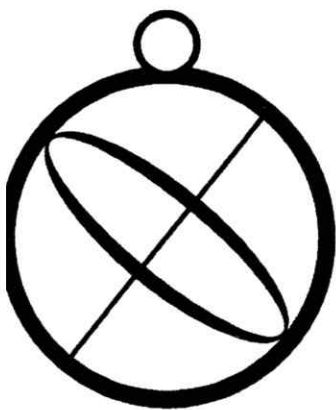
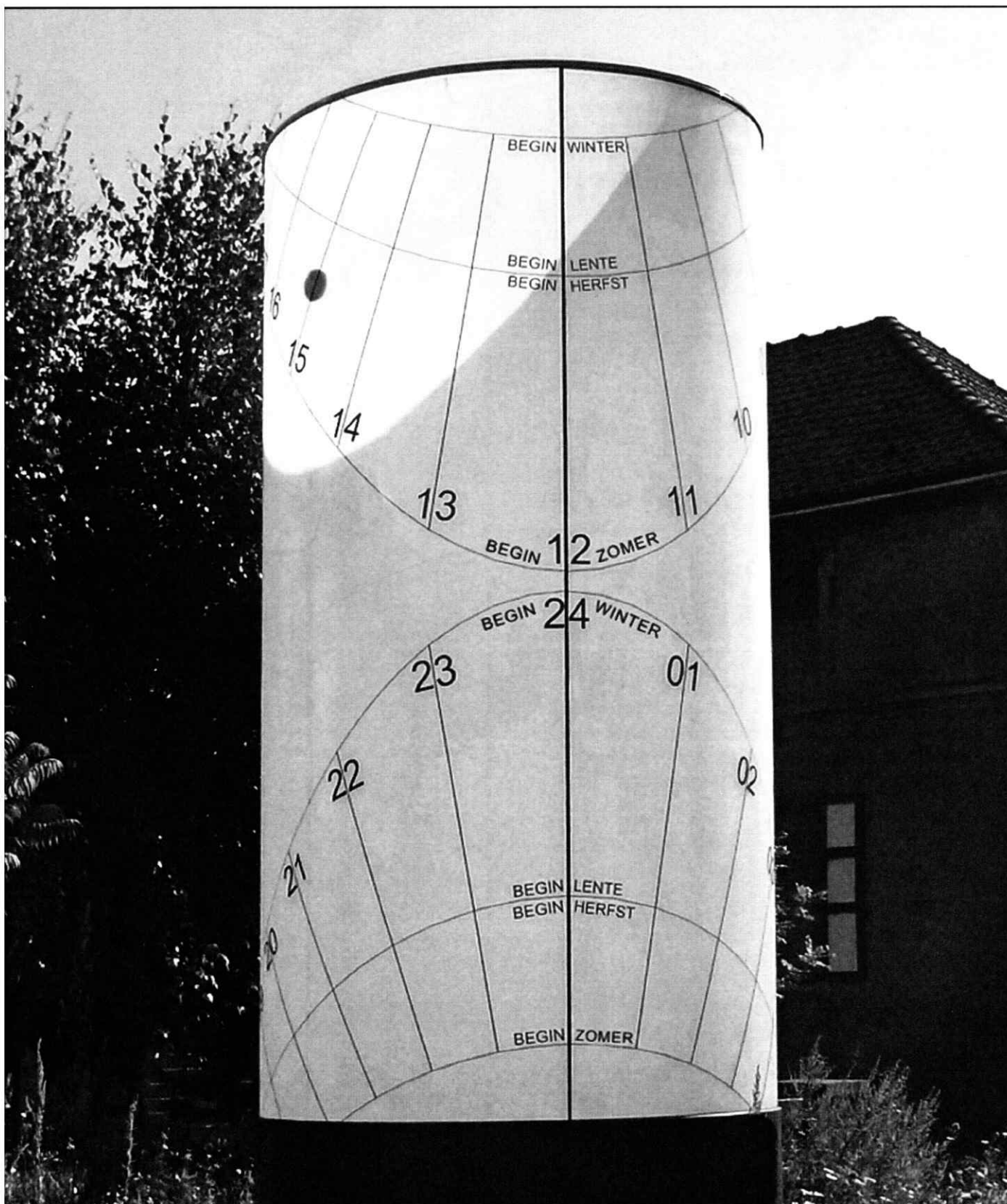




# Zonnetijdingen

2014 - 3 (71)

Tijdschrift van de Zonnewijzerkring Vlaanderen vzw



# Colofon

"Zonnetijdingen" is het tijdschrift van de Zonnewijzerkring Vlaanderen vzw.

Het verschijnt vier maal per jaar en wordt aan alle leden gestuurd via de post.

## *Redactiesecretariaat*

Eric Daled

Meidoornlaan 84

B-9320 Erembodegem (Aalst)

Tel.: 053-83 15 01

E-mail: [zkv-secretariaat@telenet.be](mailto:zkv-secretariaat@telenet.be)

## *Omslagillustratie*

Een kijkje op de in 2013 gerealiseerde cilindrische zonnewijzer in Humbeek (Grimbergen). Zie in dit verband ook: <http://www.wijzerweb.be/humbeek001A.html>

(Foto: Willy Leenders)

## *Binnenillustraties*

De auteurs, tenzij anders vermeld.

## *Opmaak en druk*

Angélique Corthals, Verenigingsservice, Aalst.

## *Verantwoordelijke uitgever*

Jan De Graeve

Meiseselaan 5

B-1020 Brussel

De auteurs zijn verantwoordelijk voor de inhoud van de door hen ondertekende artikels.

Gehele of gedeeltelijke overname van artikels is toegestaan mits bronvermelding.

ISSN 1375-9299

De Zonnewijzerkring Vlaanderen maakt deel uit van de door de Vereniging voor Sterrenkunde (VVS) erkende verenigingen en is tevens lid van Herita, een netwerkvereniging die iedereen met een hart voor erfgoed samenbrengt en ondersteunt.

---

# Inhoud

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Voorwoord                                                  | 3  |
| Het Zutphense kwadrant (deel 2)                            | 4  |
| Nieuwe zonnewijzer voor de Volkssterrenwacht               |    |
| AstroLAB IRIS                                              | 8  |
| Kathedralen en middaglijnen (deel 5)                       | 13 |
| "Tweevoudigh onderwys van de Hemelsche en Aerdsche globen" | 16 |
| Kringleven                                                 | 17 |

## Voorwoord

*In een respectabele Vlaamse krant\* lezen we onlangs, in een column van Jan Van Hove, dat de kunststroming "Impressionisme" blijkbaar begon op 13 november 1872 om 7.35 u. Die opmerkelijke precisering was kennelijk afkomstig van Donald Olson, een Amerikaanse astrofysicus die verbonden is aan de Universiteit van Texas en die zich tussendoor zowat gespecialiseerd heeft in de veelzijdige en diepgaande analyse van kunstwerken. Zo is zijn stelling over het begin van het impressionisme gebaseerd op een uiterst nauwkeurig onderzoek van het schilderij "Impression, Soleil levant" van Claude Monet - de Franse kunstenaar die omwille van dit schilderij de grondlegger van het impressionisme wordt genoemd.*

*Wij gaan hier niet nader in op de details van Olsons onderzoek dat focust op de exacte plaats van de schildersezels, de getijden, de weersomstandigheden, de stand van de zon enz. U kunt er immers zowat alles over terugvinden in genoemde column én op het internet. Wat ons een beetje intrigeert is of Olson het over de plaatselijke ware zonnetijd heeft of over een andere tijdsaanduiding.*

*Hoe dan ook: hieruit blijkt toch maar weer eens dat de zon én de baan van de aarde om de zon meer mensen inspireren dan enkele zonderlinge zonnewijzerliefhebbers.*

*En denk eraan: over enkele dagen maken we weer een bijzonder moment mee in het jaarverloop: de herfstevening. Vanaf dan neemt de duisternis weer de overhand op het licht ...*



*De redactie*

(\*) De Standaard, Bijlage Cultuur, Media & Wetenschap, 22 augustus 2014.

## Het Zutphense kwadrant (deel 2)

In *Zonnetijdingen* nr. 68 meldden wij u de vondst van een 14de eeuwse kwadrant in de Nederlandse stad Zutphen. Het hiernavolgende artikel werd geschreven door dr. John Davis naar aanleiding van zijn lezing op de vergadering van de *British Sundial Society* in Newbury (GB) op 21 september 2013. De oorspronkelijke Engelstalige versie verscheen in het *BSS-Bulletin* van maart 2014. Het eerste deel van de Nederlandstalige vertaling verscheen in *Zonnetijdingen* nr. 70 (juni 2014). Het tweede deel ervan volgt hieronder. De nummering van de illustraties en de referenties loopt dus door. Hier past ook een woord van dank aan dr. John Davis voor zijn toestemming om deze vertaling in ons tijdschrift te publiceren.

### Het Zutphense kwadrant meetkundig bekeken

Aangezien er enkel traditionele euclidische meetkunde, een liniaal, een passer en een graveernaald aan te pas kwam, is het interessant om even stil te staan bij de wijze waarop dit kwadrant werd getekend, evenals bij de informatie die daarvoor was vereist.

Het is interessant om even stil te staan bij de wijze waarop dit kwadrant getekend moet zijn, waaraan alleen traditionele euclidische meetkunde, een liniaal, een passer en een graveernaald te pas kwamen, en welke informatie daar verder voor nodig was. Een voorbeeld van het ontwerp van een kwadrant voor gelijke uren is te vinden in het manuscript Bodleian MS Ashmole 19 (f. 54)<sup>16</sup>.

De eerste stap was de constructie van de gradenboog. Zodra de begrenzendende kwartcirkel met een passer was getrokken, kon men vanuit het snijpunt van deze boog met de linker- en rechterzijde van het kwadrant, met dezelfde passeropening, twee andere bogen trekken. De snijpunten van deze twee bogen met de kwartcirkel gaven de punten van 30° en 60°, terwijl het snijpunt van deze twee bogen onderling het punt van 45° gaf, dat het kwadrant middendoor deelt. Er bestaat geen meetkundige methode om een hoek (van 30° in dit geval, red.) in drie gelijke delen te verdelen, maar met enig proberen bereikte een ervaren tekenaar wel een aanvaardbaar resultaat. Deze stukken van 10° konden opnieuw worden verdeeld in twee gelijke delen van 5° en de verdere verdeling in stukken van 1° kon zowat op zicht. Opmerkelijk is dat de maker van het Zutphense kwadrant de kwartcirkel niet volledig onderverdeeld heeft, maar zich beperkt heeft tot 63° - de maximale zonshoogte op zijn breedtegraad.

De volgende stap was de rechterzijde van het kwadrant doormidden te delen om het middelpunt te bepalen van de halve cirkel die het middaguur aangeeft. Tot hier was de constructie universeel en vereiste ze geen verdere gegevens. Om de declinatiebogen te tekenen waren er verscheidene mogelijkheden. Een ervan was tabellen te raadplegen van de plaatselijke maximale zonshoogte op het tijdstip dat de zon intreedt in elk teken van de Dierenriem. De belangrijkste intredepunten zijn die van de Ram

en van de Weegschaal omdat ze de eveningspunten zijn. Deze zonshoogten werden opgezocht op de gradenboog. Vervolgens trok men een lijn vanuit het hoekpunt (de apex) van het kwadrant naar het punt van de bijbehorende zonshoogte. Het snijpunt van die lijn met de middagcirkel gaf de straal van de declinatieboog. Het was dan eenvoudig om een aantal bogen te graveren met het middelpunt in de apex en door de bijbehorende snijpunten.

Tot slot moesten de uurlijnen worden getekend. Daarvoor waren opnieuw tabellen nodig, in dit geval van de zonshoogte op drie specifieke tijdstippen: de twee eveningen, de zomerzonnewende en de winterzonnewende óf de laatste datum waarop de zon zich op een bepaald uur nog net boven de horizon bevond. De maker ging er nu van uit dat de uurlijn een cirkelboog is door deze drie punten. Wiskundig is dat niet exact, zeker niet bij hogere breedtegraden<sup>17</sup>, maar de fouten zijn klein en die vereenvoudiging was eeuwenlang gebruikelijk bij instrumentmakers, tot computertechnologie beschikbaar kwam. Volgens de euclidische meetkunde gaat er door drie punten slechts één cirkel. Het middelpunt ervan vinden met passer en liniaal is een eenvoudig werkje. Als dat middelpunt was gevonden, kon men de cirkelboog trekken en was het kwadrant in feite klaar.

