

De analemmatische zonnwijzer: Zonnwijzerpark Genk nr. 6

De analemmatische zonnwijzer is een parkzonnwijzer bij uitstek en hoort dus zeker in de collectie van het Zonnwijzerpark thuis. En hoe prominent vertoont hij zich hier, op de splitsing van het pad bij het bruggetje over de Molenbeek (fig. 1)!

De analemmatische zonnwijzer heeft geen uurlijnen, zoals de poolstijl- en uurvlakzonnwijzers, maar *uurpunten*, die op een ellips liggen. De lange as van de ellips loopt oost-west. De schaduwgever wordt verticaal op de datumschaal geplaatst, die op de korte, noord-zuid lopende as ligt. Het is daarmee een azimut-zonnwijzer, die de richting van de zon in het horizontale vlak meet.

Dit is de zesde aflevering van mijn rondleiding langs de unieke, boeiende, interessante, maar soms ook raadselachtige objecten in het Zonnwijzerpark te Genk.

Dat ik in dit jubileumnummer juist bij de analemmatische zonnwijzer stilsta is geen toeval. Het is mijn favoriete type, niet het minst omdat we er zelf een in onze tuin hebben aangelegd [1].

Zie over het Zonnwijzerpark ook mijn website: <http://www.fransmaes.nl/genk/>.

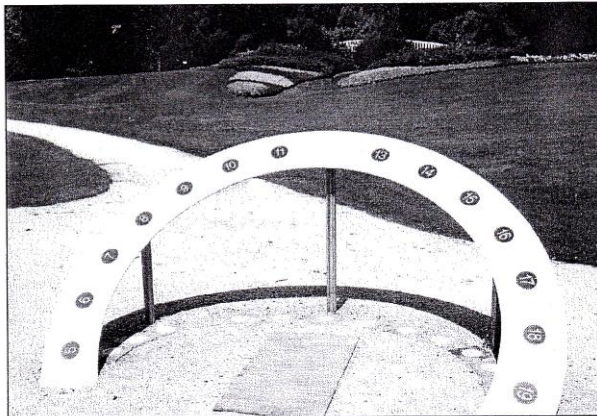


Fig. 1. De analemmatische zonnwijzer met zijn opvallende schuine cirkel. Er valt wel eens een cijfer af, maar de Stad Genk repareert dat doorgaans snel.

De zonnwijzer in Genk heeft een unieke toevoeging, "een element van originaliteit", zoals het informatiebordje (fig. 3) dat noemt: een schuin geplaatste cirkel met uurpunten die recht boven de overeenkomstige uurpunten op de grond liggen. De ellips is de projectie van deze cirkel. Die helt 39° , dat is het complement van 51° , de geografische breedte. Het waarom hiervan zal blijken als we het principe van de analemmatische zonnwijzer bespreken.

Nu kun je een analemmatische zonnwijzer op een luciferdoosje tekenen en een lucifer als schaduwgever gebruiken, en dat werkt nog prima ook (als je het doosje goed oriënteert). Maar het aardige van de analemmatische *parkzonnwijzer* is dat je zelf als verplaatsbare schaduwgever kunt optreden. Een interactief uurwerk, dus, waardoor je je eventjes deelgenoot voelt van het hemels raderwerk. Dan moet de grootte natuurlijk wel passen bij de menselijke maat, en dat is hier helaas niet het geval. De lange as is maar 2 meter. Ideaal voor kinderen, zoals het bordje suggereert? Ja, van pakweg 60 cm, maar helaas, die moeten het staan nog leren.

De datumschaal is in feite een declinatieschaal: 21 juni ligt aan het noordeinde, 21 december aan de zuidkant. Maart en september, de maanden van de equinoxen, liggen in het midden en nemen meer plaats in dan de maanden rond de solstia (fig. 2).



Fig. 2. De arduinen plaat met de datumschaal vormt een betere oplossing dan de losse stenen waarover het informatiebordje rept, want bij regen spoelt de grond gauw weg. De datumschaal lijkt veel te lang, maar in feite loopt hij van de lijn onder "juni" tot de lijn boven "december".

Het ontwerp van René Vinck (fig. 4) had een lange as van 4 meter, heel geschikt voor kinderen in de lagere schoolleeftijd. De schuine cirkel was er massief gedacht, en om de schaduw te verlengen was de datumlijn uitgevoerd als een trapje. Ook dat zou een origineel, zelfs uniek element gevormd hebben, al zou het voor het aflezen niet bepaald nodig zijn geweest.

