een reddingsboot. Eerst wordt de zonshoogte ermee gemeten en dan met behulp van een stereografische projectie van de hemelbol de oriëntatie bepaald. Bij de 'digitale bonussen' zijn het patent uit 1948 en de complete gebruiksaanwijzing.

4.2. Nieuwe zonnewijzer voor City of Bowie (Maryland, USA)

Gino en Judith Schiavone (NASS-leden) wonnen een ontwerpwedstrijd voor een zonnewijzer voor het nieuwe raadhuis (foto). Het monument is 4,5 meter hoog en gaat \$90.000 kosten. De wijzerplaat is van halfdoorschijnend glas, zodat de schaduw vanaf beide kanten zichtbaar is.



6. Overige onderwerpen

6.1. More than a sundial - Jessica Warren

Dochter Jessica vroeg haar vader, NASS-president Fred Sawyer, een zonnewijzer voor haar dochter Clara. Die kwam er, fraai gemaakt door Tony Moss. Het bijzondere is het motto, bedacht door haar zus Bethanie, die klassieke talen heeft gestudeerd. Dat is geënt op de naam van de baby: "clāra ut oMnia Vītae seMper malōra umbrīs" (Moge je leven meer zonneschijn dan schaduw kennen). Maar het bevat tevens een chronogram: de hoofdletters, als Romeinse cijfers genomen en opgeteld, geven Clara's geboortjaar: 2007.

The Compendium, Journal of the North American Sundial Society, Volume 17 nr. 2, June 2010

1. Theorie en principes

1.1. Sundials for starters: meridian lines - Robert L. Kellogg

Ditmaal een verhaal over meridiaanlijnen, met een lijstje van zulke lijnen in kerken, alsmede een woordje over de scheefte van de ecliptica door de eeuwen heen.

1.2. The linear astrolabe of al-Tusi: gnomonic applications - Massimo Goretti

Zie het artikel van Bob Franken in ons Bull. 2010.2.14-28. Dat lijkt een vertaling/bewerking van Goretti's artikel.

2. Overzichtsartikelen en biografisch

2.1. The ring dial from the annulus astronomicus of Gemma Frisius to the 17th century - Alessandro Gunella

Gunella begint met het instrument van Frisius uit 1534, bestaande uit drie ringen, en gaat in op de problemen bij de instelling en aflezing. Tycho Brahe (2e helft 16e eeuw) gebruikte een vast opgestelde (en grotere) versie hiervan. In de 'moderne' versie, de universele ringzonnwijzer (mogelijk uitgevonden door Oughtred) werd de derde ring vervangen door een poolstijl met een glijdende index. Gunella maakt nog een punt van de typologie: het draagbare type is een hoogtemetende, de stationaire een equatoriale zonnwijzer.

3. Praktijk en technieken

3.1. A note on solar declination calculations - James E. Morrison

Morrison probeerde in Postscript een Capucijner uurplaatje te berekenen en te tekenen. Hij liep tegen het probleem aan dat voor de berekening van de zonsdeclinatie het Juliaanse dagnummer nodig is. Dat is een getal met 12 significante cijfers, en daarmee kan Postscript niet overweg. Hij omzeilt het probleem door gebruik te maken van handzamer formules uit de almanak, waarmee voor het lopende jaar de declinatie te bepalen is als functie van het dagnummer in dat jaar. Ook handig voor toepassingen als CAD macro's, meent hij. De listing van het programma is op aanvraag beschikbaar.

4. Individuele zonnwijzers van toen en nu

4.1. Sightings... at Kitt Peak Observatory - Fred Sawyer

Stephen Jacobs, emeritus-professor in de optica, bouwde een Campbell-Stokes zonneschijnmeter om tot zonnwijzer. De tijd kan afgelezen worden van een halfdoorzichtige schaal (foto). Dit ondervangt het probleem dat de brandpuntsafstand van een glazen bol zo kort is (ca. $\frac{1}{4}$ van de diameter) dat de schaal aan de binnenkant moeilijk afleesbaar is. Jacobs ontdekte nog een optisch verschijnsel: hij zag twee lichte ringen rond de zonnevlek. Uit berekeningen bleken dit stralen te zijn die 5 resp. 9 maal gereflecteerd waren in de bol.



4.2. Error analysis of a monumental garden variety sundial - Roger Bailey

Vijftien jaar was de tuinclub van Soap Lake (Washington, USA) bezig geweest om de \$500.000 bijeen te brengen voor de monumentale sculptuur "Calling the healing waters", die tevens als zonnwijzer zou dienen (tekening). De geneeskrachtige wateren van Soap Lake ontstonden op dezelfde manier als de Dode Zee: geen afvoer, alleen verdamping van water, waardoor het gehalte mineralen toeneemt.

Toen het bronzen beeld gegoten en alles in beton gezet was, werd NASS ingeschakeld. En zoals zo vaak, gnomonisch deugde er niets van. De hellingshoek van de gevederde arm was 10° te laag om als poolstijl te dienen. En de punt van de vleugel als gnomonpunt was veel te hoog, zodat zijn schaduw ver buiten het pleintje valt gedurende het grootste deel van de dag en het jaar. Maar Bailey is er toch in geslaagd met een acceptabel compromis de zaak te redden. Hij berekende (met het programma ZW2000 van Fer) een horizontale zonnwijzer voor 47° en schoof vervolgens het voetpunt van de poolstijl naar de plaats waar een stijl voor 37° ingeplant zou zijn. De schaduw van de arm bleek 's zomers tussen 9 en 5 uur zo ongeveer goed aan te wijzen.



6. Overige onderwerpen

6.1. In search of significant alignments - Barry Duell

Een leuke hobby: op zoek gaan naar plaatsen en/of tijden dat de zon of de maan juist achter de top van een opvallende berg, gebouw of dergelijke staat. Duell geeft als voorbeeld Mount Hood, bij Portland (Oregon, USA). Vooral in Japan blijkt veel belangstelling te bestaan voor samenstand van de zon of de maan met de Fuji, de hoogste berg van Japan (foto; in Japan wordt die samenstand 'diamant Fuji' resp. 'parel Fuji' genoemd). Er blijkt daar veel software te bestaan om uit te rekenen waar en/of hoe laat precies je een dergelijke samenstand kunt zien. Duell beschrijft enkele programma's die ook een Engelse versie hebben. Ze kunnen ook uit de voeten met andere bergen en lokaties. Iets voor de Domtoren of de pyramide van Austerlitz?



Samenvattingen voor NL-Bulletin 2010.3, door Frans Maes

Bulletin of the British Sundial Society, Volume 22(i), March 2010

1. Theorie en principes

1.1. Readers' letter: Marke altitude dial - Alessandro Gunella

Een reactie op het artikel in het september-nummer (zie ons Bull. 2010.2.36). Gunella presenteert een eenvoudiger methode om de hoogtemetende zonnewijzer van John Marke af te lezen.

1.2. Readers' letter: Sun position compass - Douglas Bateman

In aanvulling op het artikel van Tony Belk over de fotografen-zonnewijzer in het december-nummer (zie ons Bull. 2010.2.45) signaleert Bateman het 'zonnekompas', waarmee de richting van zonsopkomst en -ondergang bepaald kan worden. Handig voor tuiniers, huizenkopers en sportvliegers. Zie www.suncompass.info. Op de achterkant staat een zonsdeclinatieschaal, om te zien hoever de schaduw van een boom reikt. De Engelse versie is voor ca. 50° NB. Prijs £ 19.



1.3. Photographer's dial, part 2 - Tony Belk

In het vorige nummer beschreef Belk een instrument om het azimut van de zon op elk moment door het jaar te bepalen (zie ons Bull. 2010.2.45). Nu presenteert hij een uitbreiding in de vorm van een liniaaltje, waarmee ook de zonshoogte afgelezen kan worden.

2. Overzichtsartikelen en biografisch

2.1. The Noel Ta'Bois fixed dial archive - John Foad

Noel Ta'Bois overleed in 1988, vlak voor de BSS werd opgericht. Hij had een grote collectie dia's van zonnewijzers opgebouwd. Het BSS-archief heeft er nu 1500 gekregen. Die zijn inmiddels op cd gezet, die op verzoek verkrijgbaar is. Van veel zonnewijzers in het BSS register waren nog geen foto's; die konden nu toegevoegd worden. Er zijn echter ook foto's bij van nog niet geregistreerde zonnewijzers, en John roept hiervoor de hulp van de lezers in. Er waren ook nog 1000 dia's van kraszonnewijzers, waarover later meer.

2.2. A simple sundial maker in South Africa - Henk van der Ham

Henk raakte besmet met het zonnewijzervirus toen hij in een park in Durban een horizontale zonnewijzer zag. Zo een wilde hij ook hebben, en hij besloot die zelf te maken. Door zelfstudie ontdekte hij de geheimen van zonnetijd, kloktijd, poolstijl enz. Inmiddels staan zijn zonnewijzers door het hele land, maar ook in Nederland.

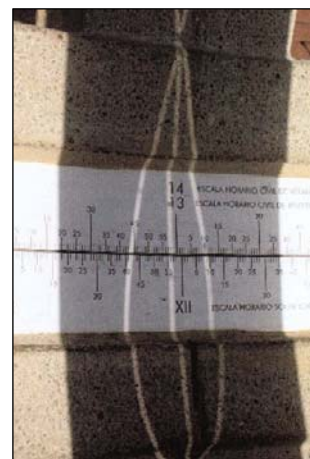
4. Individuele zonnewijzers van toen en nu

4.1. Nieuwe zonnewijzers

- Valery Dmitriev maakte een equatoriale zonnewijzer voor **Solar** (bij St. Petersburg), waar veel eiken aangeplant zijn onder tsaar Peter de Grote. Het steeltje van een grote eikel uit plaatstaal dient als poolstijl; de urenband bestaat uit een eveneens stalen eikenblad.

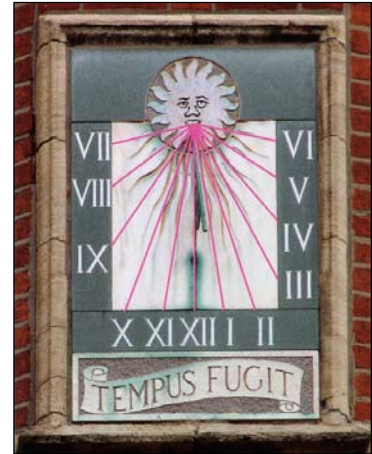
4.2. An equatorial analemmatic and calendar sundial, Alicante, Spain - Douglas Bateman

'Analemmatic' slaat hier op de tijdsvereffeningslus (*analemma* in het Engels) die het mogelijk maakt op deze equatoriale zonnewijzer direct de kloktijd af te lezen. Daartoe is de strook met de lus draaibaar, zodat hij op de zon gericht kan worden. De ontwerper is Juan Vicente Pérez Ortiz, lid van de Catalaanse zustervereniging. Van dit model zijn een 20-tal exemplaren in en rond Spanje te vinden. De lus bestaat uit een reeks gaatjes; bij een oudere versie was de lus in zijn geheel uitgespaard.