Om de gelijke-urenversie van een *quadrans vetus* te tekenen zijn tabellen nodig van de zonshoogte als functie van de datum voor elk gelijk uur. Deze zijn te vinden in de literatuur, maar ze zijn niet wijd verspreid. Er is een Engels voorbeeld van omstreeks 1400, opgesteld door Robert Stikford in de Sint-Albanusabdij<sup>18</sup>. Die tabel geldt voor slechts één breedtegraad. Het bestaan van oudere kwadranten bewijst dat er een eeuw eerder al zulke tabellen waren.

Nu we de constructievolgorde kennen is het mogelijk om, via zg. *reverse-engineering*, een aantal gegevens van het Zutphense kwadrant te vinden, met name: de breedtegraad waarvoor hij bedoeld was, de helling van de aardas die de opsteller van de zonshoogte-tabellen gebruikte en de nauwkeurigheid van de instrumentmaker.

Eerst zoeken we de breedtegraad  $\varphi$  waarvoor het instrument ontworpen was. Dat kan op verschillende wijzen. De eenvoudigste, meest directe en vermoedelijk ook meest nauwkeurige gaat ervan uit dat, bij de eveningen, de zonshoogte op het middaguur ( $a_{ne}$ ) eenvoudigweg gelijk is aan<sup>19</sup>

$$a_{ne} = 90^\circ - \varphi.$$

Nu trekken we, op een 'nauwkeurige'<sup>20</sup> foto van het kwadrant, een lijn vanuit de apex door het punt waar de declinatielijns van de eveningen de middagcirkel kruist en verlengen deze tot aan de gradenboog. Daar kunnen we voor  $a_{ne}$  de waarde van  $38,0^\circ$  aflezen. Dat betekent dat het instrument ontworpen was voor een breedte van  $52,0^\circ$ . Die breedtegraad is zowat die van Zutphen ( $52,1^\circ$  N.B.). Een kleine fout op de gemeten waarde is mogelijk omdat het moeilijk is om exact te bepalen waar de apex precies ligt (die wordt verborgen door het oogje). Hetzelfde geldt voor het snijpunt van de equinoxboog met de middagcirkel. Het is dus onzeker of het kwadrant werkelijk was gemaakt voor de stad Zutphen zelf. Het is evenwel zeker dat het was gemaakt voor een plaats in het noordelijke deel van Europa en dat het alleszins bruikbaar was in Zutphen.

Een tweede methode om de breedtegraad van het instrument terug te vinden, is door uit te gaan van:

$$\varphi = 90^\circ - \frac{1}{2} (a_{ns} + a_{nw})$$

Hierin is  $a_{ns}$ , resp.  $a_{nw}$ , de zonshoogte op het middaguur tijdens de zomer-, resp. de winterzonnewende. De waarden van  $62,8^\circ$  en  $14,0^\circ$  die werden gemeten op het kwadrant geven een breedtegraad van  $51,6^\circ$  aan. Dat stemt redelijk overeen met de hierboven gevonden waarde. Ook hier is een kleine afwijking mogelijk door de gebruikte graveer- en meetmethode.

De parameters  $a_{ns}$  en  $a_{nw}$  komen ook terug in de formule

$$\varepsilon = \frac{1}{2} (a_{ns} - a_{nw})$$

Hierin is  $\varepsilon$  de helling van de aardas. De waarde van  $24,4^\circ$  die hieruit volgt is groter dan de  $24^\circ$  of  $23\frac{1}{2}^\circ$  die we terugvinden in middeleeuwse manuscripten.

Hier moet opnieuw rekening worden gehouden met een kleine fout door zowel de meetmethode als de layout van het instrument. Het feit dat de schaal van de gradenboog slechts tot  $63^\circ$  loopt wijst er ook op dat het kwadrant bestemd was voor gebruik op  $51^\circ$  of  $52^\circ$  N.B. Het geeft ook aan dat het alleen bestemd was voor het meten van de hoogte van de zon en niet die van, bijvoorbeeld, torens of andere hemellichamen.

Nu willen we achterhalen hoe de declinatie- c.q. datumlijnen werden getrokken. De straal van de belangrijkste datumbogen, die van de eveningen en de zonnewenden, werd opgemeten door cirkels te passen over de gegraveerde cirkels op een foto van het kwadrant. Daar toe werd de foto geïmporteerd in een tekenprogramma (TurboCad™). De grootte van de straal werd daarna 'genormaliseerd' door deze te delen door de diameter van de middagcirkel. De waarden zijn te vinden in Tabel 1, samen met die voor twee Richard II- kwadranten (fig. 8 toont een ervan). In de tabel zijn ook de theoretische waarden aangegeven voor een breedtegraad van  $52^\circ$  en een helling van de aardas van  $24^\circ$  (= de declinatie bij de zonnewenden). De theoretische waarden zijn

$$r_n = \sin (90^\circ - \varphi + \delta)$$

waarbij  $r_n$  de genormaliseerde straal van de declinatielijns is en  $\delta$  de zonsdeclinatie.

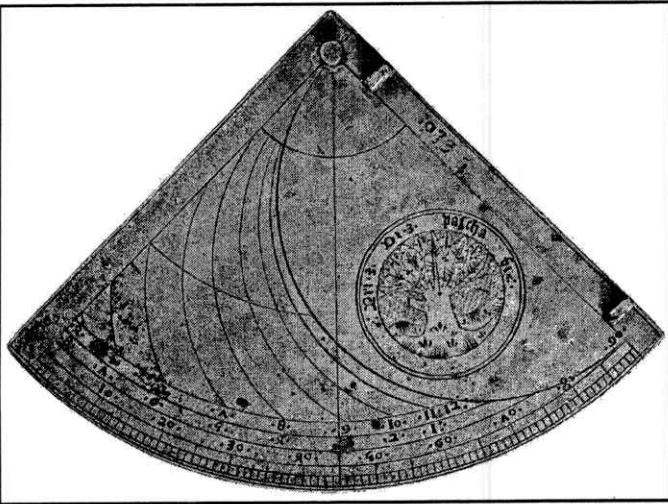


Fig. 8. Het Richard II-kwadrant van 1398 in Dorchester. (Foto gemaakt door de auteur, met dank aan het Dorset County Museum).

|                  | Zutphen | Dorset Museum<br>Richard II | Bonhams<br>Richard II | Theoretisch |
|------------------|---------|-----------------------------|-----------------------|-------------|
| Zomerzonnewende  | 91,2    | 89,3                        | 88,9                  | 88,7        |
| Eveningen        | 64,0    | 63,6                        | 61,2                  | 62,3        |
| Winterzonnewende | 24,2    | 25,2                        | 23,4                  | 25,0        |

Tabel 1. Vergelijking van de stralen van de declinatiebogen bij drie kwadranten voor gelijke uren (telkens uitgaande van een diameter = 100 van de middagcirkel). Als helling van de aardas is  $24^\circ$  genomen en als breedtegraad  $52,0^\circ$ . Zie ref. 11 voor details over de Richard II-kwadranten.

Tabel 1 toont aan dat de waarden voor het Zutphense kwadrant in grote trekken overeenstemmen met die van beide ietwat latere Richard II-kwadranten evenals met de theoretische waarden. Testen met andere parameterwaarden bevestigen de veronderstelde breedtegraad en helling van de aardas.

Een vergelijkbare exercitie kan uitgevoerd worden op de uurbogen. Het resultaat vindt men in fig. 9, waaruit blijkt dat de cirkels in dit geval niet duidelijk geordend zijn. De meting van de zonshoogte bij de eveningen (waar de helling van de aardas geen rol speelt) geeft een fout aan die oploopt tot 1,7° voor de bogen van 3 en 9 uur (zie tabel 2). Dit is een aanwijzing dat het instrument en/of de gebruikte tabellen niet al te nauwkeurig waren.

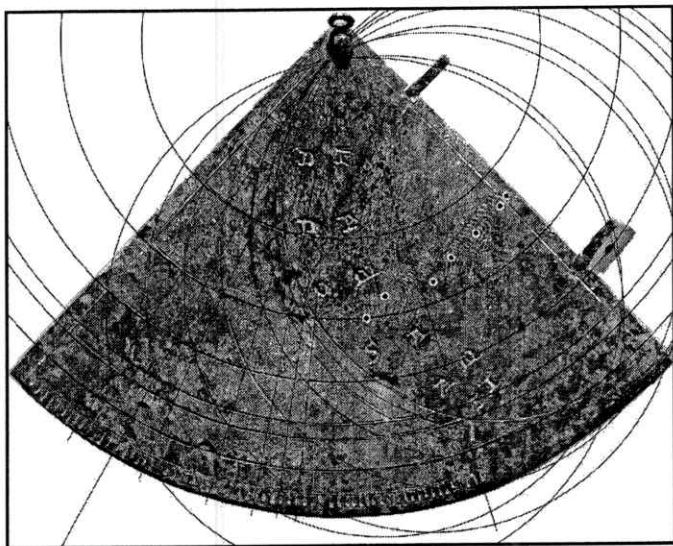


Fig. 9. Orthogonale foto van de voorzijde van het Zutphense kwadrant, met eroverheen de best passende uurbogen. De witomrande punten zijn de middelpunten van de cirkels.

| Uur  | Zonshoogte op de eveningen (°) |             | Fout (°) |
|------|--------------------------------|-------------|----------|
|      | Gemeten                        | Theoretisch |          |
| 12   | 38,0                           | 38,0        | 0        |
| 1 11 | 35,7                           | 36,5        | 0,8      |
| 2 10 | 33,0                           | 32,2        | - 0,8    |
| 3 9  | 27,5                           | 25,8        | - 1,7    |
| 4 8  | 18,1                           | 17,9        | - 0,2    |
| 5 7  | 8,5                            | 9,2         | 0,7      |
| 6 6  | 0                              | 0           | 0        |

Tabel 2. Theoretische en gemeten waarden van de zonshoogte op het middaguur van de eveningen voor het Zutphense kwadrant. De theoretische waarden zijn gebaseerd op een breedtegraad van 52° (dicht bij het optimum).

## Metallurgie

Gegevens over de samenstelling van het materiaal waaruit een instrument is gemaakt vormen extra aanwijzingen over de oorsprong en de geschiedenis ervan. Ze dragen ook bij tot de kennis van de metaalwinning en -bewerking, de gebruikte smeltmethodes, de vindplaatsen en de verspreiding in het middeleeuwse Europa, een onderwerp waarover opvallend weinig betrouwbare informatie te vinden is.

De samenstelling van het kwadrant werd onderzocht door middel van Röntgenfluorescentiespectrometrie (XRF)<sup>21</sup>. Deze methode heeft het voordeel dat ze snel en niet-destructief is, en ook geen sporen achterlaat. De resultaten zijn betrouwbaar op voorwaarde dat het meetsysteem deskundig wordt geijkt met geschikte ijkstalen. Ze levert echter een analyse van het oppervlak (met een grootte van enkele millimeters), waardoor ze geen goede waarden kan geven voor de diepere lagen van het voorwerp.

De resultaten worden weergegeven in tabel 3, met ter vergelijking die van vier andere instrumenten uit dezelfde periode. Het eerste wat opvalt is dat het Zutphense kwadrant van messing is met een zeer laag zinkgehalte. [In het rapport van Fermin heet het "tombak (rood messing)".] Dit kan men verwachten van een 'Europees' instrument omdat daar betrekkelijk weinig tinerts te vinden is. (Merk op dat het Richard II-kwadrant, dat op het eerste gezicht een 'Engels' instrument is, toch op het Europese vasteland zou kunnen gemaakt zijn, bijv. in Parijs. Het was immers een zeer waardevol object dat voor het koninklijk hof was bestemd. Het is dan ook gemaakt van messing met een hoog zinkgehalte.)

Het Zutphense kwadrant en het latere Grafendorfcompendium hebben beiden een beduidend lager zinkgehalte, wat typerend is voor de vroege 14de eeuw en beschouwd kan worden als een 'gewone' messingkwaliteit. De twee Engelse instrumenten daarentegen (de *quadrans novus* van Canterbury en het *horologium* van Norfolk) bevatten beiden een aanzienlijke hoeveelheid tin (en in mindere mate lood), wat een plaatselijke herkomst lijkt te bevestigen. Deze conclusies kunnen niet als definitief beschouwd worden aangezien in de gegevensbank onvoldoende vergelijkingsmateriaal beschikbaar is. Ze bevestigen wel het vermoeden dat de instrumenten, inclusief het Zutphense kwadrant, werden gemaakt in de buurt van de plaats waar men ze gebruikte.

Het Zutphense kwadrant is lichtjes verbogen en vertoont minstens twee duidelijke barstjes, die vanaf de markeringen van 14° en 34° naar binnen lopen. Het zijn duidelijk 'seizoensbarsten' langs de korrelstructuur in het messing, als gevolg van de blootstelling aan aarde die gewoonlijk ook een kleine hoeveelheid ammonia bevat<sup>22</sup>. Gezien de lange blootstelling, is de messingkwaliteit zeker niet minderwaardig te noemen.

| Instrument                             | Datum   | Cu | Zn   | Sn  | Pb     | Andere               |
|----------------------------------------|---------|----|------|-----|--------|----------------------|
| Zutphense kwadrant <sup>a</sup>        | ca.1300 | 85 | 12,5 | 0,5 | 0,2    | 0,3 % Ag<br>0,7 % Fe |
| Richard II-kwadrant <sup>b</sup>       | 1396    | 78 | 22   |     | sporen |                      |
| Grafendorf-compendium <sup>c</sup>     | ca.1450 | 79 | 12   | 0,8 | 2      | 1,4 % Fe             |
| Canterbury-quadrans novus <sup>d</sup> | 1388 ?  | 87 | 5,3  | 3,4 | 1,5    | 0,2 % Ag<br>0,6 % Fe |
| Norfolk-horologium <sup>e</sup>        | ??      | 77 | 12   | 7,4 | 2,4    | 0,2 % Ag<br>0,9 % Fe |

Tabel 3. Samenstelling van de metaallegeringen van het Zutphense kwadrant en vier andere middeleeuwse tijdmeetinstrumenten (in gewichtspercentage gemeten met de XRF-methode). De eerste drie instrumenten hebben een zeer laag tingehalte en mogen geklasseerd worden als vervaardigd uit 'continentale messing'. Voor de twee laatste is zg. 'Engelse messing' gebruikt.

- Metingen uitgevoerd door Dr. Bertil van Os van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE).
- Een van vier bekende instrumenten (1396-1400), dit is het vroegste (ingehouden door Bonhams in 2012). De gegevens werden geleverd door Christopher Becker. De twee instrumenten in het British Museum hebben een vergelijkbare samenstelling (gegevens afkomstig van Dr. Susan La Niece en de auteur).
- Opgegraven in het Grafendorf-kasteel nabij Wenen. Analyse door Prof. Dipl. Ing. Dr. Manfred Schreiner (Akademie der Bildenden Künste), medegedeeld door Dr. Ronald Salzer.
- Gevonden in Canterbury tijdens opgravingen; momenteel in het British Museum. Analyse door Dr. Brian Gilmour en Dr. Peter Northover (Oxford University).
- Gevonden met behulp van een metaaldetector. Analyse door Dr. Brian Gilmour (Oxford University).

## Implicaties en slotopmerkingen

Het Zutphense kwadrant is een belangrijke vondst. Met zijn vrij zekere datering van ca. 1300 (men mag ervan uit gaan dat het enkele jaren ouder is dan de grondlaag waaruit het is opgegraven), bewijst het dat kwadranten voor gelijke uren van dit type bijna een eeuw eerder in Europa werden gebruikt dan algemeen werd aangenomen. Het ontwerp ervan vloeit eenvoudig voort uit het vroegere basistype *quadrans vetus* voor één enkele breedtegraad en voor ongelijke uren, maar het was niet zo lastig in het gebruik als het geavanceerde *quadrans novus* of astrolabisch kwadrant dat in Europa verscheen in het begin van de 14de eeuw. Waarschijnlijk stond dit, rechtstreeks of indirect, in verband met het verschijnen van de eerste torenuurwerken omstreeks die tijd. Het duurde niettemin lang voordat het gebruik van ongelijke uren volledig verdween. En het duurde nog een eeuw alvorens horizontale en verticale zonnewijzers met poolstijlen ontwikkeld werden in Europa - hoewel hoogtemetende zonnewijzers (bijv. cilindrische zonnewijzers) al veel eerder bestonden.

Het Zutphense kwadrant roept een aantal vragen op die nog niet beantwoord kunnen worden. De eerste is wie de gebruiker ervan was. Waarschijnlijk was

het een ontwikkelde handelaar, rijk genoeg om zich een dergelijk instrument te kunnen veroorloven, intelligent genoeg om het te kunnen gebruiken én geïnteresseerd in de juiste tijd. Verschillende verwijzingen naar de tijdmeting in *The Canterbury Tales* van Geoffrey Chaucer tonen aan dat dit een vrij nieuw verschijnsel was. Handelaars in een Hanzestad en -haven hadden veel praktische redenen om de juiste tijd te willen weten. Het kwadrant zou daarvoor meer dan nauwkeurig genoeg zijn geweest en zijn breedtegraad van 52° zou een groot aantal andere Hanzehavens bestreken hebben, misschien met inbegrip van Engelse Hanzehavens als Norwich en Lynn (later Bishop's Lynn, daarna King's Lynn) in Norfolk.

De volgende vragen zijn: wie maakte het kwadrant en waar? Buiten het atelier van Jean Fusoris in Parijs, bijna een eeuw later, kennen we geen makers van wiskundige instrumenten in die periode. De samenstelling van de metaallegering én de breedtegraad laten vermoeden dat het min of meer ter plaatse werd vervaardigd of tenminste op het Europese continent. Of er één of meerdere ateliers van instrumentmakers waren, zal echter via andere bronnen moeten worden bewezen. De geschiedenis van de kwadranten kan wat dat betreft vergeleken worden met die van 14de eeuwse Europese astrolabia en naviculae<sup>23</sup>, waarvan men eveneens weinig weet over instrumentmakers en hun ateliers.

## Dankwoord

Ik ben de Zutphense archeoloog Bert Fermin uitermate dankbaar voor het feit dat hij mij op de hoogte heeft gebracht van de vondst, voor de vele verhelderende discussies en voor de toestemming om uitgebreid uit het officiële verslag (ref. 1) te citeren. Zijn collega's Davy Kastelein, Michel Groothedde en Elisa de Vries stelden tekeningen en ander informatiemateriaal ter beschikking. Dr. Jenny Cripps (Dorset County Museum) was zo vriendelijk mij het Richard II-kwadrant in Dorchester te laten bestuderen, terwijl Christopher Becker mij waardevolle foto's en XRF-gegevens bezorgde van het Richard II-kwadrant van 1396 dat zich nu in Australië bevindt. Brian Gilmour (Oxford Research Laboratory for Archaeology and the History of Art) bezorgde mij een aantal XRF-resultaten. Ronald Salzer (Universiteit van Wenen) bezorgde mij inlichtingen over het Grafendorf-compendium en Michael Lowne stimuleerde een aantal nuttige discussies.

John Davis (GB)  
[john.davis@btinternet.com](mailto:john.davis@btinternet.com)

## Referenties en toelichtingen

16. Het diagram in MS Ashmole 19 (f.54) is te zien in Gunther (ref. 8), p. 172.
17. J.E. Morrison: *The Astrolabe*, Janus, Rehoboth Beach (2007). De formules voor het kwadrant voor ongelijke uren staan op p. 213-220; die voor het effect van de breedtegraad op de afwijkingen ten opzichte van de perfecte cirkelvorm op p. 220.
18. J. Davis: 'Robert Stikford's "De Umbris Versis et Extensis"', BSS Bulletin 23 (iv), p. 24-28 (december 2011).

19. Deze en de andere vergelijkingen kan men afleiden uit de basisbeginselen of basisteksten met betrekking tot zonnewijzers.
20. 'nauwkeurig' betekent hier dat de foto werd genomen met een camera exact evenwijdig aan het kwadrant en met een minimale beeldvervalsing door de lens. In het geval van het Zutphense kwadrant was dat niet gemakkelijk omdat het lang niet vlak is. Als gevolg daarvan stemmen de computermatig getekende bogen niet altijd overeen met die van de foto.
21. Ik ben dank verschuldigd aan dr. Bertil van Os van de Nederlandse Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) voor de XRF-metingen en aan Bert Fermin voor de organisatie ervan. De bronnen van andere gegevens worden vermeld onder de tabel.
22. Zie, bijvoorbeeld, *Stress Corrosion Cracking*, National Physical Laboratory, [www.npl.co.uk/upload/pdf/stress.pdf](http://www.npl.co.uk/upload/pdf/stress.pdf), HMSO (2000).
23. C. Eagleton: *Monks, Manuscripts and Sundials: the Navicula in medieval England*, Brill Academic Publishers (2010).

De Nederlandse vertaling van dit artikel werd gemaakt door André Reekmans, bestuurslid van de Zonnwijzerkring Vlaanderen vzw. De eindredactie ervan werd verzorgd door Eric Daled, bestuurslid en secretaris van dezelfde vereniging, in overleg met Frans Maes, lid van de Zonnwijzerkring Nederland.

## Rechtzetting

In de bijschriften bij de illustraties 3, 4, 5 en 6 is een naam foutief geschreven: het gaat immers om Bert Fermin (zie deel 1 van dit artikel in Zonnetijdingen nr. 70).

# Nieuwe zonnwijzer voor de Volkssterrenwacht AstroLAB IRIS

Na de tentoonstelling van de zonnwijzermaquettes van Aimé Pauwels (september 2011 - februari 2012) in het AstroLAB IRIS te Zillebeke (leper), stelden enkele stafleden van deze project- en volkssterrenwacht voor om tegen de westelijke muur van hun gebouw (50,818° N en 2, 909972° O) een verticale zonnwijzer te plaatsen.

Het zonnwijzerontwerp moest aansluiten op de educatieve doelstelling van de twee huidige plaatselijke observatoria (AstroLAB I & II), waar uitgebreide astronomische waarnemingen worden gedaan. De zonnwijzer moest ook duidelijk zichtbaar zijn vanaf de Verbrandemolenstraat, de weg die gebruikt wordt door de bezoekers van het provinciaal domein "De Palingbeek". Mede daarom was het de uitdrukkelijke wens om zowel de zonnetijd als de kloktijd aan te geven. Ontwerp en realisatie verliepen in verscheidene fasen.

## Muuriëntatie AstroLAB I

Voor het meten van de muuriëntatie werden twee verschillende methoden gebruikt:

- via het tijdstip waarop de zon de muur gaat 'bezonnen';
  - met een blokwinkelhaak (als alternatieve controle).
- Bij de eerste meting op 8 maart 2011 was er cumulatieve van de zon met de muur om 10h 46m.

Hieruit werd berekend dat:

- het azimut van de zon =  $+321,9^\circ$   
( $38,1^\circ$  Oostelijk van het Zuiden);
- de westelijke muurdeclinatie =  $+51,9^\circ$ .

Diezelfde dag was er om 16h 09m cumulatief van de zon met de haakse muur en stond de zon dus loodrecht op de westelijke muur; het berekende zonsazimut =  $+51,6^\circ$  (gelijk aan de muurdeclinatie). Bij de tweede methode met de blokwinkelhaak met hoogte  $H = 266$  mm, werd om 13h 16m een schaduwlengthe  $S = 394$  mm gemeten<sup>1</sup>.

Uit deze gegevens werden met een Excel-programma volgende gegevens berekend:

- de zonshoogte  $B = 34,1^\circ$ ;
- de zonsazimut  $A = +4,8^\circ$ ;
- de muurdeclinatie  $D = +52,3^\circ$ .

Als muurdeclinatie werd het afgeronde gemiddelde genomen van vijf metingen ( $51,6^\circ / 52,3^\circ / 52,7^\circ / 53,2^\circ$  en  $51,8^\circ$ ) =  $52,3^\circ$  of  $+52^\circ$  W.