4.3. The dial designed for Church Street, Sheffield, by E.A. Pippet - Mike Cowham

Cowham's vader kreeg van zijn vriend Wilfred Pippet een notitieboek van diens vader, E.A. Pippet. Die had zichzelf het ontwerpen van zonnewijzers geleerd uit Mrs. Gatty's *Book of Sun-Dials*. In 1895 ontwerp hij een zonnewijzer voor Church Street 20, die 27° westelijk afweek, en Cowham was benieuwd of die nog bestond. Het BSS register vermeldde daar inderdaad een zonnewijzer, maar die zou van een bankgebouw afkomstig geweest zijn. Inspectie ter plaatse wees dit ook uit: de zonnewijzer kwam niet geheel overeen met de ontwerp-tekening in het notitieboek. Cowham maakte met Fer de Vries' programma ZW2000 verscheidene lay-outs en superponeerde die op bijgaande - van perspectivische vertekening ontdane - foto (hierboven rechts). Een ontwerp voor 9° westafwijking past het beste. Klopt dat met de locatie van die (gesloopte?) bank?



4.4. Dial dealings 2009 - Mike Cowham

Het jaarlijkse overzicht van antieke zonnewijzers en verwante objecten die vorig jaar op veilingen verschenen. Topscorer was een verguld koperen compendium van Charles Whitwell uit 1608 (foto links), dat was getaxeerd op £ 2000 - 3000, maar voor £ 36000 plus veilingkosten wegging! 'Gewonere' objecten brachten toch wel £ 1000 tot £ 7000 op.



4.5. The only 'mass dial' in Greece - E. Theodossiou & V.N. Manimanis

De auteurs beschreven eerder al verscheidene byzantijnse canonieke zonnewijzers, die vaak in fraai reliëf uitgevoerd zijn. Aan de kerk van Maria Hemelvaart in Chonikas vonden ze de enige kraszonnewijzer tot nu toe in Griekenland. Interessanter zijn twee inscripties, iets lager op de muur, die twee zonsverduisteringen vastlegden, op 20 maart 1661 en 2 juni 1760. Rekening houdend met het verschil tussen de Juliaanse en de Gregoriaanse kalender bleken deze verduisteringen terug te vinden op de NASA website (<http://eclipse.gsfc.nasa.gov>).

5. Vakantietips

5.1. The restoration of Egnazio Danti's astronomical quadrant on the Santa Maria Novella basilica in Florence - Simone Bartolini & Marco Pierozzi

Terwijl bij ons de Watergeuzen het de Spanjaarden moeilijk maakten, bracht de cosmograaf Egnazio Danti in 1572 een astronomisch kwadrant aan op een marmeren plaat, die haaks in de voorgevel van de Santa Maria Novella in Florence (dicht bij het treinstation) geplaatst werd (foto). Deze bevatte aan beide zijden een gradenboog om de zonshoogte te bepalen, en daarmee de data van de equinoxen en solstitia en de lengte van het jaar. Voorts draoeg het aan beide zijden zonnewijzers voor astronomische, italiaanse en babylonische uren. Nu is er een replica aangebracht, want het origineel was sterk verveerd en al een tijd geleden verwijderd. Bijzonder is dat de gnomons voor de italiaanse en babylonische uren niet haaks op de plaat staan, maar schuin. Een foutje van de steengrafeur, werd er gedacht. Nee, redeneren de auteurs, dat is om het uurlijnenpatroon niet te storen. Als de punt van de gnomon maar op de goede hoogte boven het snijpunt van horizon- en equinoxlijn staat. En daar hebben ze uiteraard voor gezorgd.



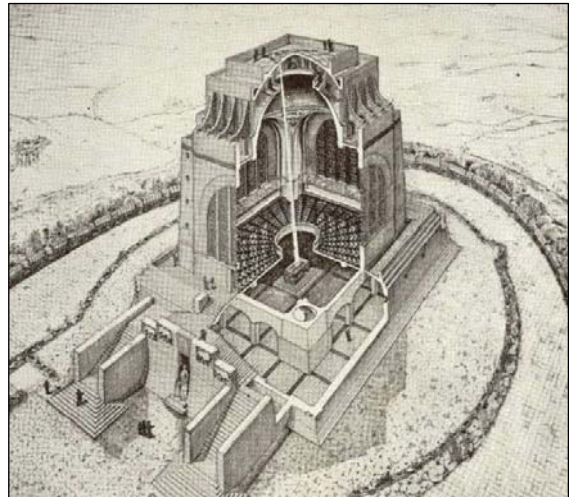
5.2. Nieuwe zonnewijzers

Harriet James maakte een oostafwijkende muurzonnewijzer voor de vestiging van Huxley Scientific Press, Marston Street in **East-Oxford**. Het motto is uit een gedicht van T.S. Eliot: "Between the idea and the reality falls the shadow".

5.3. The Voortrekker Monument, Pretoria, South Africa - Malcolm Barnfield

Dit betreft een episode in de geschiedenis van Zuid-Afrika waarop Engelsen en Nederlanders verschillend zullen terugkijken. In de jaren 1830 trokken de Boeren weg uit de Kaapprovincie, toen de Engelse heersers het ze te lastig maakten: de Grote Trek. Een konvooi onder leiding van Piet Retief werd door de Zoeloe-koning Dingane lafhartig in een hinderlaag gelokt en afgeslacht. De Boeren, onder leiding van Andries

Pretorius (de hoofdstad Pretoria is naar hem vernoemd) zwoeren wraak. Op 16 december 1838 hakten 434 Boeren een Zoeloe-leger van 14000 man in de pan bij de Ncomerivier, die sindsdien Bloedrivier heet. Een eeuw later verrees in Pretoria het Voortrekkermonument. Centraal daarin staat een grafmonument, waarop de tekst "ONS VIR JOU SUIDAFRIKA". Op en rond 16 december valt daar op de ware middag een lichtvlek op, door een gat in de koepel, 41 meter erboven. Het monument ligt juist ten zuiden van de Steenbokskeerkring, op 25.8° ZB. De muur rondom verbeeldt een kring van ossenwagens, het vervoermiddel van de Boeren.



6. Overige onderwerpen

6.1. The double horizontal dial and associated instruments, door J. Davis & M. Lowne. Book review - Peter Baxandall

Dit is nr. 5 in de serie BSS monografieën. De dubbele horizontale of Oughtred-zonnewijzer combineert een horizontale poolstijlzonnewijzer met een stereografische projectie van de hemelbol waarop een verticale gnomon tijd en datum wijst. Samen is het paar in principe zelfrichtend. Het boek behandelt de theorie, geschiedenis, achtergrond en praktijk, bundelt eerdere artikelen en voegt nieuwe toe, ook over het verwante 'horizontale instrument' en 'horizontale kwadrant'. Tot slot is er een catalogus van de 125 bekende exemplaren. Info BSS Sales: Mrs. E. Hill, Elspeth@ehill80.fsnet.co.uk

6.2. De Australische firma **AstroVisuals** brengt een bouw pakketje voor een equatoriale zonnewijzer in de handel (foto). Over de hele wereld bruikbaar; lengtecorrectie en tijdsvereffening instelbaar. De wijzerplaat is halfdoorschijnend, zodat de winterse schaduw op de onderkant ook aan de bovenkant zichtbaar is. Prijs: \$35; www.astrovisuals.com.au.



6.3. Mrs. Gatty's bekende **The Book of Sun-Dials** is nu in zijn geheel op internet beschikbaar. Het betreft hier de vierde druk uit 1900, geredigeerd door Eden & Lloyd, de laatste en beste. Zie <http://tinyurl.com/y9r7r4f>.

6.4. Thomas Tuttell's playing cards - John Davis

Tuttell (1674-1702) was instrumentmaker, graveur, auteur, hydrograaf, enz. Hij maakte de zelfrichtende zonnewijzer, combinatie van een horizontale en een analemmatische, populair. Als reclame voor zijn bedrijf gaf hij twee sets speelkaarten uit, geïllustreerd met de vele soorten instrumenten die hij kon leveren, waaronder zonnewijzers (op de foto: ruiten 9). Een interessante bron van informatie over de werkwijze en de stand van zaken met betrekking tot wetenschappelijke instrumenten aan het eind van de 17e eeuw!

Bulletin of the British Sundial Society, Volume 22(ii), June 2010

1. Theorie en principes

1.1. A vertical south sundial indicating the equation of time and its terms - Ortwin Feustel

De Een tijdsvereffeningslus rond de 12-uurs lijn zie je wel vaker, maar Feustel kwam op het aardige idee om de twee componenten ook afzonderlijk zichtbaar te maken: rond de 10-uurs lijn een lus voor de term t.g.v. de elliptische aardbaan, rond de 2-uurs lijn een achtje voor de schuine stand van de aardas t.o.v. zijn baan.

1.2. The horizontal quadrant, part 1: introduction and instruments - Michael Lowne & John Davis

Dit instrument wordt ook besproken in BSS monografie nr. 5 van dezelfde auteurs; zie hierboven. De naam is verwarrend: het instrument wordt niet horizontaal gebruikt en is vaak geen kwart cirkel, maar groter. 'Horizontaal' slaat erop dat het lijnenpatroon op het instrument de stereografische projectie van de

hemelbol op het *horizontale* vlak is, net zoals bij de dubbele horizontale of Oughtred-zonnewijzer. Er zijn wereldwijd slechts 9 exemplaren bekend.

2. Overzichtsartikelen en biografisch

2.1. English mass & scratch dial prevalence: a preliminary comparison with France - C.H.K. Williams

In zijn diepgaand onderzoek naar de levenscyclus van Engelse kraszonnewijzers heeft Williams een model opgebouwd om hun lotgevallen te beschrijven. Nu vraagt hij zich af of de Engelse situatie uniek is, of dat het model ook elders toepasbaar is. Probleem is dat op het vasteland de registratie van kraszonnewijzers summier is. Voor een aantal Franse regio's zijn er net genoeg gegevens om te concluderen dat het model ook daar toepasbaar lijkt.

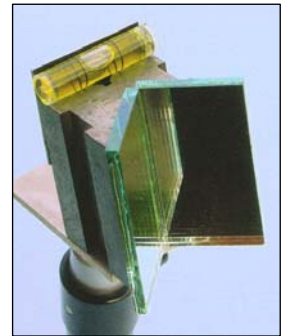
3. Praktijk en technieken

3.1. The sundial as an aeolian harp - Alan Mills

Mills probeerde een windharp te maken als voetstuk voor een horizontale zonnewijzer. De wind wordt gebundeld in een spleet, waarin snaren gespannen zijn. Mills geeft een uitgebreide theoretische inleiding, maar in de praktijk werkt het nauwelijks: het geluid blijft veel te zwak (gelukkig voor de burens...).