## Inplanting

De keuze voor de westelijke muur van het AstroLAB I lag voor de hand omdat hij, op zowat 15 m afstand, evenwijdig loopt met de toegangsweg naar het provinciaal domein. In de muur zit een toegangsdeur tot de sterrenwacht, met links erboven een balkondeur met een metalen balustrade. Plaatsing van de zonnewijzer boven die deur was geen optie aangezien daar vaak affiches e.d. gehangen worden. Bovendien staat er vlakbij een hazelaar die, vooral 's zomers, het zicht kan belemmeren. Daarom werd uiteindelijk beslist de zonnewijzer naast die deur te plaatsen binnen een 'kader' van  $160 \times 320$  cm en met de onderrand op 250 cm hoogte (zie fig. 1).

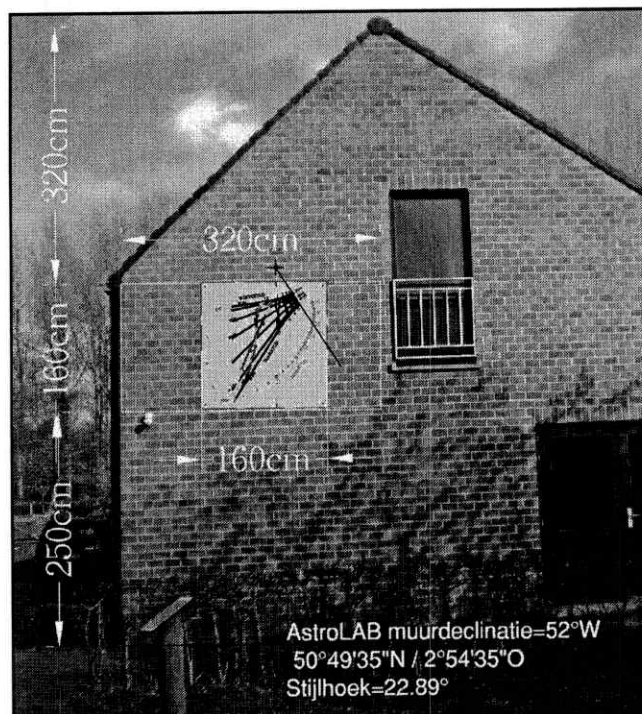


Fig. 1. Een kijkje op de westelijke muur van het AstroLAB I met aanduiding van de voorziene plaatsing van de zonnewijzer.

## Bezonning van de muur

De bezonningstijd voor de westelijke muur is weergegeven in fig. 2 (pag. 10).

De zon is actief op deze muur bij een azimut begrepen tussen  $142^\circ$  en  $322^\circ$  (declinatie  $+90^\circ/+270^\circ$ ) en dat is ten vroegste om 9h 12m (10h 54m) op 22 november en ten laatste om 19h 29m (21h 21m) zonnetijd (zomertijd) op 21 juni. De bezonning van de muur wordt echter onderbroken door:

- de omliggende boomgrens die op  $5^\circ$  hoogte ligt;
- het provinciaal boswachterhuis op  $+97^\circ$  W, met zijn dakhoogte van  $19^\circ$ .

De zon zal achter dat huis verdwijnen van 16 mei tot 29 juli en dit na 19h 03m (20h 49m) zonnetijd (zomertijd). In fig. 3 (pag. 10) wordt, op het zonnewijzertafereel en in kloktijd, het zonnetraject weergegeven (met analemma's), incl. de aanduiding van boomgrens, boswachterhuis en schadw grens.

## Ontwerp

Het zonnewijzertafereel geeft de tijd aan

- in plaatselijke zonnetijd van 10 h tot 18 h, in stappen van  $\frac{1}{4}$  h;
- in officiële kloktijd van 13 h tot 17 h zomertijd, resp. 12 h tot 16 h wintertijd met analemma's, in stappen van  $\frac{1}{2}$  h.

Daarnaast zijn zeven zonsdeclinatielijnen voorzien die als datumlijnen zijn weergegeven.

Alle coördinaten werden berekend met een Excel-programma en verwerkt in een AutoCAD-programma. De leesbaarheid van het tafereel werd een eerste maal gecontroleerd door een projectie ervan op ware grootte, nl.  $150 \times 150$  cm, op een scherm in de vergaderzaal van het AstroLAB. Vorm en afmeting van de gebruikte karakters, evenals hun kleur en positie op het ontwerp, werden nadien waar nodig aangepast.

Daarna werd een digitale zwart/wit-afdruk van het tafereel op ware grootte gemaakt op papier. Deze afdruk werd op een houten plaat gekleefd die op de betrokken muur werd bevestigd samen met een voorlopige poolstijl. Uit deze tweede controle bleek dat de berekeningen exact en dat de gegevens goed leesbaar waren vanaf de toegangsweg. De nauwkeurigheidsgraad van de stijl-schaduw bedroeg een paar minuten.

## Productie

Daarop werden verscheidene producenten van buitenbestendige borden gecontacteerd (zie tabel 1 pag. 10). De meeste fabrikanten konden slechts een levensduur van 3 tot 8 jaar garanderen (onbeschermde buitenbord). Enkele fabrikanten konden de zonnewijzer enkel in twee delen leveren of slechts in een dikte van 2 mm (wat extra versteviging vereiste bij de montage).

Uiteindelijk bleek dat de firma SignTec in Harelbeke de langste levensduur kon garanderen door het tafereel te graveren in Trespa-plaat<sup>2</sup> en dan in te kleuren met een speciale lak.

In mei 2013 werd de bestelling daar dan ook geplaatst, met toevoeging van de technische tekening (zie fig. 4 pag. 11) en de DXF-data voor de sturing van de CNC-graveermachine. De aanvullende specificaties waren:

- materiaal: Trespa Meteon A22.2,1/ST, Bluish Grey; 8 mm dikte; buitenmaat = 1500 mm x 1500 mm.
- graveerbreedte: datumlijnen = 3 mm; analemma's = 4 mm; kleurafstand = 10 mm; tekst = 4 mm.
- graveertolerantie:  $\pm 0,2$  mm.
- lakkleuren: rood = RAL 3020; groen = RAL 6038; blauw = RAL 5012; zwart = RAL 9005.

De totale kosten van het project bedroegen ca. 1.400 euro (tafereel + poolstijl + stijlmechanisme + verplaatsingen + varia). Waar mogelijk werd gebruik gemaakt van bestaande materialen om de kosten te drukken. De tijd die besteed werd aan de voorbereidingsfasen was op vrijwillige basis.

## Montage

In de werktekening met de montage-instructies (fig. 5 pag. 11) zijn de afmetingen weergegeven die nodig waren voor de plaatsing van het paneel en de poolstijl op de muur. Een en ander gebeurde in de loop van de maand juni 2013.

Het paneel is voorzien van 6 bevestigingsgaten maar werd niet rechtstreeks op de muur bevestigd, wel op een houten kader middels een omgekeerd L-profiel in aluminium. Dat profiel rust op het houten kader, waardoor de exacte uitlijning van de zonnwijzer gemakkelijker was.

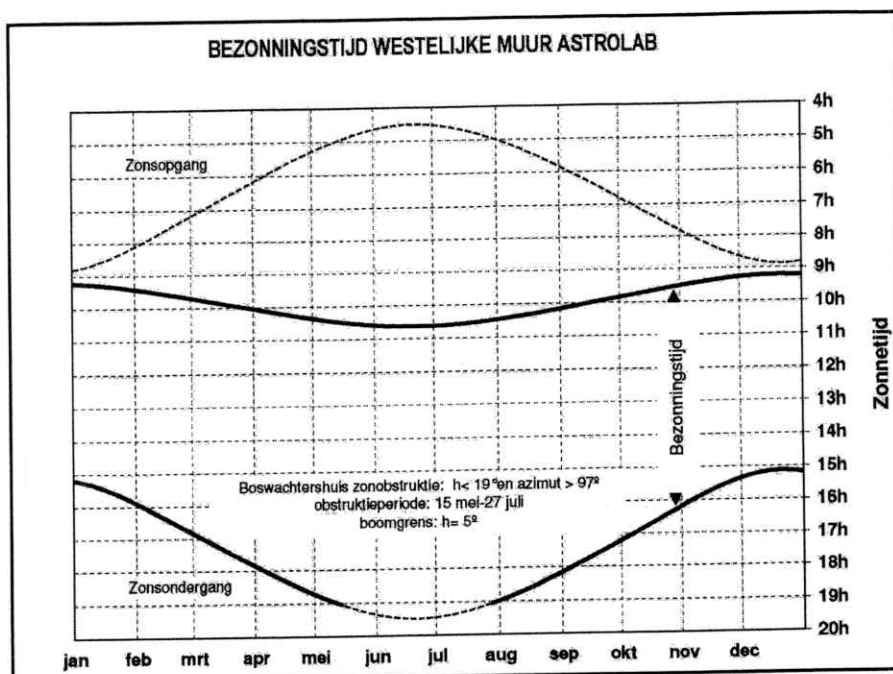


Fig. 2. Bezonningsstijlgrafiek.

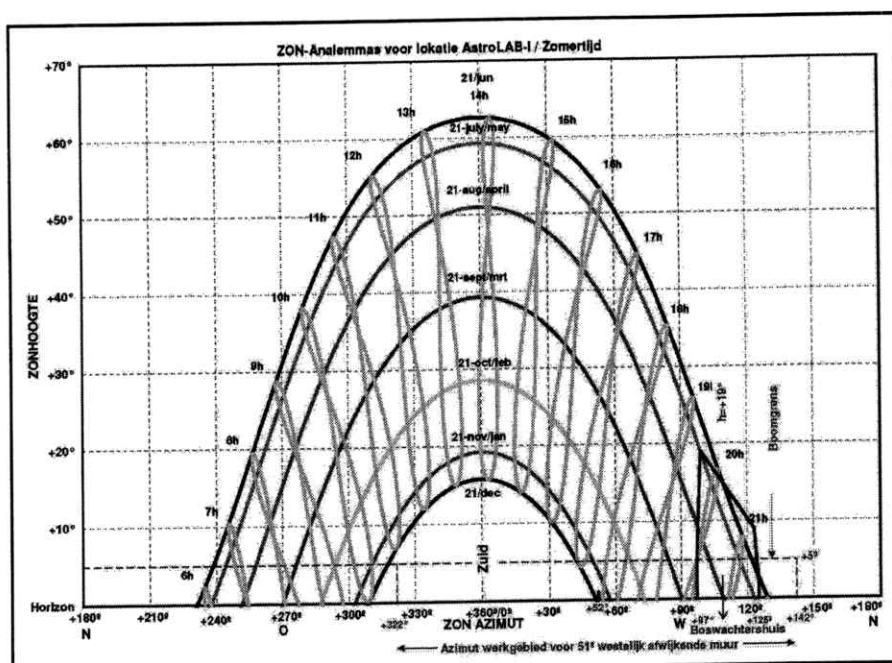


Fig. 3. Zonnetraject met boomgrens, boswachterhuis en schaduwgrens.

| Fabrikant | Technologie                 | Basismateriaal               | Afmetingen                  | Prijs in € excl. BTW |
|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Westsign  | Solventprint b-bond         | 0,3 mm Alu + polyethyleen    | 1450 x 1500 x 4 mm          | 422,-                |
| SignTec   | Anodisatiedruk in poriën    | Geanodiseerde Alu-plaat      | 1500 x 750 x 2 mm tweedelig | 832,-                |
| SignTec   | Zeefdruk                    | Dibondbord                   | 1500 x 1500 x 2 mm          | 572,-                |
| SignTec   | Graveren + lakken           | Trespa Volkern Meteon        | 1500 x 1500 x 8 mm          | 965,-                |
| SignTec   | Digitale druk + laminatie   | Dibondbord Alu/kunststof/Alu | 1500 x 1500 x 2 mm          | 237,-                |
| BAG       | Digitale druk               | PMMA GS                      | 1250 x 1250 x 10 mm         | 481,-                |
| hr Groep  | Zeefdruk + antigraffiti lak | Trespa Volkern               | 1500 x 1500 x 1+8+1 mm      | 775,-                |
| WP        | Zeefdruk                    | Trespa Volkern               | 1500 x 750 x 6 mm           | 300,-                |
| WP        | Zeefdruk                    | Forex-kunststof              | 1500 x 1500 x 10 mm         | 305,-                |
| Belpub    | Digitale druk               | Alu-bond                     | 1500 x 1500 x 3 mm          | 194,-                |

Tabel 1. Gecontacteerde fabrikanten van buitenbestendige panelen.