3.2. A simple meridian instrument - Michael Maltin & Douglas Bateman

Om de noord-zuid lijn voor een grote (plein)zonnewijzer uit te zetten gebruikten ze twee haaks op elkaar geplaatste verticale spiegels. Die kaatsen het invallende zonlicht in dezelfde richting (azimut) terug. Zo nodig mag de verbindingslijn van de spiegels achterover gekanteld worden, mits het bisectricevlak van de spiegels verticaal blijft. Dat kan gecontroleerd worden met een dwars erop geplaatste waterpas.



4. Individuele zonnewijzers van toen en nu

4.1. A chime dial - Heiner Thiessen & Tony Moss

De gong-zonnewijzer is het moderne equivalent van het middagkanon. Het is in feite een equatoriale zonnewijzer, met de wijzerplaat op de onderste halve bol. De diameter is 20 cm. De kleine bol bovenop is draaibaar. Je draait hem tot er een streepje zonlicht door de spleet valt; dat wijst de tijd. Maar je kunt ook de spleet op een later tijdstip instellen. Als de tijd daar is, dus het zonlicht door de spleet valt, klinkt er een gong. Een lichtgevoelige weerstand met wat elektronica erachter verzorgt dit.



4.2. An unusual slate sundial - Mike Cowham

Cowham kreeg een fraai gegraveerde, maar verder zeer merkwaardige leistenen zonnewijzer onder ogen. Hij is van Franse origine en getekend "G.B. 1712". Rond de grote zonnewijzer zijn in de hoeken vier kleine zonnewijzertjes geplaatst, met de opschriften Europe, Afrique, Asie en Amerique. De poolstijltjes van de laatste drie wijzen naar de hoeken van de basisplaat. Alle poolstijlen zijn even groot, met een hoek van 48°. Het lijnenpatroon van de middelste zonnewijzer past echter bij 57°. In de geschulpte band met uurscijfers is een afbeelding van mogelijk de godin Ceres met drie korenaren en het motto "J'AIME LE PLUS LONGT" (ik heb graag de langste - uren of korenaren?) opgenomen. Rond de band zijn bovenaan de maanden gegraveerd met hun aantal dagen en het bijbehorende dierenriemteken. Onderaan zijn de epacta-getallen (de 'leeftijd' van de maan op 1 januari) voor de jaren 1709-1736 vermeld.



4.3. An obelisk shaped sundial with wind indicator in the Mainfränkisches Museum, Würzburg, Germany - Frauke van der Wall & Gerhard Wagner

Het museum kreeg onlangs een meervoudige zonnewijzer met windwijzer geschonken. Op de obelisk en op beide blokken daaronder komen zonnewijzers voor, 11 stuks in totaal. Opvallend is het Turkse hoofd

boven op de obelisk, met daarop een windvaan. Die is met een haakse tandwieloverbrenging gekoppeld aan de wijzer van een windroos op de zuidzijde van het middelste blok. Hieronder links de noordkant en daarnaast de zuidkant. De auteurs veronderstellen op basis van archiefonderzoek dat het object afkomstig is uit de tuin van kasteel Wiesentheid, zo'n 30 km oostelijk van Würzburg, en van ca. 1742 is. Ze spreken het vermoeden uit dat dit object uniek is op het vasteland van Europa, zo niet wereldwijd.

[Dat is niet het geval: in Schwäbisch Gmünd, 110 km zuidelijker, zag ik enkele jaren geleden een vergelijkbaar monument in het stadspark. Dat stamt uit 1770 en ziet er zelfs nog wat luxer uit. Het heeft twee windrozen, op de oost- en westzijden van het onderste blok. Zie de rechter foto. Ik heb inmiddels contact met de auteurs. FM]



5. Vakantietips

5.1. Sundials and forts in North Wales - Irene Brightmer

Een zeldzaam motto in het Welsh siert een muurzonnewijzer aan de St. Cybrikerk in Holyhead op het eiland Anglesey (foto). De kerk werd gebouwd op de plaats van een 6e eeuwse klooster, dat op zijn beurt binnen de muren van een Romeins kustfort uit de 4e eeuw lag.

Fort Belan, aan de zuidkant van Manai Strait, stamt uit 1775, maar is een echte bezienswaardigheid; zie www.fortbelan.co.uk. De noordelijke poort draagt een iets westafwijkende zonnewijzer uit 1898, met als bijzonderheid de vermelding "Slow of Greenwich 17 min".

15 km zuidelijker aan de kust ligt Tywyn, waar de onlangs opgegraven keltische zonnewijzer uit de 8e eeuw (zie ons Bull. 2010.2.37) inmiddels veilig opgesteld is in de St. Cadfan-kerk.



5.2. New dial in Newton Abbot, Devon - John Davis

Wel bij een tuincentrum, maar geen fabriekszonnewijzer, in winkelcentrum Trago Mills in Newton Abbot (25 km onder Exeter). Het onderste deel van de poolstijl bestaat uit twee platen met een smalle ruimte ertussen, zodat er op de ware middag een streepje licht doorheen valt. De drie datumlijnen worden bediend door een dwarsstaafje op de stijl.



6. Overige onderwerpen

6.1. The 21st annual BSS conference, Exeter, 9-11 April 2010 - Chris Lusby Taylor

De belangrijkste bijdragen zijn of worden stellig als artikel in het BSS Bulletin gepubliceerd. Daarom enkele kruimeltjes:

- Boven de poolcirkel zijn italiaanse en babylonische uren niet altijd bruikbaar (Johan Wikander, Noorwegen).
- Als een zonnewijzer op 1 klokminuut nauwkeurig moet aanwijzen, moet hij binnen 3 boogminuten nauwkeurig georiënteerd worden (Alastair Hunter).
- De (verfoeide) tijdsvereffeningslus rond de datumschaal bij een analemmatische zonnewijzer werkt wel degelijk (Margaret Folkard, Australië).

6.2. Monks, manuscripts and sundials: the navicula in medieval England, door Catherine Eagleton. Book Review - John Davis

Het Venetiaans scheepje is een hoogtemetend zonnewijzertje dat waarschijnlijk al uit de 14e eeuw stamt. Er zijn slechts enkele exemplaren bekend. De oudste beschrijving was van Oronce Finé uit 1532. De kracht van het boek ligt in de ontdekking van een aantal 15e eeuwse manuscripten over het scheepje. De auteur, verbonden aan het Whipple Museum in Cambridge, vergelijkt het scheepje ook met verwante zonnewijzertjes: het rechte *organum Ptolemei* en het uurplaatje van Regiomontanus. Haar conclusie is dat het scheepje ouder is. Een zwak punt, aldus Davis, is dat er weinig aandacht wordt besteed aan de makers en aan de theoretische aspecten van het zonnewijzertje. Voor dat laatste verwijst hij naar de publicaties van onze eigen Jan Kragten. [Die vindt u in ons Bull. 89.2.34-35, 89.3.7-28, 90.1.4-8, 92.5.13-19, 95.3.13 en 97.1.13. FM] Uitg.: Brill Academic Publishers, ISBN 978-9004-176652, prijs: € 99 (op brill.nl; misschien ex btw?), € 125 (bij bol.com).

<u>Tabel Tijdsvereffening en Declinatie voor 2011</u>	T.J. de Vries
---	---------------

Op de volgende bladzijden vindt U weer de tabel voor tijdsvereffening en declinatie voor het komende jaar.

Voor 2011 is de **deltaT** op **66 seconden** gesteld voor de tabelberekening.

Verwachting voor (UT1–UTC) is –0,301s op 30 juni 2011.

Verwachting voor 2011 wordt daarmee:

$$\begin{aligned} \text{DeltaT} &= \text{TT} - \text{UT1} = (\text{TAI} + 32,184\text{s}) - [\text{UTC} + (\text{UT1} - \text{UTC})] = \\ &(\text{TAI} - \text{UTC}) + (32,184\text{s}) - (\text{UT1} - \text{UTC}) = 34\text{s} + (32,184\text{s}) - (-0,301\text{s}) = 66,485\text{s}. \end{aligned}$$

Voor de berekening dus afgerond op 66 seconden.

TT is in de berekeningen nodig om de positie van de hemellichamen te bepalen vanaf het aardoppervlak gezien.

Alleen de maan en de planeten worden in de berekeningen meegenomen als storingen op de aardbaan rond de zon.

Met groet uit Oosterhout,
Thijs de Vries
Kapucijnenhof 40,
4904 RB Oosterhout(NB)



TIJDVEREFFENING(E.T.) EN DECLINATIE(DEC.) OM 12h00m M.E.T.

JAN 2011			FEB 2011			MRT 2011		
DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "
01:	-03 24	-23 00.5	01:	-13 31	-17 07.8	01:	-12 24	-07 37.6
02:	-03 52	-22 55.4	02:	-13 39	-16 50.6	02:	-12 12	-07 14.8
03:	-04 20	-22 49.8	03:	-13 46	-16 33.1	03:	-11 60	-06 51.8
04:	-04 48	-22 43.8	04:	-13 52	-16 15.3	04:	-11 47	-06 28.8
05:	-05 15	-22 37.3	05:	-13 58	-15 57.3	05:	-11 34	-06 05.7
06:	-05 41	-22 30.4	06:	-14 02	-15 38.9	06:	-11 20	-05 42.4
07:	-06 08	-22 23.0	07:	-14 06	-15 20.3	07:	-11 06	-05 19.1
08:	-06 34	-22 15.2	08:	-14 09	-15 01.5	08:	-10 52	-04 55.8
09:	-06 59	-22 06.9	09:	-14 11	-14 42.4	09:	-10 37	-04 32.3
10:	-07 23	-21 58.2	10:	-14 13	-14 23.0	10:	-10 22	-04 08.8
11:	-07 47	-21 49.1	11:	-14 13	-14 03.4	11:	-10 07	-03 45.3
12:	-08 11	-21 39.6	12:	-14 13	-13 43.6	12:	-09 51	-03 21.7
13:	-08 34	-21 29.6	13:	-14 12	-13 23.5	13:	-09 35	-02 58.1
14:	-08 56	-21 19.2	14:	-14 10	-13 03.3	14:	-09 18	-02 34.4
15:	-09 18	-21 08.5	15:	-14 08	-12 42.8	15:	-09 02	-02 10.7
16:	-09 38	-20 57.3	16:	-14 05	-12 22.1	16:	-08 45	-01 47.1
17:	-09 59	-20 45.7	17:	-14 01	-12 01.2	17:	-08 28	-01 23.3
18:	-10 18	-20 33.7	18:	-13 56	-11 40.1	18:	-08 10	-00 59.6
19:	-10 37	-20 21.3	19:	-13 51	-11 18.9	19:	-07 53	-00 35.9
20:	-10 55	-20 08.6	20:	-13 45	-10 57.5	20:	-07 35	-00 12.2
21:	-11 12	-19 55.4	21:	-13 38	-10 35.9	21:	-07 17	+00 11.5
22:	-11 29	-19 41.9	22:	-13 31	-10 14.1	22:	-06 59	+00 35.2
23:	-11 44	-19 28.1	23:	-13 23	-09 52.2	23:	-06 41	+00 58.9
24:	-11 59	-19 13.8	24:	-13 14	-09 30.1	24:	-06 23	+01 22.5
25:	-12 14	-18 59.3	25:	-13 05	-09 07.9	25:	-06 05	+01 46.1
26:	-12 27	-18 44.3	26:	-12 56	-08 45.5	26:	-05 47	+02 09.7
27:	-12 40	-18 29.1	27:	-12 46	-08 23.0	27:	-05 29	+02 33.2
28:	-12 52	-18 13.4	28:	-12 35	-08 00.4	28:	-05 11	+02 56.7
29:	-13 03	-17 57.5				29:	-04 52	+03 20.1
30:	-13 13	-17 41.2				30:	-04 34	+03 43.5
31:	-13 22	-17 24.7				31:	-04 17	+04 06.7