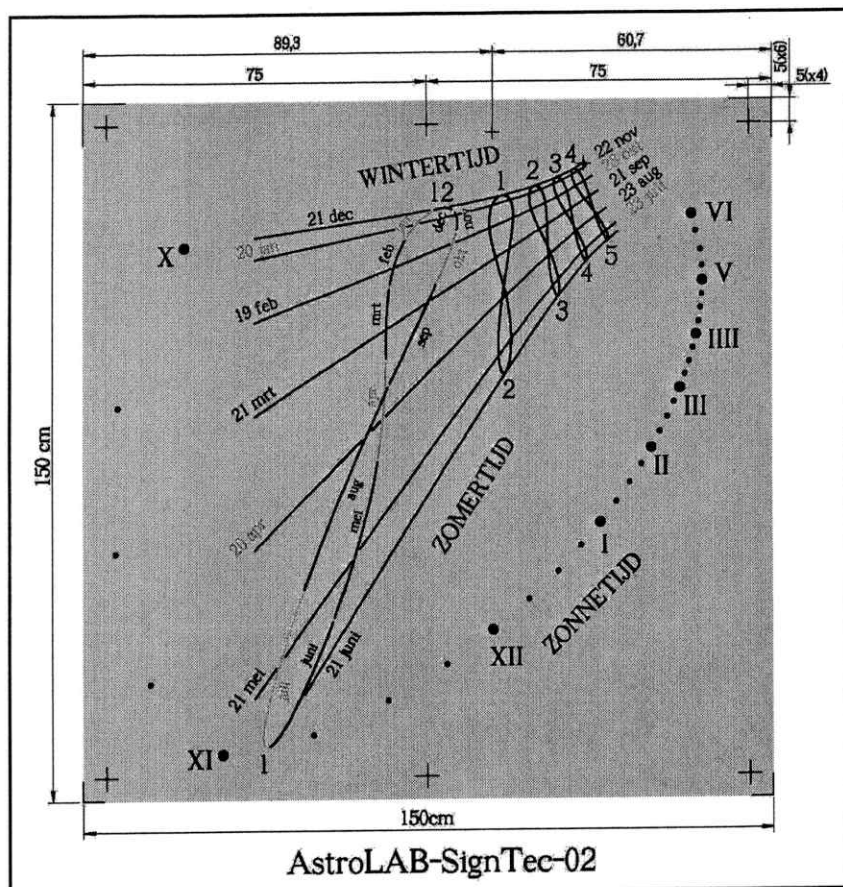


Fig. 4. De technische tekening.

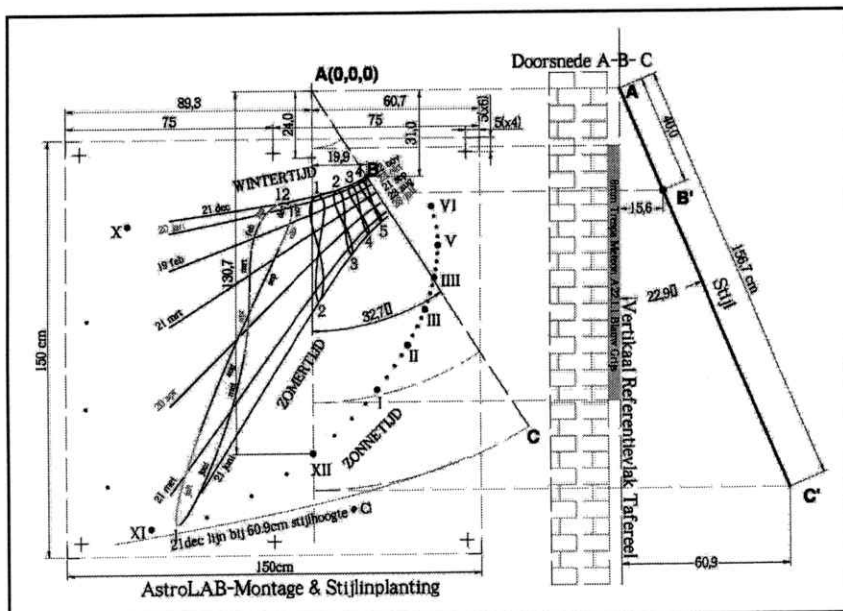


Fig. 5. De montage-instructies.

Fig. 6. De bevestigingsbeugel voor de poolstijl-kabel. (Ontwerp Ludwig Logie)

De poolstijl is een gevlochten inox-kabel met een doormeter van 4 mm die in punt A vastgemaakt is aan de muur met een haak en aan de andere kant bevestigd is aan een speciaal daartoe ontworpen beugel (zie fig. 6).

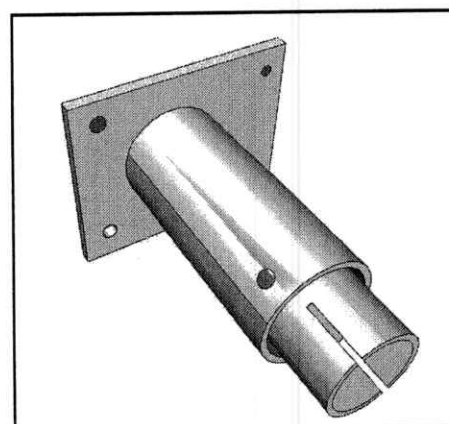
Het regelmechanisme bestaat uit twee in elkaar schuif- en roteerbare ronde inox-buizen. Het vaste deel heeft een voetplaat van 10 x 10 cm die met vier bouten op de muur bevestigd is. De binnenste buis kan vastgezet worden met een inbusbout. De poolstijl is 160 cm lang, zit in de sleufopening geklemd en wordt op spanning gebracht met een vleugelmoer. De poolstijl maakt een hoek van  $22,9^\circ$  met het paneel en  $32,7^\circ$  met de substijl. Op de poolstijl is een inox-kogel van 2,5 cm gemonteerd voor de aanduiding van datum en kloktijd (nodus). Eventuele nadere constructiedetails, afmetingen enz. zijn verkrijgbaar bij ondergetekende.

## De zonnewijzer

Op fig. 7 (pag. 12) ziet men een foto van de afgewerkte zonnewijzer. Bij het aflezen van de volle en halve kloktijden moet de schaduw van de nodus overeenstemmen met de betrokken maand op de analemma's (fig. 8 pag. 12).

Het verband tussen de zonnentijd en de kloktijd wordt op een didactisch bord verduidelijkt en er is ook een verwijzing naar de website van onze vereniging.

Bij de opening van de nieuwe infrastructuur van het AstroLAB I (september 2014) zal ook de zonnewijzer de nodige aandacht krijgen.



## Dankbetuiging

Zonder de hulp van enkele stafleden van het AstroLAB zou de realisatie van deze zonnwijzer niet mogelijk geweest zijn. Hier past dan ook een woord van dank:

- aan Bart Ghyselinck en Edwin De Ceuninck die in februari 2011 bij het voorontwerp van dit project betrokken waren;
- aan Franky Dubois voor zijn foto's, maar vooral voor de vele uren bij het monteren van de zonnwijzer samen met Ludwig Logie;
- aan Ludwig Logie voor het uitwerken van de bevestigingsbeugel van de poolstijl;
- aan Philippe Vercoutter, voorzitter van de vzw Astronomische Contact Groep (ACG) die het AstroLAB leidt, voor de waardevolle opmerkingen en de steun aan dit zonnwijzerproject.

André Reekmans

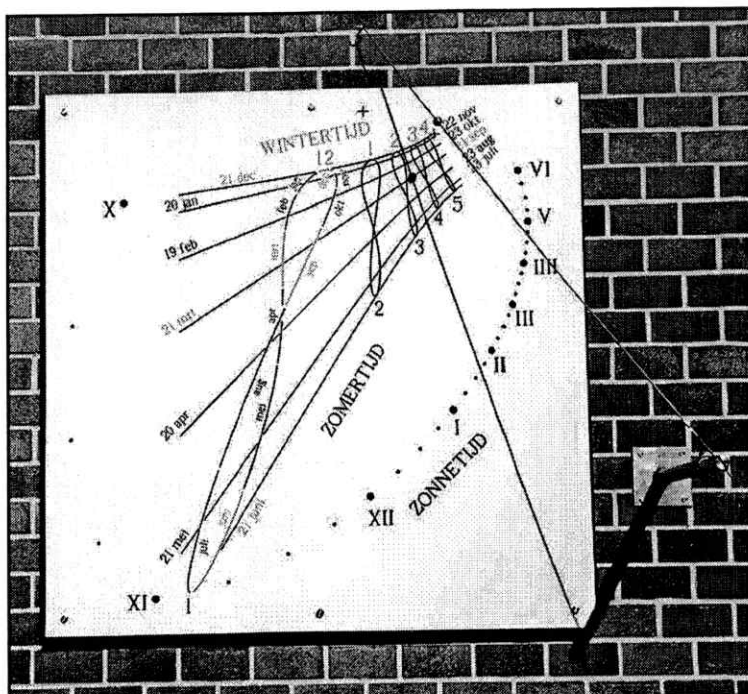


Fig. 7. De zonnwijzer van het AstroLAB I in Zillebeke.  
(Foto Franky Dubois)

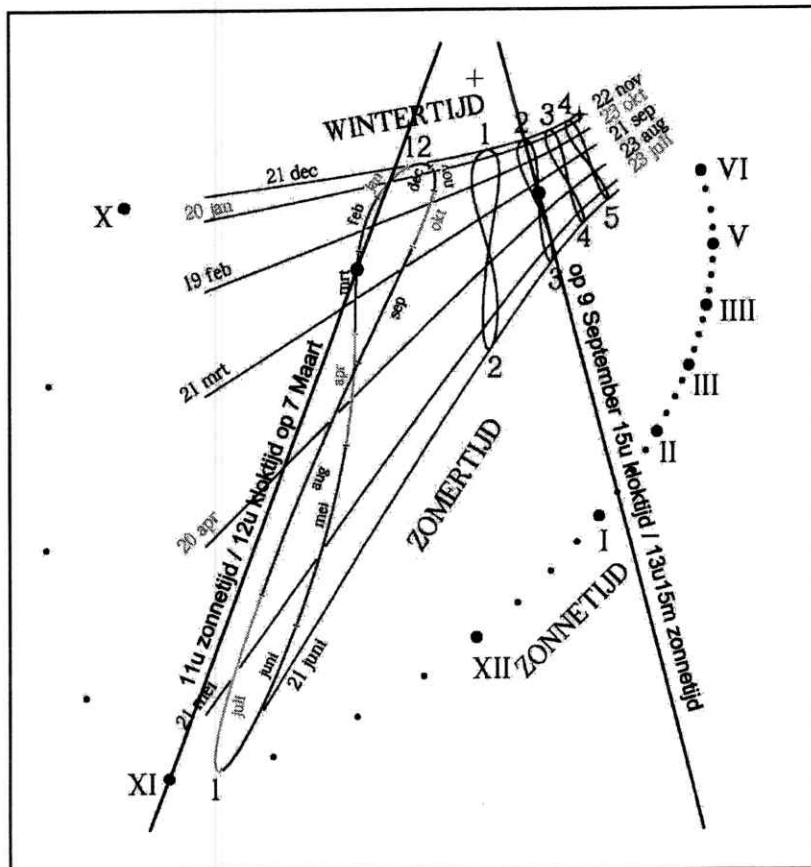


Fig. 8. Uuraanduiding (zonnetijd en kloktijd).

## Toelichtingen

### 1. Meetmethode.

Plaats een blokwinkelhaak loodrecht op de verticale muur en draai totdat zijn schaduw zo dun mogelijk wordt. Meet vervolgens de lengte S van deze schaduw voor de gegeven hoogte H van de winkelhaak. Noteer ook het uur en de datum van de meting. Herhaal deze meting op verschillende tijdstippen en bij voldoende zonnesterkte. De zonshoogte B en de zonsazimut A worden berekend met een Excel-programma. Voor zijn Excel-programma gebruikt de auteur de informatie uit het onderdeel "How to compute planetary positions" van Paul Schlyter op

<http://www.stjarnhimlen.se/english.html>

De muurdeclinatie  $D = A \pm \text{bgcos}$

$[\sin C / \cos B]$

waarin C = zonshoogte relatief t.o.v. de muur =  $\text{bgtg}(H / S)$ .

Als de muurdeclinatie D negatief is, is de muur naar het oosten gericht; als ze positief is, is de muur naar het westen gericht.

2. Trespa is een merknaam van de firma Trespa International BV in Weert (NL). Trespa Meteon is de merknaam voor massieve compacte platen die bestaan uit houtvezels waaraan, onder hoge temperatuur en druk, een thermo-hardende hars is toegevoegd.

# Kathedralen en middaglijnen (deel 5)

*De Basilica di Santa Maria degli Angeli e dei Martiri (Basiliek van Onze-Lieve-Vrouw van de Engelen en van de Martelaren) is een rooms-katholieke kerk in Rome die gebouwd werd in de voormalige Thermen van Diocletianus. Zoals haar lange naam het zegt, is deze basiliek opgericht ter ere van de heilige Maagd Maria evenals van 'de martelaren', waarbij gedacht werd aan de 40.000 christelijke dwangarbeiders die de Romeinse thermen bouwden in de 3de eeuw na Christus.*

## Beknopte bouwhistoriek

De Thermen van Diocletianus waren een groot badhuiscomplex dat werd gebouwd in opdracht van keizer Diocletianus en zijn mede-keizer Maximianus. Aangezien de eerstgenoemde eigenlijk machtiger en daardoor ook bekender was, werd het gebouwencomplex naar hem vernoemd. Het badhuis werd in 305 n.C. in gebruik genomen en was ruim 230 jaar lang in dienst. Met zijn afmetingen van zowat 370 x 380 m was dit het grootste badhuis van de oudheid. Het bood plaats aan ca. 3.000 personen die tegelijk konden baden. Het frigidarium - het centraal gelegen koudwaterbad - was ongeveer 30 x 100 m groot.

Het gebouwencomplex stond nog grotendeels overeind toen paus Pius IV in 1561 aan de bekende veelzijdige Italiaanse kunstenaar Michelangelo Buonarroti (1475-1564) de opdracht gaf om van het frigidarium een kerk te maken. De opzet was duidelijk een 'heidens' gebouw een christelijke bestemming te geven. Michelangelo was toen al 86 en zijn bijdrage bleef dus beperkt tot het ontwerp van de kerk en het begin van de grootscheepse verbouwingswerken. De drie gewelven van het frigidarium vormen het schip van de kerk. Met een lengte van ca. 90 meter, een breedte van ca. 40 meter en een hoogte van ca. 28 meter geeft dit schip nog een goede indruk van de grootsheid van het oorspronkelijke gebouw. Ook de acht roodgranieten zuilen (1,6 m diameter) waarop

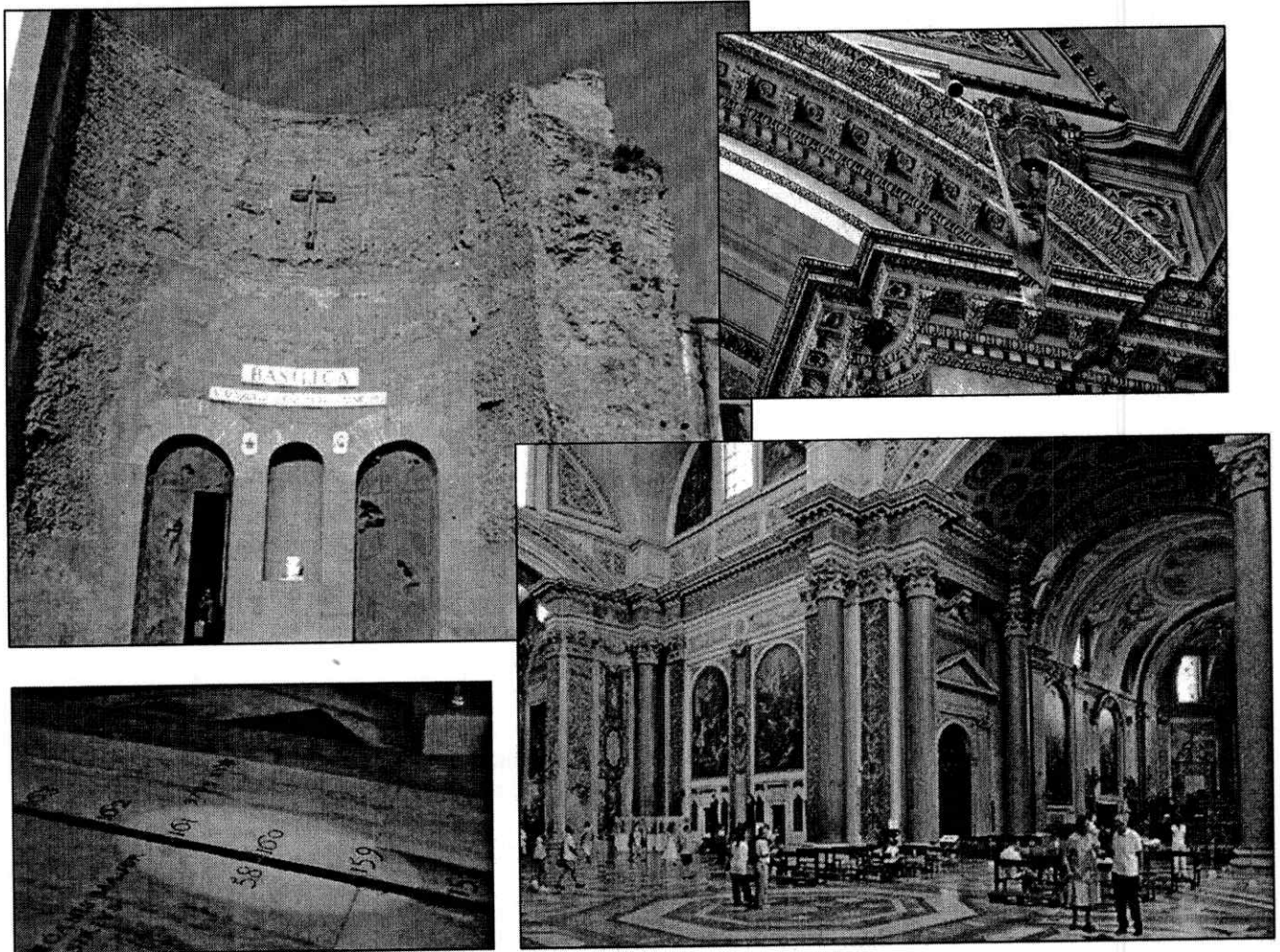


Foto 1: Linksboven ziet men de sobere buitenmuur van de kerk; rechtsonder heet men een zicht op het rijk versierde interieur. Rechtsboven is de zuidelijke oculus zichtbaar (versierd met het wapenschild van paus Clemens XI). In de kroonlijst werd indertijd een stuk weggezaagd om de bundel zonnestralen omstreeks het middaguur ongehinderd in de kerk toe te laten. Linksonder ziet men het beeld van de zonnescijf op het middaguur, tijdens de passage ter hoogte van de ster Sirius (de hoofdster van het sterrenbeeld Canis Major, de Grote Hond).

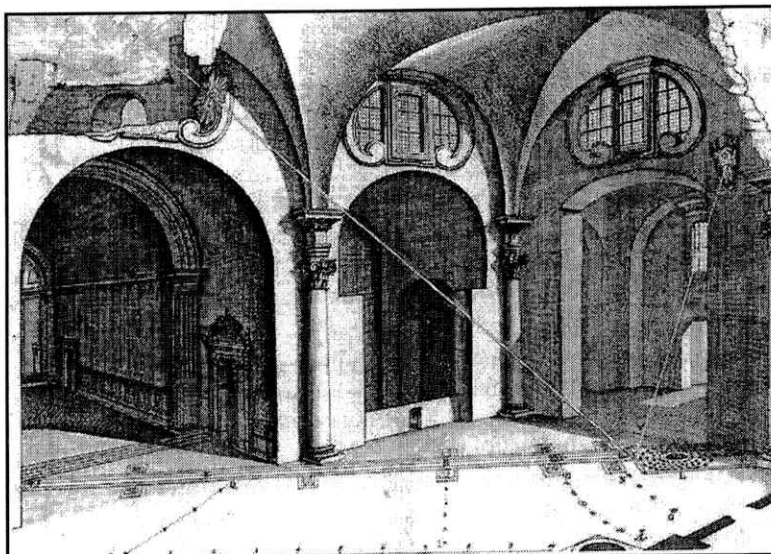
het dak steunt zijn nog steeds aanwezig. Na Michelangelo's dood in 1564, en die van paus Pius IV in 1565, onderging het plan echter grondige wijzigingen, hoewel het werk in eerste instantie werd voortgezet door Jacopo Lo Duca, een leerling van Michelangelo. Zo werd een gedeelte van het badhuiscomplex vanaf 1598 gereserveerd voor de bouw van nog een andere kerk: de San Bernardo alle Terme. In opdracht van de kartuizermonniken die toen eigenaar waren van de kerk van Michelangelo, werd deze in 1750 ingrijpend verbouwd door Luigi Vanvitelli (1700-1773), een Italiaanse architect van Nederlandse afkomst (Lodewijk van Wittel). De gevel die hij toen bouwde werd in 1911 afgebroken zodat de oorspronkelijke Romeinse buitenmuur weer zichtbaar werd, maar het interieur is nog gedeeltelijk van hem. In 1920 kreeg de kerk van paus Benedictus XV de eretitel van basiliek. In tegenstelling tot de sobere buitenkant, is het interieur van de huidige kerk rijk gedecoreerd (zie foto 1). De vloeren zijn bedekt met marmeren mozaïeken, de wanden met mozaïeken en verguld stucwerk. De wit-marmeren kapitelen en kroonlijsten contrasteren met de zuilen van veelkleurig marmer, porfier en graniet.

## De Linea Clementina

In de rechtervleugel van de kerk ligt is in de vloer een opvallende middaglijn ingewerkt: de Linea Clementina (zie foto 2). Ze werd in 1702 door de Italiaanse wetenschapper Francesco Bianchini (1662-1729) aangelegd in opdracht van paus Clemens XI. Het doel ervan was de astronomische waarnemingen - o.a. met het oog op het vastleggen van de juiste paasdatum - in Rome te kunnen doen in plaats van in Bologna (zie Zonnetijdingen nr. 68). Voorts diende ze ook om de mechanische uurwerken in Rome gelijk te zetten. Een gedenksteen geeft aan dat dit duurde tot in 1846. Toen werd immers een kanon in gebruik genomen om elke dag het juiste middaguur te melden via een kanonschot. Aanvankelijk stond dat kanon in de Engelenburcht, maar in 1904 werd het op de Gianicolo-heuvel geplaatst, vandaar zijn naam van Gianicolo-kanon<sup>[4]</sup>. Dit gebruik wordt nog steeds in ere gehouden. De constructie van de Linea Clementina omvat eigenlijk een dubbele middaglijn doordat er twee oculi gebruikt werden: een noordelijke en een zuidelijke. Op foto 2 rechtsboven is de dubbele middaglijn duidelijk te zien. De lijn met de hemelpool centraal is maar een korte middaglijn en ze valt niet samen met de eigenlijke middaglijn.



Foto 2: Enkele beelden van de Linea Clementina. De gedenksteen op de muur geeft eigenlijk het einde van het gebruik van de middaglijn aan. Linksonder ziet men het beeld van de zonnenschijf net na het middaguur: het beeld staat dus ten oosten van de middaglijn.



Figuur 1: Deze illustratie toont de middaglijn met de noordelijke en de zuidelijke oculus evenals de baan van enkele belangrijke sterren. Rechts ziet men de ontubbelde lijn met de baan van de Poolster (zie foto 3). (Afbeelding uit Bianchini, *De nummo et gnomone Clementino*, 1703)

De zuidelijke oculus laat de zonnestralen door als de zon door het plaatselijke meridiaanvlak gaat. Deze oculus is aangebracht op een hoogte van 20,34 meter. De geografische coördinaten ervan zijn  $41^{\circ} 54' 11''$  N en  $12^{\circ} 29' 51''$  O.