APR 201			MEI 201			JUN 2011		
DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "
01:	-03 59	+04 30.0	01:	+02 51	+15 02.7	01:	+02 13	+22 02.3
02:	-03 41	+04 53.1	02:	+02 58	+15 20.8	02:	+02 03	+22 10.3
03:	-03 23	+05 16.1	03:	+03 05	+15 38.6	03:	+01 54	+22 17.9
04:	-03 06	+05 39.1	04:	+03 11	+15 56.1	04:	+01 44	+22 25.1
05:	-02 49	+06 01.9	05:	+03 16	+16 13.4	05:	+01 33	+22 32.0
06:	-02 32	+06 24.7	06:	+03 21	+16 30.4	06:	+01 22	+22 38.4
07:	-02 15	+06 47.3	07:	+03 25	+16 47.2	07:	+01 11	+22 44.4
08:	-01 58	+07 09.9	08:	+03 29	+17 03.6	08:	+01 00	+22 50.1
09:	-01 42	+07 32.3	09:	+03 32	+17 19.8	09:	+00 48	+22 55.3
10:	-01 25	+07 54.5	10:	+03 34	+17 35.7	10:	+00 37	+23 00.1
11:	-01 09	+08 16.7	11:	+03 36	+17 51.2	11:	+00 25	+23 04.5
12:	-00 54	+08 38.6	12:	+03 38	+18 06.5	12:	+00 12	+23 08.6
13:	-00 38	+09 00.5	13:	+03 39	+18 21.5	13:	+00 00	+23 12.2
14:	-00 23	+09 22.2	14:	+03 39	+18 36.2	14:	-00 12	+23 15.4
15:	-00 08	+09 43.7	15:	+03 39	+18 50.5	15:	-00 25	+23 18.1
16:	+00 06	+10 05.1	16:	+03 38	+19 04.5	16:	-00 38	+23 20.5
17:	+00 20	+10 26.3	17:	+03 37	+19 18.2	17:	-00 51	+23 22.5
18:	+00 34	+10 47.3	18:	+03 35	+19 31.6	18:	-01 04	+23 24.0
19:	+00 48	+11 08.2	19:	+03 32	+19 44.7	19:	-01 16	+23 25.2
20:	+01 00	+11 28.9	20:	+03 29	+19 57.4	20:	-01 29	+23 25.9
21:	+01 13	+11 49.4	21:	+03 26	+20 09.8	21:	-01 43	+23 26.2
22:	+01 25	+12 09.7	22:	+03 22	+20 21.8	22:	-01 56	+23 26.1
23:	+01 37	+12 29.8	23:	+03 17	+20 33.5	23:	-02 09	+23 25.6
24:	+01 48	+12 49.7	24:	+03 12	+20 44.8	24:	-02 21	+23 24.7
25:	+01 58	+13 09.3	25:	+03 06	+20 55.8	25:	-02 34	+23 23.4
26:	+02 09	+13 28.8	26:	+03 00	+21 06.4	26:	-02 47	+23 21.6
27:	+02 18	+13 48.0	27:	+02 53	+21 16.7	27:	-02 60	+23 19.4
28:	+02 27	+14 07.1	28:	+02 46	+21 26.5	28:	-03 12	+23 16.9
29:	+02 36	+14 25.9	29:	+02 39	+21 36.0	29:	-03 24	+23 13.9
30:	+02 44	+14 44.4	30:	+02 30	+21 45.2	30:	-03 36	+23 10.5
			31:	+02 22	+21 53.9			

TIJDVEREFFENING(E.T.) EN DECLINATIE(DEC.) OM 12h00m M.E.T.

JUL 2011			AUG 2011			SEP 2011		
DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "
01:	-03 48	+23 06.7	01:	-06 22	+18 02.3	01:	-00 07	+08 18.9
02:	-03 60	+23 02.5	02:	-06 18	+17 47.1	02:	+00 12	+07 57.1
03:	-04 11	+22 57.9	03:	-06 14	+17 31.6	03:	+00 31	+07 35.2
04:	-04 22	+22 52.9	04:	-06 09	+17 15.8	04:	+00 51	+07 13.1
05:	-04 33	+22 47.5	05:	-06 03	+16 59.7	05:	+01 11	+06 51.0
06:	-04 43	+22 41.7	06:	-05 57	+16 43.4	06:	+01 31	+06 28.7
07:	-04 53	+22 35.5	07:	-05 50	+16 26.8	07:	+01 52	+06 06.3
08:	-05 03	+22 29.0	08:	-05 42	+16 09.9	08:	+02 12	+05 43.8
09:	-05 12	+22 22.0	09:	-05 34	+15 52.8	09:	+02 33	+05 21.2
10:	-05 21	+22 14.6	10:	-05 25	+15 35.4	10:	+02 54	+04 58.6
11:	-05 29	+22 06.9	11:	-05 16	+15 17.7	11:	+03 15	+04 35.8
12:	-05 37	+21 58.8	12:	-05 06	+14 59.9	12:	+03 36	+04 13.0
13:	-05 44	+21 50.3	13:	-04 56	+14 41.8	13:	+03 57	+03 50.1
14:	-05 51	+21 41.4	14:	-04 45	+14 23.4	14:	+04 19	+03 27.1
15:	-05 57	+21 32.2	15:	-04 33	+14 04.8	15:	+04 40	+03 04.1
16:	-06 03	+21 22.6	16:	-04 21	+13 46.0	16:	+05 02	+02 41.0
17:	-06 08	+21 12.7	17:	-04 08	+13 27.0	17:	+05 23	+02 17.8
18:	-06 13	+21 02.3	18:	-03 55	+13 07.8	18:	+05 45	+01 54.6
19:	-06 17	+20 51.7	19:	-03 42	+12 48.3	19:	+06 06	+01 31.4
20:	-06 21	+20 40.6	20:	-03 28	+12 28.7	20:	+06 28	+01 08.1
21:	-06 24	+20 29.3	21:	-03 13	+12 08.8	21:	+06 49	+00 44.8
22:	-06 27	+20 17.5	22:	-02 58	+11 48.8	22:	+07 10	+00 21.5
23:	-06 29	+20 05.5	23:	-02 43	+11 28.6	23:	+07 31	-00 01.9
24:	-06 31	+19 53.1	24:	-02 27	+11 08.1	24:	+07 52	-00 25.2
25:	-06 31	+19 40.3	25:	-02 11	+10 47.6	25:	+08 13	-00 48.6
26:	-06 32	+19 27.3	26:	-01 54	+10 26.8	26:	+08 33	-01 12.0
27:	-06 32	+19 13.9	27:	-01 37	+10 05.9	27:	+08 54	-01 35.4
28:	-06 31	+19 00.2	28:	-01 20	+09 44.8	28:	+09 14	-01 58.7
29:	-06 30	+18 46.2	29:	-01 02	+09 23.5	29:	+09 34	-02 22.1
30:	-06 28	+18 31.9	30:	-00 44	+09 02.1	30:	+09 54	-02 45.4
31:	-06 25	+18 17.2	31:	-00 26	+08 40.6			

OKT 2011			NOV 2011			DEC 2011		
DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "
01:	+10 13	-03 08.7	01:	+16 24	-14 23.5	01:	+11 07	-21 46.8
02:	+10 33	-03 31.9	02:	+16 26	-14 42.6	02:	+10 44	-21 56.0
03:	+10 52	-03 55.1	03:	+16 26	-15 01.5	03:	+10 21	-22 04.8
04:	+11 10	-04 18.3	04:	+16 26	-15 20.1	04:	+09 57	-22 13.1
05:	+11 29	-04 41.4	05:	+16 25	-15 38.5	05:	+09 33	-22 21.0
06:	+11 47	-05 04.5	06:	+16 23	-15 56.6	06:	+09 08	-22 28.4
07:	+12 04	-05 27.5	07:	+16 20	-16 14.5	07:	+08 43	-22 35.5
08:	+12 21	-05 50.4	08:	+16 17	-16 32.1	08:	+08 17	-22 42.0
09:	+12 38	-06 13.2	09:	+16 13	-16 49.4	09:	+07 50	-22 48.2
10:	+12 55	-06 36.0	10:	+16 07	-17 06.4	10:	+07 24	-22 53.8
11:	+13 10	-06 58.7	11:	+16 01	-17 23.1	11:	+06 56	-22 59.1
12:	+13 26	-07 21.3	12:	+15 55	-17 39.6	12:	+06 29	-23 03.9
13:	+13 41	-07 43.7	13:	+15 47	-17 55.7	13:	+06 01	-23 08.2
14:	+13 55	-08 06.1	14:	+15 38	-18 11.5	14:	+05 32	-23 12.0
15:	+14 09	-08 28.4	15:	+15 29	-18 27.0	15:	+05 04	-23 15.5
16:	+14 22	-08 50.5	16:	+15 19	-18 42.2	16:	+04 35	-23 18.4
17:	+14 35	-09 12.5	17:	+15 07	-18 57.1	17:	+04 06	-23 20.9
18:	+14 47	-09 34.4	18:	+14 55	-19 11.6	18:	+03 36	-23 22.9
19:	+14 59	-09 56.2	19:	+14 43	-19 25.8	19:	+03 07	-23 24.4
20:	+15 09	-10 17.8	20:	+14 29	-19 39.6	20:	+02 37	-23 25.5
21:	+15 19	-10 39.2	21:	+14 14	-19 53.0	21:	+02 07	-23 26.1
22:	+15 29	-11 00.5	22:	+13 59	-20 06.1	22:	+01 37	-23 26.2
23:	+15 38	-11 21.7	23:	+13 43	-20 18.9	23:	+01 07	-23 25.9
24:	+15 46	-11 42.6	24:	+13 26	-20 31.3	24:	+00 37	-23 25.0
25:	+15 53	-12 03.4	25:	+13 08	-20 43.2	25:	+00 08	-23 23.8
26:	+15 60	-12 24.1	26:	+12 50	-20 54.8	26:	-00 22	-23 22.0
27:	+16 06	-12 44.5	27:	+12 30	-21 06.0	27:	-00 52	-23 19.8
28:	+16 11	-13 04.7	28:	+12 11	-21 16.9	28:	-01 22	-23 17.1
29:	+16 15	-13 24.7	29:	+11 50	-21 27.3	29:	-01 51	-23 13.9
30:	+16 19	-13 44.5	30:	+11 29	-21 37.3	30:	-02 20	-23 10.3
31:	+16 22	-14 04.1				31:	-02 49	-23 06.2

This article summarizes the results of historical research on the linear astrolabe of al-Tusi, examining the construction and methods of employment of this medieval astronomical instrument of Islamic origin.

Sharaf al-Din al Muzaffar ibn Muzaffar al-Tusi was born in 1156 AD in Tus, in the region of Khorassan, circa 1000 Km from Teheran in northwestern Iran, near the Afghan border. He died in Baghdad in 1242. In the Islamic world, from the point of view of Astronomy, he is considered so important that his contemporaries compared him to Ptolemy.



His astrolabe is described in the “*Traité des instruments*” by Ab’u – l’Hassan Ali. The chapter related to this astrolabe was translated in 1895 by Baron Carrà de Vaux in the “*Journal Asiatique*” with the title “*L’astrolabe linéaire ou baton d’AlTousi*”. Successively, in 1947 H. Michel addressed the subject in chapters 14 & 15 of the book “*Traité de l’astrolabe*” and constructed a model of the device which is housed at the Oxford Museum of Science. In, 1999 R.D’Hollander discussed the instrument in chapter 6 of his treatise “*L’Astrolabe – Histoire, théorie et pratique*”

In 2007, J. E. Morrison, in his book “*The astrolabe*” da pag.287 addresses the question from pg. 287 to 292 with an original approach, different from his predecessors. In these chronicles, of interest is the prologue of the book by Baron Carra de Vaux which addresses, for the first time, this instrument and the interest it aroused. Here are the essential parts of the text. .

In the “*Mémoire sur les instruments astronomiques des arabes*” by L.A. Sedillot, the author in various points speaks of the “*astrolabe linéaire ou baguette de Nasir ed Din Tousi*”, however, nowhere in the text can be found a description of the device. Sedillot promises to prepare a second work on Nasir de Din, in which the author will elaborate on the staff of Tousi. However, this additional work by Sedillot never appeared; furthermore, there existed the notable suspicion that this instrument and the staff of Jacob were in fact the same thing. Clarity on this topic was deferred to the translation of the Arabic manuscript undertaken by the Baron Carra de Vaux. In the translation, the first thing which emerged was that Sédillot had committed an error in attributing the staff to the famous Nasired Din al-Tusi; the real inventor was instead Sharaf al-Din al Muzaffar ibn Muzaffar al-Tusi, a contemporary of Kemal ed Din Ibn Yunis who lived from 1156 to 1242. In the first part of the manuscript one finds

the device’s description, which by itself would have been sufficient in making understood that the staff is a very special kind of astrolabe. In the second part, its use is explained. Lacking in the manuscript are any drawings or designs of the instrument.

The essential results of this study can be summarized as follows: 1) The linear astrolabe is a true astrolabe; it derives from the planispheric type and, like the latter, is essentially a plane on which the celestial sphere and the various circles of declination are projected; on a particular line of this plane the projection of these points takes place. 2) In practice, the instrument resembles a slide ruler in appearance and in application. 3) The measurement of angles is done via lines added to the staff: These give the lengths of the cords stretched from the arcs, then, through gradations traced on the rim, the corresponding angles are created.

The building of this astrolabe, in the initial stages, makes reference to the classic construction of planispheric astrolabes, utilizing the principal of stereographic projection in which the observer is located at the South Pole. (Fig.1)

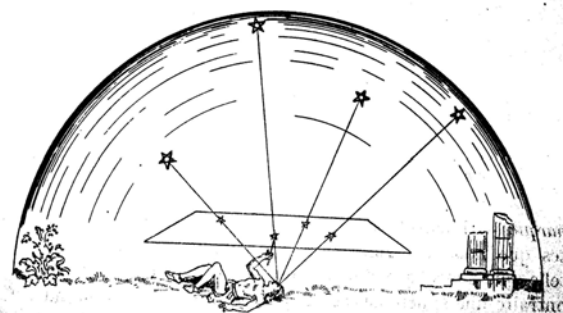


Fig.1

This system has the following limitations::

- 1) The astrolabe is only valid for latitudes close that of construction (in this case a latitude of $\phi=43^\circ$ has been hypothesized).
- 2) The astrolabe is constructed in a certain date, hence the sky is “photographed” in a certain moment. With constant variation over time of the right ascension and the declination of the celestial bodies, an error is made related to the difference between the date of readings and date of construction. With such a device, an approximate validity of 50 years is supposed.

THE PARTS OF THE ASTROLABE

To understand the characteristics and limits of this instrument it’s useful to reference a simplified version of the polar astrolabe. In particular, as we shall see, the tympan of the astrolabe should be considered as reduced with respect to the path of the almucatarat and the rete is accordingly simplified with the ecliptic and with the indication of a limited number of stars, among those closest as possible to the circle of the Equinox, correctly

distributed along it, so that each night it is possible to see at least one of these stars.

Circles of declination

- 1) Trace a circle with center and radius OF that represents the tropic of Capricorn (FGHI)
- 2) From F→I create an angle equal to the inclination of the ecliptic and identify point X.
- 3) Trace XG, which encounters the vertical at K. Trace the circle with radius OK. This circle is the equator.
- 4) Join X with O and identify point T on the equator, trace TL which encounters the vertical at M. The circle with radius OM represents the tropic of Cancer. The trigonometric expression of the circle of declination is summarized in:

$$R = R_e \operatorname{tg}(45 \pm \delta/2)$$

$$R_e = R \gamma = R \sin \text{radius of the equator}$$

δ declination of celestial body

Substituting at δ the corresponding values of the declination of the Sun at the various signs of the Zodiac, the radius (plural) of the circles of declination: (Fig.2).

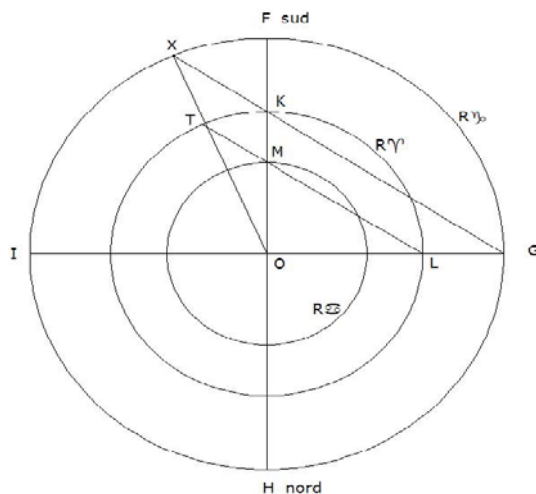


Fig.2

Circles of Altitude (almucatarat)

In the figure below there is a method for the graphic identification of the almucatarat on the tympan of the astrolabe. The first ring represents the local horizon. Working through trigonometrics, taking point O as origin, the ordinates of the centers of the almucatarats are given: $C_i = R_e \cos \phi / (\sin \phi + \sin h)$; $h = 0^\circ, 10^\circ, \dots, 90^\circ$. The ordinates of the passage of the almucatarats on the meridian circle, towards north, are given by:

$$P_i = -R_e \operatorname{tg}[(\phi h)/2]; h = 0^\circ, 10^\circ, \dots, 90^\circ$$

$$R_e = R \gamma = R \sin \text{radius of the equator}$$

ϕ latitude of location

h altitude of celestial body

Observe that C_0 represents the horizon and C_{90} the zenith. (Fig.3)

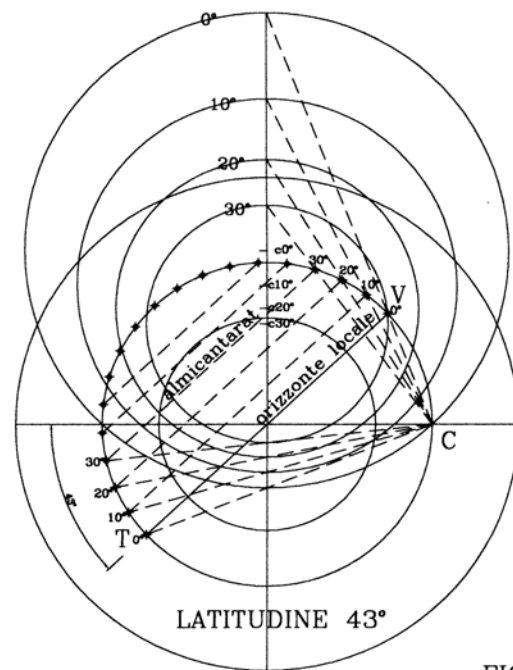


FIG3

Fig.3

In the figure below, simplified, there is the tympan of the astrolabe, on which have been traced several circles of declination of the Sun and the almucatarat.

If we make a section in the meridian plane, we obtain the astrolabe di al-Tusi. This is shown in the right part of the figure. (Fig.4).

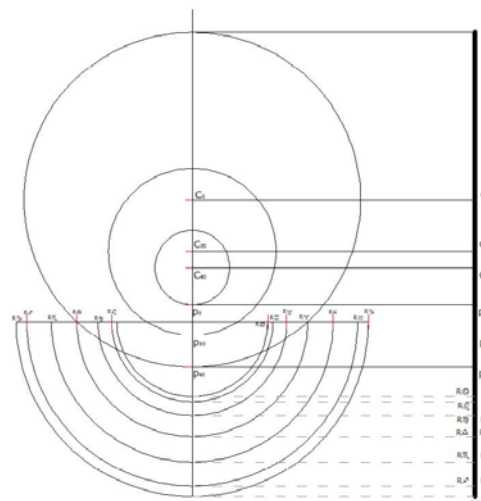


fig.4

Scale of the cords

The next step is to transfer onto the staff the functions explicated, on the astrolabe, by the slide ruler and graduated scale.

One obstacle to overcome is the measurement of the angles. Here Al Tusi demonstrates his genius.

The medieval Islamic world knew the function of the “cord”: given the length of a cord, it was possible to find the value of the corresponding angle. (Fig.5).

$$\operatorname{Crd} \alpha = 2R \sin \alpha/2$$

The scale of the cords may be constructed with
 $aa1 = 2 R \gamma \sin \alpha / 2$
 where $R \gamma$ radius of the circle of declination of Capricorn.