De grote as van het ellipsvormige zonnebeeld op de vloer varieert van 22 tot 110 cm (zie foto 1), afhankelijk van de culminatiehoogte van de zon en dus van het seizoen.

De nauwkeurigheid van de meting op het moment van de doorgang van de zon door het plaatselijke meridiaanvlak is ongeveer een paar seconden en hangt af van de helderheid en de snelheid waarmee de lichtvlek zich beweegt. Via de noordelijke oculus was het mogelijk om de Poolster te observeren, maar die opening werd geëlimineerd door Vanvitelli's verbouwing van de kerk in 1750.

De middaglijn is een koperen strip die 44,89 meter lang is (gemeten vanaf de vertex tot het noordelijke uiteinde) en waarvan 38 meter bruikbaar is voor nauwkeurige astronomische waarnemingen. Langs de middaglijn zijn geelwitte marmeren tegels aangebracht met daarop de tekens van de dierenriem. Zij stemmen overeen met de raaklijn aan de zonnevlek loodrecht op de middaglijn als de zon intreedt in het overeenkomstige dierenriemteken. Aan de linkerzijde van de koperen strip is een aanduiding aangebracht in graden die de zenitale afstand aangeeft van bepaalde sterren op dat punt geprojecteerd.

### Waarom deze middaglijn?

Zoals al eerder werd aangegeven (zie o.a. Zonnetijdingen nr. 69), werden middaglijnen in grote kerken voornamelijk geconstrueerd:

- om (christelijke) astronomen geschikte observatoria te bezorgen voor hun waarnemingen;
- om via de observatie van de beweging van zon en andere hemellichamen de juiste lengte van het zonnejaar te bepalen én de juiste paasdatum vast te leggen;
- om tegelijk ook het juiste middaguur te bepalen én mechanische uurwerken gelijk te zetten.

### Waarom in deze kerk?

Voor de constructie van de Linea Clementina werd uitgerekend deze kerk gekozen om uiteenlopende redenen:

- zoals andere Romeinse thermen, was ook dit gebouw goed georiënteerd omdat de Romeinse architecten indertijd zoveel mogelijk gebruik maakten van de zon om het badhuis warm te houden;
- de hoogte van het gebouw liet tevens toe om een lange middaglijn te construeren, zodat de verplaatsing van de zonnevlek gedurende het hele jaar kon worden geobserveerd;
- de oude muren van het gebouw hadden zich sinds lang in de grond 'gezet' en waren dus zeer stabiel, zodat de geijkte observatie-instrumenten niet of nauwelijks bewogen;
- de middaglijn in de tot een christelijke kerk verbouwde 'heidense' Thermen van Diocletianus (een vervolger van de christenen) stond als het ware symbool voor de suprematie van het christendom en de christelijke kalender.

### Bijkomend gebruik

Figuur 1 laat de algemene lay-out zien van de constructie van Bianchini evenals enkele bijzondere voorzieningen, zoals de noordelijke oculus en de sterpunten. Die noordelijke oculus liet de hoogtemeting van enkele circumpolaire sterren toe door gebruik te maken van een telescoop met een meetschaal langs de middaglijn.

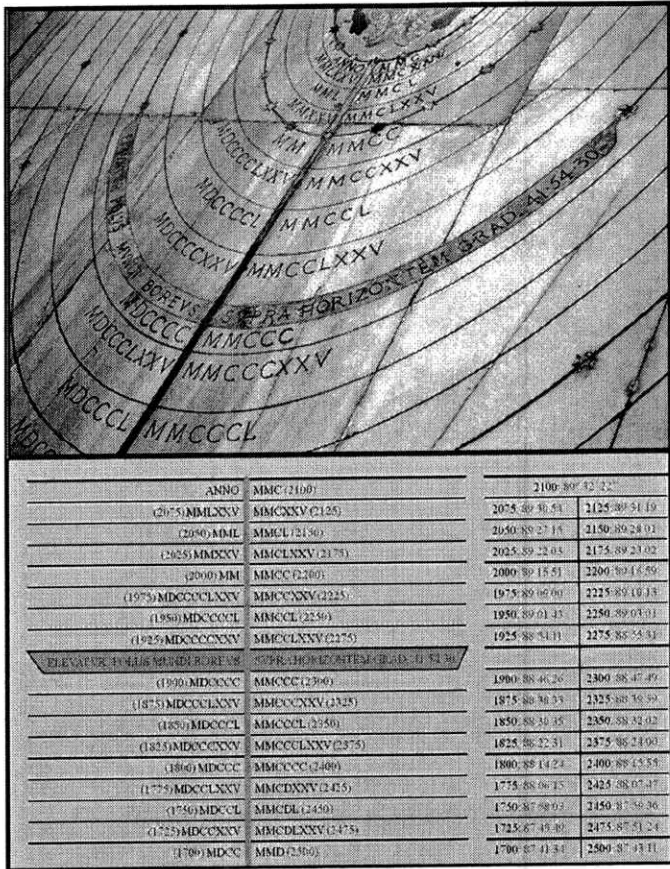


Foto 3: Aan het zuidelijke uiteinde (zie ook foto 2) is de middaglijn ontdekt en is te zien hoe de afstand van de Poolster ten opzichte van de noordelijke hemelpool verandert in de loop van de eeuwen als gevolg van de precessie. De tabel geeft de stand van zaken om de 25 jaar.

Bianchini voorzag ook een aantal openingen in het dak om de doorgang van enkele heldere sterren te observeren. De sterpunten markeren immers de dagelijkse baan van bepaalde heldere sterren. Binnen de ruimte waar de middaglijn was geconstrueerd - verduisterd door het afdekken van de vensters - konden de sterren Polaris (de Poolster), maar ook Arcturus en Sirius waargenomen worden met behulp van een telescoop. De concentrische ellipsen onder de zuidelijke oculus geven de dagelijkse baan aan van de Poolster, met een interval van 25 jaar. Ze geven dus een goed beeld van de precessie van de equinoxen (zie foto 3). In 2002 werd de Linea Clementina gerestaureerd ter gelegenheid van de 300ste verjaardag van de constructie ervan: ze is dus nog steeds operationeel.

Willy Ory

### Referenties

- [1] Heilbron J.L., The Sun in the Church: cathedrals as solar observatories, Harvard University Press, Cambridge (MA, USA) & London (GB), 1999.
- [2] Ory W., Lezing "Over kathedraal en meridianen".
- [3] Kleurenfoto's zijn te vinden op: <http://www.zonnewijzerkringvlaanderen.be/MERIDIANA4.pdf>
- [4] <https://sites.google.com/site/hotelsinromeitaly/rome/bezienswaardigheden/pleinen/gianicolo>

# “Tweevoudigh onderwijs van de Hemelsche en Aerdsche globen”

*Dit is het vervolg van het stuk van de Nederlandse cartograaf en globemaker Willem Janszoon Blaeu dat verscheen in Zonnetijdingen nr. 69. Taal en stijl zijn behouden maar de spelling en sommige zinsconstructies werden aangepast om de tekst gemakkelijk leesbaar te maken. Sommige specifieke zeventiende-eeuwse termen staan tussen enkelvoudige aanhalingstekens met, waar nodig, een woordje uitleg.*

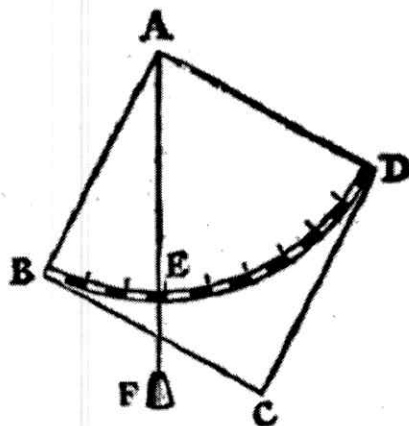
## Volgen de ‘voorstellen’

### LV. ‘Voorstel’

#### **Het vinden van de afwijking van alle achterover of voorover hangende ‘superficieën’**

Als men een zonnewijzer op een bepaalde muur, die niet recht naar het zuiden staat, wil beschrijven, moet men eerst weten of die loodrecht staat oftewel of die voorwaarts of achterwaarts overhelt. Ten tweede hoeveel die van het zuiden of het noorden, hetzij naar oost of west afwijkt.

Om te vinden of die recht staat of hoeveel die helt maakt men een vierkant bord waarop men uit één der hoeken een kwadrant in  $90^\circ$  verdeelt, met een hanglood zoals hierna wordt afgebeeld. Indien die muur voorwaarts overhelt leg dan de zijde van het kwadrant AB daar tegen, indien achterwaarts de zijde CD, de loodlijn zal dan het overhangen tonen met de boog BE.



Om te vinden hoeveel die van het zuiden afwijkt, indien die rechtop staat of het achterover of voorover hellen niet te groot is: breng in de muur een stijl aan van ijzer of koperdraad overal ‘winkelrecht’ erop, en wacht tot de schaduw ervan door de zon recht ‘in ‘t lood neder valt’, wat met de schaduw van een ‘loodlijntje’<sup>[1]</sup> ernaast te verifiëren is: meet op dat ogenblik de hoogte van de zon en zoek daaruit, volgens het voorstel 34<sup>[2]</sup>, haar azimuth<sup>[3]</sup>; hoe groter dat je resultaten zijn hoe meer die muur van het zuiden afwijkt; is het voor de middag dan is de afwijking oost, is het na de middag dan is het west.

### Anders

Als de muur ‘in ‘t lood recht staat’, bepaal dan wanneer de zon met deze juist in een rechte lijn ligt, dat gebeurt als ze er juist langs schijnt; meet op dat ogenblik de hoogte der zon en bepaal daaruit het azimuth; de afwijking van zo een muur verschilt dan  $90^\circ$  van het azimuth der zon, dus: indien die meting gebeurt in de voormiddag en de zon staat aan het oosteinde van de muur, dan wijkt de muur zoveel af van het zuiden naar het oosten als dat het azimuth van de zon groter is dan  $90^\circ$ <sup>[4]</sup>; of wijkt de muur zoveel af van het zuiden naar het westen als dat het azimuth van de zon kleiner is dan  $90^\circ$ ; gebeurt het in de namiddag, als de zon aan het westeinde van de muur staat, dan wijkt de muur zoveel van het zuiden naar het westen af als dat het azimuth van de zon groter is dan  $90^\circ$ ; of zoveel van het zuiden naar het oosten als dat het minder is dan  $90^\circ$ . Is het een achterover hellende muur trek daar dan een lijn op evenwijdig met de horizon; of als het een voorover hellende is breng dan een lijn aan eraan evenwijdig, een, twee of meer voeten ervandaan, naargelang de mogelijkheid, op de ‘waterpasse’ grond; hang dan een ‘loodlijn’ en wacht tot de schaduw ervan valt op de achterover hellende, op de hiervoor vernoemde lijn evenwijdig aan de horizon; of op de afgetekende lijn op de grond evenwijdig met de voorover hellende<sup>[5]</sup>; meet dan op dat ogenblik de hoogte van de zon en zoek daaruit haar azimuth; de afwijking van een zodanige muur verschilt dan juist  $90^\circ$  met het azimuth van de zon zoals in het voorgaande staat.

Jos Pauwels

### Toelichting

- [1] Een touwtje met een loodje, een schietlood dus.
- [2] Het voorstel 34 werd vorige keer reeds aangehaald. Om het terugzoeken te weren volgt het hier nogmaals:  
XXXIV. Voorstel: om op elk moment van de dag het uur en het azimuth van de zon te bepalen uit de hoogte. Als men de hoogte van de zon gemeten heeft en de hemelglobe volgens de breedte

van de plaats heeft ingesteld dan brengt men de plaats van de zon op de meridiaan en de wijzer op 12 h in het zuiden. Draai dan de globe oostwaarts als het voor de middag is en westwaarts als het na de middag is tot de plaats van de zon op de verticaal zoveel graden aangeeft, van van onderen geteld, als de gemeten hoogte. De wijzer zal dan op de uurcirkel het uur aanduiden en de verticaal zal aan de horizon het azimut van de zon aanduiden op dat moment.