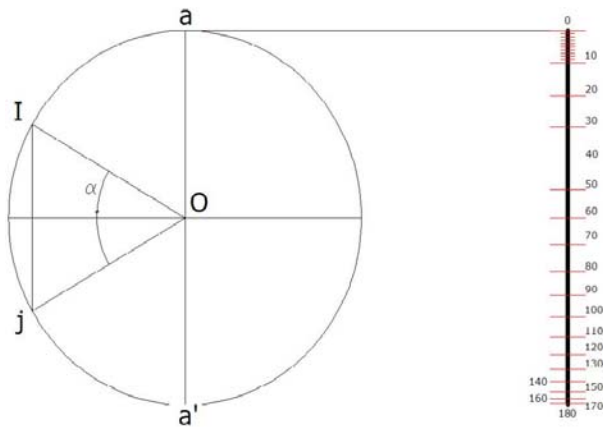
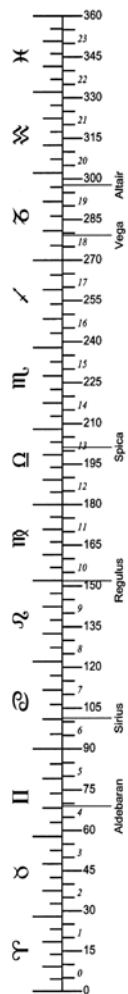


Fig.5

Scale of right ascensions – Circles of declination of the stars



arbitrary scale which contains the right ascension of the Sun ARs during the course of the year and the corresponding ascension of the star AR_* .

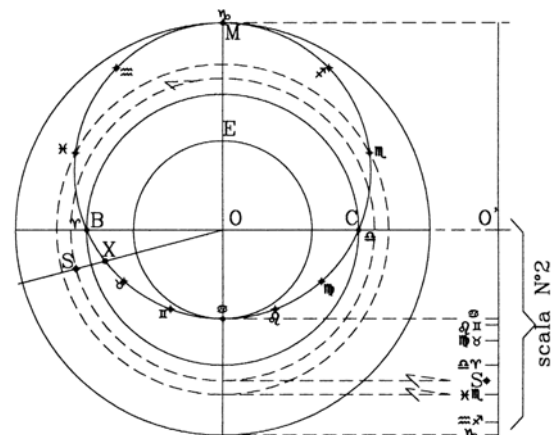
Figure 6 depicts this scale, indicating the position of several stars. In terms of the position of the stars, if we make reference to the essential lines of the rete of a polar astrolabe, we observe that, imagining a rotation of the ecliptic around the center O, each of the points of the ecliptic trace a circle. Any possible stars S existing in the rete travel in a circle with radius OS. As an example, we've traced the circles traveled along from the beginning of Pisces (and its symmetric Scorpius) and the star S.

The figure below clearly explains the scale of declinations possessed by the instrument O: O' is at the center of the instrument and the scale indicates the distances $O'E, O'D, O'N$, etc ..., in other words, the radii relative to the point of origin of each of the zodiac signs. Star S (indicated as an example) is described on the scale 2 in order to reconstruct its own circle s. Its right ascension AR_* is identified by the point X of the ecliptic.

Trigonometrically speaking, the radius of declination of the star is always given by

$$R_* = R_e \operatorname{tg}(45 \pm \delta / 2)$$

δ declinazione astro



Lines – Pinnules

The peculiar aspect of this astrolabe is its three lines. (Fig.8).



Fig.8

Line 1 – Plumb line fixed in the center O

Line 2 – Measurement line fixed at the southern extremity.

Line 3 – Adjustable tension line.

The astrolabe is also used at night to determine, through the measurement of the height of the celestial body, the corresponding hour.

To reach this measurement through the relation

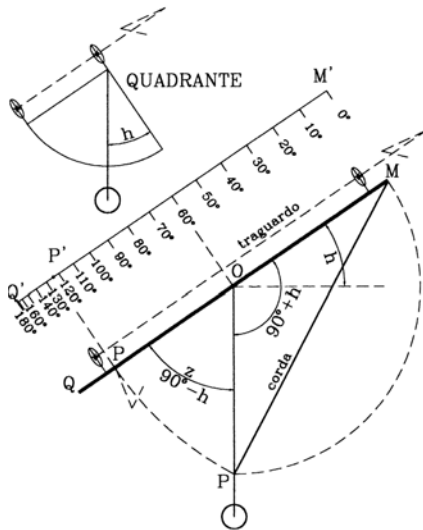
$$T_s = t_* + (AR_* AR_s); t_*, \text{ star time}$$

At the time of the Sun it's necessary to construct an

There are also two pinnules which function to sight and focus the celestial body to be observed.

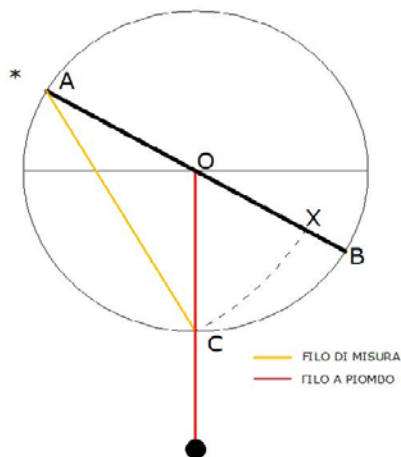
USES OF THE ASTROLABE

Here are descriptions of several operations that can be conducted with the astrolabe.



The setup of the instrument is very similar to a quadrant of altitude (compare the two in the small figure here present), and both are used in similar ways. The height h of the celestial body (or the zenith angle z) is determined and the scale of the cords enables one to substitute the goniometer in the measure of the angle MOP.

Height of a Celestial Body



- 1) The celestial body is sighted through the pinnules
- 2) The length of the measurement line [filo di misura] is adjusted until the plumb line [filo a piombo] is vertical
- 3) The length of the measurement line is transferred to the scale of the cords and the angle is read.. AOC. The string AC is the measure of the angle $AOC = (90 + h)$. The height h of the celestial body is given by $h = AOC - 90^\circ$

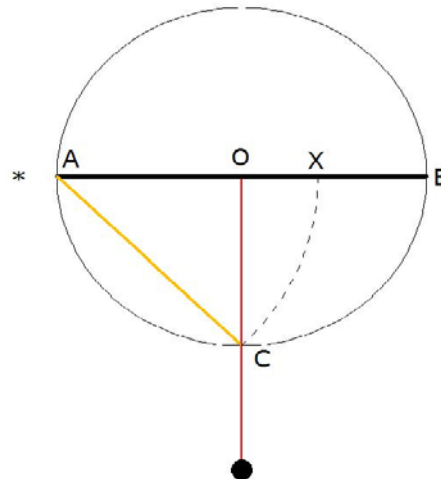
Knowing the maximum height H of the Sun

$$H = 90 - \delta - \varphi$$

It's possible to arrive at the temporary hour T

$$\sin 15T = \sin h / \sin H$$

At the moment of rising of a celestial body, following the



$$AX = 90$$

$$h = 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$$

Semidiurnal Arc

The semidiurnal arc is the amplitude of the arc traveled by the Sun from rising to the meridian. Let's say we want to determine the semidiurnal arc for April 21 (beginning of Taurus)

- 1) Set plumb line at a distance of $OD = OR$
- 2) Adjust tension line to length of $ED = C_0 p_0$ and affix it to the plumb line at D and C_0
- 3) Rotate the staff, varying the length of the measurement line such that the plumb line remains vertical.
- 4) The semidiurnal arc is the angle EOD, the measurement line AC on the scale of the cords does nothing less than define this angle. Consider this as ex.:

$$AX = 100^\circ$$

The Sun rises

$$ts = 12 - (100/15) = 5,34 = \mathbf{5h20min}$$

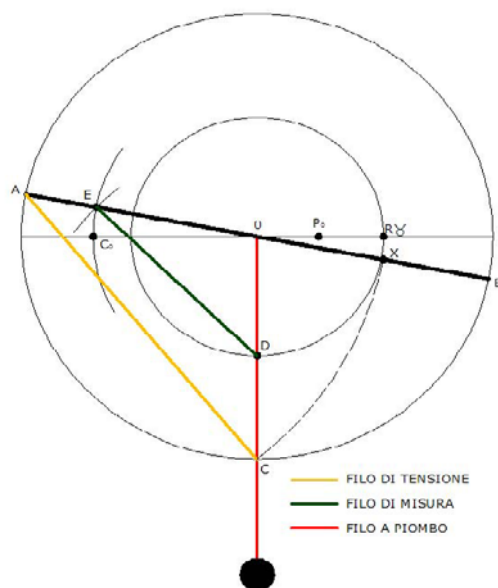
The semidiurnal arc is

$$\omega = 12 - 5,34 = 6,66 = \mathbf{6h40min}$$

The sun sets $t = 12 + 6h40min = \mathbf{18h40min}$

The length of the day $Tg = 2\omega = 2 \times 6,66 = 13,32 = \mathbf{13h20min}$

Observe that since C_0 is the center of the almuncatar with a height 0° and R the radius of declination of Taurus, the method resolves the problem of determining the point of intersection between circles of altitude and circles of declination.



$$OD=OR\gamma \quad DE=CoPo \quad AX=100$$

The justification of the above statements is given by observing what happens in the astrolabe: the generic semidiurnal arc is that represented in the shaded space between OA (radius of declination of the celestial body) and OCo (radius of the almucantar with height $h=0$). In the astrolabe of al-Tusi it's this angle which must be reconstructed via the tension line, while the measurement line, transferred onto the scale of the cords, determines the angle's value. (Fig.1011)

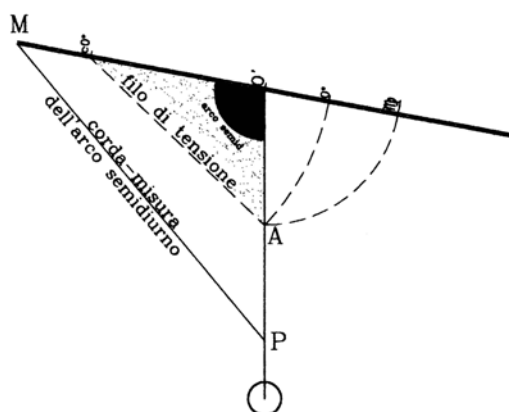
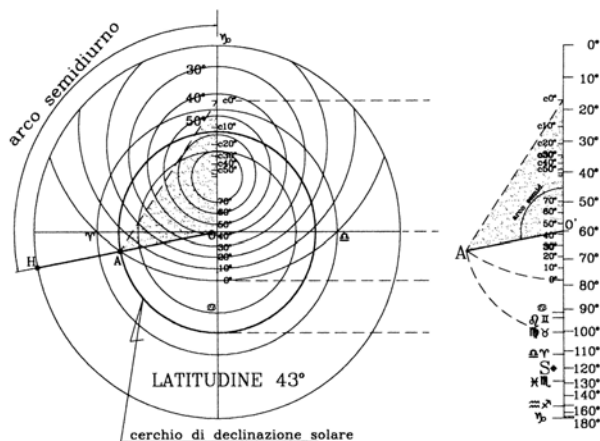


Fig. 10; Fig.11

Determining Time with the Sun.