Voorbeeld: als de gemeten hoogte van de zon tijdens de ochtend van 7 juli in Amsterdam 22° is boven de horizon en de pool van de globe werd ingesteld op 53° 23' (\*) dan brengt men de plaats van de zon (op die dag zijnde 15 van Cancer (\*\*)) op de meridiaan en de wijzer op 12 h. Draai daarna de hemelglobe naar het oosten en de verticaal heen en terug tot de plaats van de zon op de verticaal 22° aanduidt vanaf van onderen te tellen. Als men de globe zo vast houdt dan vindt

men tegelijkertijd twee dingen: de wijzer toont op de uurcirkel de tijd aan van 6 h 28 min na middernacht en de verticaal duidt op de horizon 99° 2' aan van het zuiden naar het oosten, het azimut van de zon. (\*) Amsterdam is 52° 22' (een zetfout?) (\*\*) Ram (30°), Stier (30°) en Tweeling (30°) is in totaal 90° en 15° van de Kreeft geeft 105° in ecliptische coördinaten.

- [3] Tegenwoordig begint men het azimut echter te tellen vanaf het noorden hoewel de oude garde daar niet mee tevreden is omdat de uurhoek vanaf het zuiden wordt gerekend.
- [4] Eigenlijk in die tijd 270° (zie [3], maar de auteur gebruikt het verschil van 90° met het azimut zoals hij voordien aangeeft.
- [5] Het schietlood moet hier juist boven de lijn worden opgehangen. Het is duidelijk dat bij een voorover hellende muur geen schietlood boven de muur kan worden opgehangen en er een lijn op de grond dient getrokken te worden.

# Kringleven

## Algemene ledenvergadering 2014

Zoals in ons vorig nummer al werd gemeld, zal onze algemene ledenvergadering dit jaar plaats hebben in de tweede helft van de maand oktober, en wel op **zaterdag 18 oktober a.s.** Als locatie werd ditmaal gekozen voor de Abdijsite Herkenrode, Herkenrode-abdij 4 te 3511 Kuringen (Hasselt).

### Programma

- 14.00 u Verwelcoming van de leden
- 14.05 u Activiteitsverslag
- 14.45 u Verwelcoming van de belangstellende niet-leden in de kruidentuin van de abdij
- 15.15 u Uiteenzetting over de analemmatische zonnewijzer
- 16.15 u Geleid bezoek aan de abdijsite (binnen en buiten)
- 17.00 u Afsluitende drink

### Bereikbaarheid

- met de wagen

Op de autoweg E313 (Antwerpen-Hasselt-Luik) neemt u afrit 27 (Hasselt West). Volg de N2 richting Herk-de-Stad / Diest. Net na het warenhuis Carrefour slaat u rechtsaf. Vanaf daar volgt u de signalisatie tot op de parking van de abdijsite. De parking is gratis.

- met het openbaar vervoer

Neem de trein tot in het station van Hasselt. Op het stationsplein neemt u bus 23 tot aan de halte Herkenrode op de Herkenrodedreef. Vanaf de bushalte is het nog ongeveer één kilometer wandelen tot aan de abdijsite.

- met de fiets

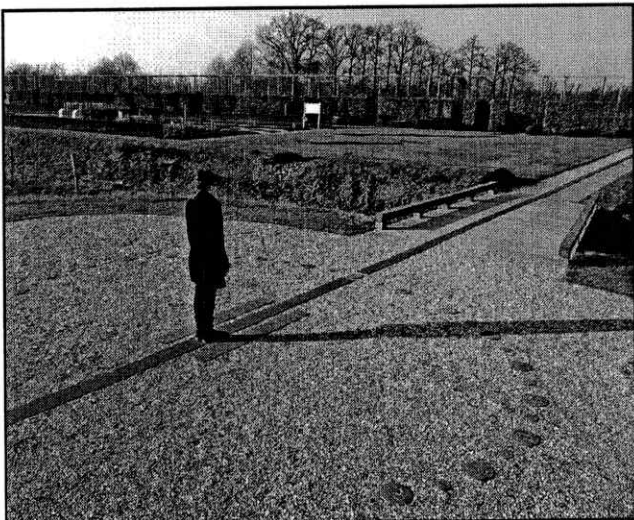
De Abdijsite Herkenrode ligt tussen knooppunt 94 en 95 van het Limburgse fietsroutenetwerk, dat de hele regio verbindt. Het bezoekersonthaal is een erkend fietscafé.

### Nieuw in Diest

Onlangs werd ons zonnewijzerbestand aangevuld met een fraaie geïnclineerde puntzonnewijzer. Hij bevindt zich wel in een kleine privé-stadstuin in Diest en is dus niet vanaf de straat te zien.

De zonnewijzer staat op een arduinen steen van 60 x 60 cm, is naar het zuiden gericht en heeft een helling van 65°. Hij is duidelijk af te lezen vanuit de woonruimte. De steen is gevat in een eenvoudig raam van cortenstaal, verankerd in de grond. Niet de schaduw van de stijl in zijn geheel duidt het uur van een puntzonnewijzer aan, wel de schaduw van de punt van de stijl. Dat gebeurt in dit geval op de uurlijnen van 8 tot 16 uur.

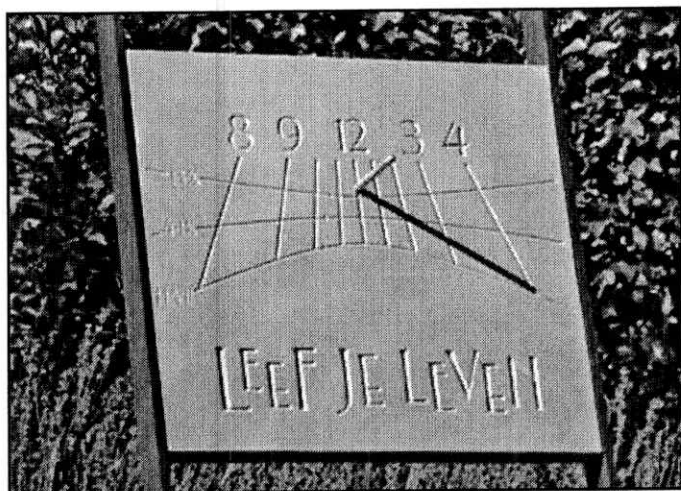
Op de datumlijnen (de gebogen lijnen) duidt de schaduw van de punt van de stijl de datum aan. De betreffende datums zijn de geboortedatum van de echtgenoten, eigenaars van de stadstuin, (13 oktober en 4 september) en de datum van de Vlaamse feestdag (11 juli).



Zoals het hoort duidt de zonnewijzer de zonnetijd aan maar op elke datumlijn is een punt ingebeiteld - ergens tussen 10 en 11 uur - waar de schaduw van de punt van de stijl op die datum 12 uur officiële tijd aanduidt. 400 meter verderop klinkt op dat ogenblik de beiaard van de Sint-Sulpitiuskerk.

Spreuk: "Leef je leven".

Het ontwerp en de berekening zijn van Willy Leenders. De constructie werd gerealiseerd door letterkapper Jos Geusens.



Zeker vermeldenswaard is dat dit project tot stand kwam door nauwe samenwerking en overleg tussen

- de opdrachtgever die specifieke eisen had o.a. de spreuk, de specifieke datums en het op een of andere wijze aangeven van het verschil tussen locale tijd en officiële tijd;
- de zonnewijzerkundige met zijn kennis van de zonnewijzerkundige mogelijkheden, o.a. het hellend opstellen en het reduceren van de aanduiding van de officiële tijd tot enkele punten om er geen onbegrijpelijk kluwen van achttvormige lussen van te maken;
- de kunstenaar-letterkapper, met zijn oog voor eenvoudige verhoudingen.

Het resultaat is een pleidooi om als zonnewijzerkundige zoveel mogelijk een kunstenaar te betrekken bij het ontwerp, zo niet belandt men maar al te vaak in een meestal ingewikkelde meetkundige tekening met overvloedige gegevens en aanduidingen zonder esthetiek en een gemis aan didactiek. Een zonnewijzer moet immers mooi, duidelijk en eenvoudig zijn.

## Zonnewijzers in Wallonië

In het Franstalige gedeelte van ons land zijn onlangs twee bijzondere oude zonnewijzers ontdekt.

Het gaat in het eerste geval om een marmeren polyeder met niet minder dan 29 gelijnde zonnewijzervlakken.

De bijbehorende poolstijlen zijn jammer genoeg allemaal verdwenen. Deze zonnewijzer staat op een arduinen sokkel met wapenschild en datum (1707). Voor zover bekend is dit een uniek exemplaar in ons land.

De tweede is een leistenen horizontale zonnewijzer die vermoedelijk dateert van omstreeks 1775.

Ook hier ontbreekt de poolstijl. Het bijzondere aan dit exemplaar is dat er een tijdaanduiding is voor 48 plaatsen die over de hele wereld verspreid zijn. Deze zonnewijzer staat eveneens op een arduinen sokkel. Extra bijzonder is dat er ook een tekening bestaat van de wijzerplaat van deze zonnewijzer. Het is nog niet helemaal duidelijk of het om een originele ontwerp-tekening gaat dan wel om een achteraf gemaakte tekening.

Beide zonnewijzers zijn in privé-bezit. Ze worden momenteel allebei schoongemaakt en nader bestudeerd. Wij hopen er later meer over te kunnen vertellen.

## Nederlands bezoek

Op zaterdag 5 juli j.l. brachten enkele Nederlandse collega's een bezoek aan Antwerpen en Rupelmonde. In Antwerpen bezochten ze de O.-L.-Vrouwekathedraal (middaglijn van Quetelet) evenals het Rubenshuis (zonnewijzer van Jacob de Succa). Na de lunch in een plaatselijk restaurant, gaf onze ondervoorzitter, Willy Leenders, een lezing over de restauratie van de oudst bekende volwaardige zonnewijzer in Vlaanderen (zie Zonnetijdingen nr. 64). Daarna bracht de groep een bezoek aan Rupelmonde, waar verscheidene bijzondere zonnewijzers werden bezichtigd en toegelicht.

Hierbij een foto van de groep bij het standbeeld van Mercator in Rupelmonde.



## Braziliaanse belangstelling

Af en toe kijken we naar het aantal en de herkomst van de bezoekers van onze website. Het totale aantal is momenteel opgelopen tot zowat 14.600 bezoekers. De meeste bezoekers zijn uiteraard Belgen, Nederlanders en Fransen, maar de jongste maanden merkten we een opvallend aantal Brazilianen (ruim 5 % van het totaal). Een soortgelijk verschijnsel is merkbaar op de website van onze Franstalige collega's. Zouden de prestaties van de Rode Duivels op het jongste WK voetbal daar voor iets tussen zitten?

De redactie

## **Zonnewijzerkring Vlaanderen vzw**

Zonnewijzers in Vlaanderen: inventaris van het patrimonium, wetenschappelijke studies, restauratieadviezen & educatieve projecten.

### *Raad van Bestuur*

Voorzitter: Jan De Graeve  
Ondervoorzitter: Willy Leenders  
Secretaris: Eric Daled  
Penningmeester: André Depuydt  
Bestuurders: Willy Ory (webmaster),  
Patric Oyen, Jos Pauwels en André Reekmans.

### *Maatschappelijke zetel*

Kloosterstraat 21  
B-9150 Rupelmonde

### *Correspondentieadres en secretariaat*

Meidoornlaan 84  
B-9320 Erembodegem (Aalst)  
Tel./fax: 053-83 15 01  
E-mail: [eric.daled@telenet.be](mailto:eric.daled@telenet.be)

### *Website*

<http://www.zonnewijzerkringvlaanderen.be>

### *Bibliotheek en archief*

Koninklijke Oudheidkundige Kring van het Land van Waas (KOKW)  
Zamanstraat 49  
B-9100 Sint-Niklaas  
Op afspraak via: [info@kokw.be](mailto:info@kokw.be)

### *Lidmaatschap*

#### **België & Nederland**

Gewoon lid: € 25

Steunend lid: € 50

Te betalen op:

rekeningnummer BE54 0682 2145 8097 van de  
Zonnewijzerkring Vlaanderen vzw, B-9150 Rupelmonde.  
BIC-specificatie: GKCCBEBB

#### **European & Overseas Membership**

By transfer of € 40 (postage and handling for mailing the magazine included) to account number  
BE54 0682 2145 8097 of the  
Zonnewijzerkring Vlaanderen vzw, B-9150 Rupelmonde.  
BIC-specification: GKCCBEBB