On April 21 the sun's height is measured at $h=30^\circ$, how does one determine the time of measurement? (Fig.12) 1)

Set the plumb line at a distance $OR\gamma$

2) Adjust the tension line to $C_{30}P_{30}$ and affix on the plumb line and at C_{30}

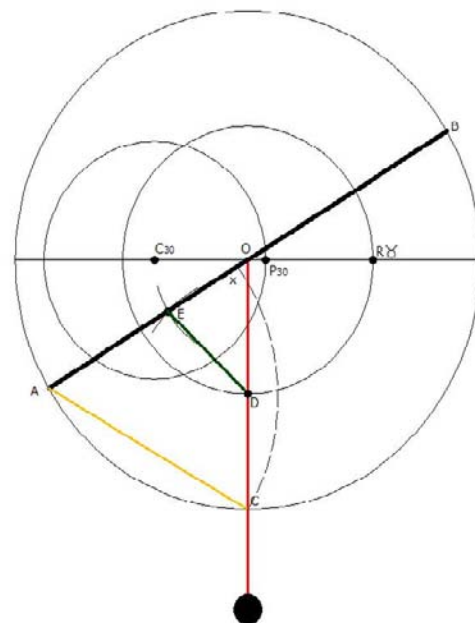
3) Rotate the staff, varying the length of the measurement line such that the plumb line remains vertical. In this way the angle of time AOD is defined.

4) This length AC (which is the cord of the angle AOD) is transferred to the scale of the cords and the value of the corresponding angle is read. Ex. $AX=58^\circ$

The time of measurement is:

$$t=12-(58/15)=8.13=8h8min$$

Fig.12



$$OD=OR\gamma \quad DE=C_{30}P_{30} \quad AX=58$$

Another example: On December 21 the Sun's height is measured at $h=20^\circ$, how does one determine the time of measurement? (Fig.13)

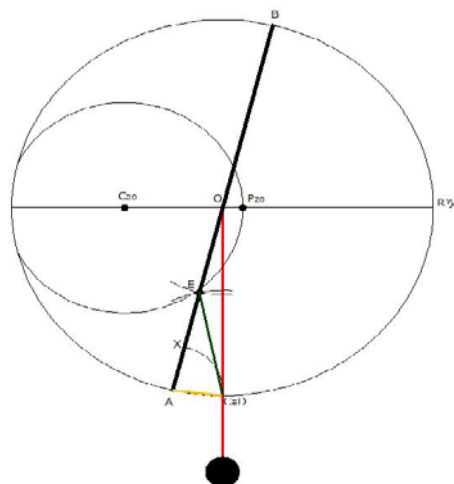


Fig.13

$$OD=OR\gamma \quad DE=C_{20}P_{20} \quad AX=115$$

- 1) Set the plumb line to a distance of OR_{γ_0}
 - 2) Adjust the measurement line to the length $C_{20}p_{20}$ and affix on the plumb line and at C_{20}
 - 3) Rotate the staff, varying the length of the measurement line such that the plumb line remains vertical. In this way the angle of time AOD is defined.
 - 4) This length AC is transferred to the scale of the cords and the value is read: Ex. $AX = 115^\circ$
- The time of measurement is:
 $t = 12 - (115 - 90/15) = 10.33 = 10h19min$

Determining time at night with the stars

The operation is the same as that described for the determining time during the day, but, it must be executed via the star S. On the Astrolabe the point of the star is placed on the almucantar as found. (in the example: 20°) The triangle thus obtained is SOC_{20}° , and the design of the staff of al-Tusi is presented in In this case, however, we have the time of the Star with respect to its culmination. On the polar astrolabe, supposing that the Sun is at the beginning of Libra, it's easy to find the corresponding time of night time by reading at point K.

To find the time with the staff of al-Tusi, it's necessary to know the difference between the right ascension of the Sun on that day and the right ascension of the star. To this end, on the staff a table of right ascensions is constructed. Thus it's easy to find the time gap between the star and the Sun, and it's possible to reconstruct at what time of night the star is in that point. As an approximate example, consider the Sun in Libra with a right ascension of 180° , while the Right Ascension of the Star is 15° : the difference is $180 - 15 = 165^\circ$, corresponding to 11 hours; this will be subtracted from the hour of the Star to obtain the local time. (Fig.14)

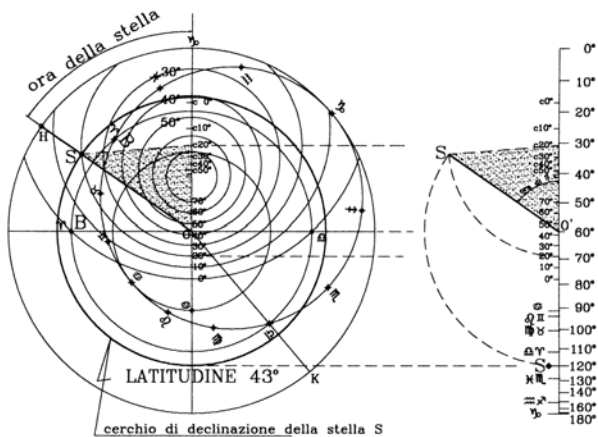
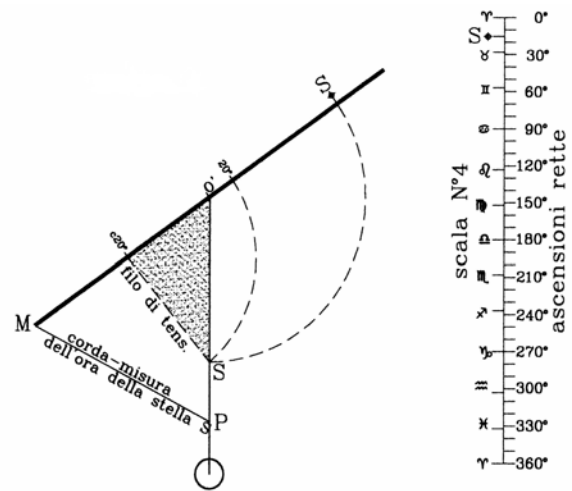


Fig.14



For example, on April 21 the altitude of Spica is measured as $h = 30^\circ$; how to determine the time of measurement? (Fig.15)

The time of the star is given by the angle AOD

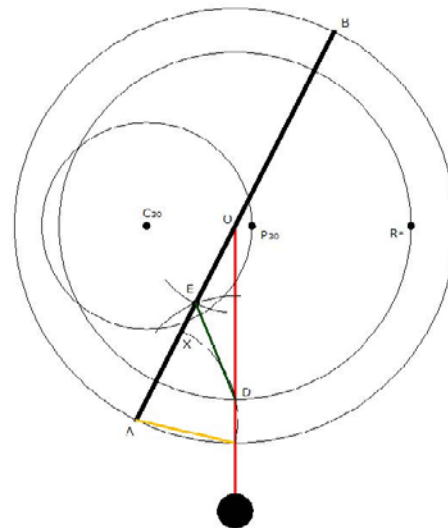


Fig..15

$$OD = OR * DE = C_{30} p_{30} \quad AX = 27$$

The hour of the Sun is given as:

$$Ts = [h + (AR^* - AR_s)]$$

AR^* right ascension of the star $AR_s = 201^\circ 25'$

AR_s right ascension of the Sun $AR_s = 29^\circ 20'$

$$\Delta AR = 172^\circ 5' = 11.47 \text{ h}$$

Hour angle of the measured star

- 1) Set the plumb line to a distance of OR^*
- 2) Adjust the tension line to a length of $C_{30}p_{30}$ and affix to the plumb line and at C_{30}
- 3) Rotate the staff, varying the length of the measurement line such that the plumb line remains vertical.
- 4) This length AC, that represents the cord of the angle AOD, is transferred to the scale of the cords and the value is read Es. $AX = 27^\circ$

The time of measurement is:

$$t = 180 - 27/15 + 11.47 = 21.67 = 21h40min$$

Observe that, if on the staff we construct on the plumb line the distance OD, equal to the radius of declination of the star, and on the tension line the length equal to the radius of

the almucatarat relative to the measured height, the angle AOD is the time of the star and the length AC of the measurement line supplies the value of this angle.

To further clarify: On June 21, the height of Altair is measured as $h=30^\circ$; how to determine the time of measurement? (Fig.16)

- 1) Set the plumb line to a distance of $OR^*=OD$
- 2) Adjust the tension line to a length of $C_{30}P_{30}$ and affix it to the plumb line and at C_{30}
- 3) Rotate the staff, varying the length of the measurement line AC such that the plumb line remains vertical.
- 4) This length AC, which represents the cord of the angle AOD, is transferred to the scale of the cords and the value is read Es. $AX=52^\circ$

AR^* right ascension of the star $AR^*=19,51h$

ARs right ascension of the Sun $ARs=6h$

$\Delta AR=13,51h$

The time of measurement is:

$$t=(180-52/15)+13.51=22,04=22h2min$$

$$OD=OR^*=DE=C_{30}P_{30} \quad AX=52$$

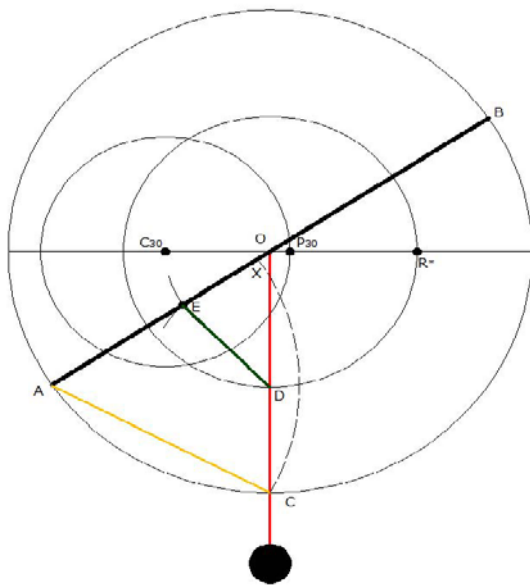


Fig.16

It's evident that the staff functions like a slide ruler which can resolve the problems correlating to the intersection of the circles of altitude and circles of declination of a celestial body.

The examples cited above demonstrate the genius of this simple instrument, with its ease of construction, use of common materials, and ease of application. Furthermore, the device permits grand and costly astrolabes to be substituted by an ordinary staff. On the negative side, there is the somewhat laborious method of use and scant precision; furthermore, application must be supported by a good knowledge of astronomy and mathematics.

The historical research that accompanied the construction of this instrument of astronomy and of calculation confirmed for me the vast astronomical knowledge and intellectual capacity of the Medieval World (especially the Islamic world). I maintain that the definition of "Dark Ages" that has accompanied this historical era is only a mix of rhetoric and prejudice.

I would like to conclude, with a touch of regret, with the words H. Michel (Ciel et Terre 1943) "most likely the staff did not add anything precious to the collections of astrolabes and could not justify the honor of their display cases. For this reason the staffs have not been preserved. Unfortunately, this is the fate of those instruments which are too modest."

I wish to thank my friend Alessandro Gunella and Jim Morrison for their valuable and decisive suggestions.

Bibliography

E.Danti: Dell'uso al fabbrica dell'astrolabio – Giunti 1578

Sedillot: Mémorial sur les instruments astronomiques des arabes – A l'Académie Royal des inscriptions et belles-lettres de l'Institut de France Paris 1844

M.Le Baron Carra de Vaux: L'astrolabe linéaire ou baton d'AlTousi – Journal Asiatique Paris 1895

H. Michel: L'astrolabe linéaire d'al-Tusi Ciel et Terre – Brussels 1943

H. Michel: Traité de l'astrolabe Paris 1947

R.D'Hollander:: L'Astrolabe – Histoire, théorie et pratique Paris 1999

E. Morrison:: The astrolabe 2007

Het artikel *Het Lineaire Astrolabium van Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī* dat in het vorige Bulletin is afgedrukt, is een bewerking van het oorspronkelijke artikel, hierboven afgedrukt, van Massimo Goretti.

Toen Massimo vroeg of zijn artikel ook interessant was voor het Bulletin, heeft Bob Franken, die een goede kennis van de schrijver is, aangeboden het werk in het Nederlands te vertalen. Bob heeft ook nieuwe tekeningen gemaakt, en de redactie heeft de formules opnieuw "gezet".

Massimo Goretti vraagt hierbij "een bijzonder en hartelijk bedanking aan Bob Franken die met intelligentie, doorzettingsvermogen en constantie de tekst heeft uitgewerkt en geschikt heeft gemaakt de Nederlandse taal. Grazie Bob"

Het is dan ook wel zuur, dat uitgerekend de naam van de schrijver, Massimo Goretti dus, niet boven het stuk staat, maar alleen die van de vertaler/bewerker, Bob Franken. Wij vragen allen, maar vooral de schrijver, ons te verontschuldigen voor dit ongelukkige voorval.

Voor alle duidelijkheid en volledigheid hebben wij het oorspronkelijke werk van Massimo in dit Bulletin afgedrukt.

Wie kent Jan Engelbrecht?

redactie

Eric Daled schrijft ons:

Ik zou graag willen weten of in jullie kring eventueel iets geweten is over ene Jan Engelbrecht, een 18de eeuwse zonnewijzermaker. Deze familienaam is ook in Vlaanderen bekend maar hier vind ik niets over hem. Misschien bij jullie ?

Met dank bij voorbaat en zonnige groet, - Eric

Wie kan Eric helpen? Antwoorden kunnen rechtstreeks aan Eric [eric.daled@skynet.be], maar Uw redacteur (zie colofon) is natuurlijk ook wel nieuwsgierig.

Contents of Bulletin 104, September 2010

R. Hooijenga

The 'Woodhenge' of Coevorden: The Palisade

H.J. Hollander

3

Artist Paul de Kort has built this double ring of wooden posts on an artificial hill near the new Ossehaar residential area. The shadows of certain posts falling on the central stump, together defining the 'Ossehaar Axis', mark four dates; two at sunrise and two at sunset. These dates divide the year in four quarters, although not exactly according to the usual calendar. These dates could in future be used for local events.

A 'palisade' was originally the name for a row of poles or stakes, such as the Romans used to defend their military camps.

Canonical and temporal hours, and St Benedict

F.W. Maes

4

Many churches have mediaeval canonical sundials, which indicate the canonical hours according to the Rule of St. Benedict. They usually consist of a horizontal gnomon and a semicircle, divided in equal sectors, on a south wall. Fig 1 shows examples. Many must have disappeared over the centuries; others were modified to some extent.

This articles addresses two questions: I. What exactly are canonical hours, what is their relation to equal (local time) hours? And II. how important is the 'blind' period before sunrise and after sunset for their intended use?

I. Fig 2 compares a 12-sector canonical dial (dashed lines) with an equal-hours sundial for local apparent time. Of course, noon, or 12 hours LAT, always coincides with 6 hours canonical. On the summer solstice, 13 hours LAT is almost exactly 7 hours canonical, but on the equinox it is closer to 7,5; and on the winter equinox, it is 9 hours canonical: three canonical hours after noon. More examples are given.

Canonical hours are defined with respect to the horizontal through the gnomon; this plane defines 0 and 12 hours: at sunrise, it is 0 hours canonical. Every rotation about the gnomon through a further 15 degrees defines the next canonical hour. Because the angle is measured on the vertical east-west plane,

some authors call the canonical hours: 'vertical hours'.

The canonical hour angle u depends on solar altitude h and azimuth Z , where $\tan(u) = -\tan(h) / \sin(Z)$.

Fig 3 shows the relation between equal and canonical hours for different latitudes. Morning hours are shown; afternoon hours are the mirror image. Note that south dials between the tropics remain dark during part of the year – up to half a year on the equator.

The lower, 0 hours line coincides with sunset. The top line for noon is always 6 hours canonical. Canonical hours differ in length even during the same day.

Fig 3 also indicates when the sun is due east. Before that instant, the dial face is in shadow; this is the blind period. If the sundial were a thin slab with the gnomon protruding on both sides, however, the canonical hours under the 'east' line could be read on the north face of the dial.

During winter, and especially in the higher latitudes, the canonical hours around noon get rather short compare to one equal hour. In summer, on the other hand, the early and late canonical hours become quite long.

The Rule of St Benedict of Nursia is his adaptation of Psalm 119, and proscribes Matins (in the middle of the night), and [Lauds (at dawn),] Prime, Terce, Sext, None, Vespers and Compline (during the day). Some canonical dials mark the third, sixth and ninth hour using a transverse line, a star, or a T, S (or M for Meridiem) and N. This worked for dials with 12, 8 or 4 sectors.

Schaldach hypothesized that the 11 or 13 sectors, sometimes seen, are really just the very wide hour lines (excluding or including the outermost lines) of a 12-sector sundial.

II. Fig 4 shows canonical vs. equal hours on the summer solstice, for different latitudes, and indicates the 'blind' periods from sunrise until 0 canonical (and again from 12 canonical to sunset). They are shortest – about 7 equal hours total – on latitudes around 45 degrees. Still, that includes the times of Prime, Vespers and Compline; and around 30 degrees latitudes, of Terce and None as well. We may assume that other time indicators were available. They could be set to sundial time when available.

Laymen were presumably less affected by canonical time keeping, being expected only to attend Lauds and Vespers.

Fig 5 illustrates the relation between canonical and temporal (antique) hours for 52 degrees latitude. As expected, 0, 6 and 12 hours coincide. Around noon, the canonical hours are much shorter than temporal hours, this being compensated for in the early and late hours.

Fig 6 gives the general case for several latitudes. Note that all temporal hours on a given day are equal to each other. Canonical hours vary greatly in length also when expressed in temporal hours, especially during winter in the higher latitudes, when the first canonical hour lasts two temporal hours, while the sixth lasts only one half temporal hour. On the other hand, during summer and on lower latitudes, canonical hours almost equal temporal hours.

The replacement of the antique, temporal hours by canonical hours meant that in North Iceland, Lauds and Vespers moved to up to one temporal hour earlier, and Terce en None an hour and a half.

In closing, the author wonders: A horizontal dial with upright gnomon would be even simpler than the vertical canonical dial, and would have no 'blind' periods. Are there any records of one having been used for serious timekeeping?

Literature, by F.W. Maes and D.L.J.M. Verschuuren 11

The Compendium: March, June 2010; BSS Bulletin: March, June 2010

Equation-of-time and Declination for 2011 T.J. de Vries 19

With an explanation of the constants used. Interference by the Moon and by the planets is accounted for.

Linear astrolabe of al-Tusi: gnomonic applications Massimo Goretti 22

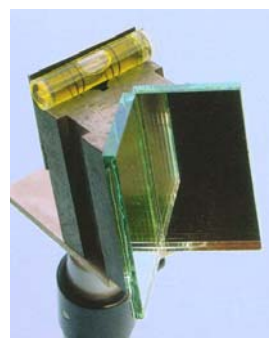
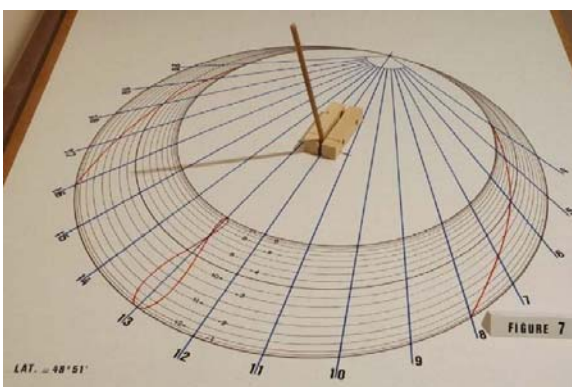
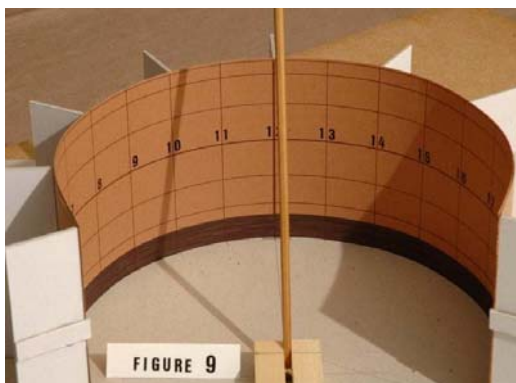
Addendum, B103 Editors 28

The contribution of Bob Franken in last instalment of the Bulletin was a translation, with subsequent editing, of the text by Massimo Goretti that we publish today. Bob had offered to do this work after Massimo had suggested that his (Massimo's) article might be of interest to the Dutch readers. Bob also made new drawings, as the ones available at the time were not suitable. The Bulletin editors supplied the layout of the equations appearing in Bob's text. In today's addendum, Massimo thanks Bob for all this work.

However, it is a pity that his name, as that of the original author, did not appear above the text. This was largely due to a misunderstanding: Bob wanted to present the text merely as an (admittedly edited) translation, and not as an *introduction and discussion*; and he assumed that Goretti's name would be over it. Bob would undoubtedly have protested against seeing his own name in the header in the final pages, but he never saw the final proof (he could not open the PDF).

Of course, eventually, all this is the editor's fault; and we apologize for any misunderstanding. On the bright side, we can virtually guarantee it will not happen again.

Colour pages of B104 Editors 31





Thibaud schrijft ons nog op de valreep:

Bij **5. Vakantietips, 5.1**, op bladzijde 15 in dit Bulletin zie je een mooie gevel van een kerk met rechts aan de gevel de beschreven zonnwijzer.

Maar wist je dat links op die gevel ook een zonnwijzer zit? In het meest linkse 'raam' zie je als je de foto goed vergroot de schaduw van twee cirkels die haaks op elkaar staan. Ik doe er een foto van hierbij en ook van de twee kanten van de beschreven zonnwijzer.

Die met die twee bogen is een aparte. Heb ik nog nooit beschreven zien staan. De verticale boog is in het meridiaanvlak, de andere boog is parallel aan de evenaar. Je krijgt dan heel interessante combinaties van de schaduwen door de seizoenen en door de dag.