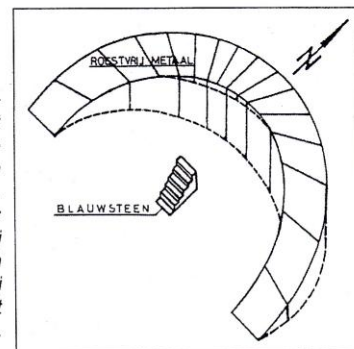


Fig. 4. Schets-tekening van het oorspronkelijke ontwerp van René Vinck. Bron: documentatie bij het symposium in juni 1998 bij de start van het project.

6 - Analematische zonnwijzer

Type : analematische of Brou zonnwijzer
Ontwerper : René Vinck (België)
Uitvoering : Julien Lyssens (België)
Aflizing : uren van 6 tot 18 uur in ware plaatselijke zonnetijd

Bij deze zonnwijzer is de medewerking van de bezoeker vereist: bij gebrek aan een schaduwwerper is het zijn eigen schaduw die ditmaal het juiste zonne-uur zal aangeven. Daartoe moet hij wel op de juiste plaats gaan staan. Deze wordt aangegeven door de steen die overeenkomt met de datum van de bezoekdag.

Om een element van originaliteit toe te voegen aan dit ontwerp is er een cirkelboog geconstrueerd onder een helling van 39° met het horizontale vlak.

Deze actieve zonnwijzer is, met zijn kleine afmetingen, ideaal voor kinderen, die zo zelf voor zonnwijzer spelen.

Fig. 3. Het informatiebordje bij de analematische zonnwijzer.

De menselijke maat

Wat is dan wél een mooie maat? De schaduw van je lichaam moet liefst niet over de uren vallen, want die is al gauw te breed om de tijd goed te kunnen aflezen. Als je schaduw de ellips niet haalt, kun je hem verlengen door je handen boven je hoofd tegen elkaar te houden. Je ziet dan een mooie 'pijl' die je heel nauwkeurig kunt verlengen naar de urenring. Bij een lange as van 6 à 7 meter kun je zo een nauwkeurigheid van 5-10 minuten halen, en dat is in de orde van grootte van de tijdsvereffening.

Dit geldt natuurlijk niet kort na zonsopkomst en tegen zonsondergang, want dan is je schaduw altijd te lang. Laten we eens uitgaan van het oorspronkelijke ontwerp (lange as 4 meter) en een 9-jarige van 1.20 meter lang. Fig. 5 laat zien hoe de schaduw van zijn kruin in de loop van de dag en het jaar op het tafereel valt.

De schaduw blijft tijdens het zomerhalfjaar gedurende een groot deel van de dag binnen de ellips en kan

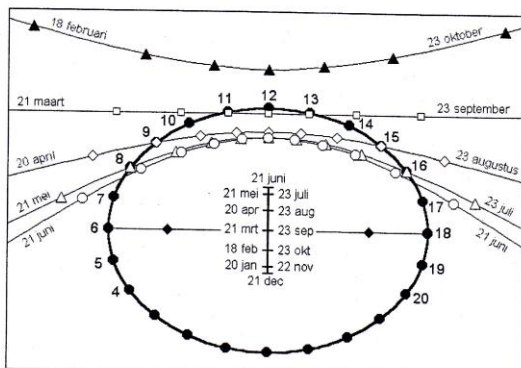


Fig. 5. Verloop van de schaduw van een kind van 1.20 m over het tafereel, bij een lange as van 4 m, voor de breedte van Genk. Symbolen in de datumbogen per heel uur. De ruitvormige punten op de lange as zijn de brandpunten van de ellips.

gemakkelijk verlengd worden naar de urenring. Kleiner zou hij niet moeten worden. Opgeschaald naar volwassenen is een lange as van 6 meter dus zo ongeveer het minimum. Die in onze tuin meet 7 meter, en dat voldoet prima.

Historiek

Wie de analematische zonnwijzer uitgevonden heeft en wanneer, is niet bekend. Hij wordt voor het eerst beschreven door Vaulezard in 1644 en door Samuel Foster in 1654. Eerstgenoemde gebruikte de term *cadran analématique*. De relatie met het *analemma*, een meetkundige constructie die de oude Grieken gebruikten, is echter onduidelijk. Om de verwarring te vergroten heet de tijdsvereffeningslus in het Angelsaksisch jargon ook *analemma*.

De aanduiding "Brou zonnwijzer", op het informatiebordje verwijst naar Brou, een voorstadje van Bourg-en-Bresse in Frankrijk. Daar ligt vóór de fraaie kathedraal de oudste zonnwijzer van dit type (fig. 6). Zijn leeftijd is onbekend. Een legende wil dat hij tijdens de bouw van de kerk (1513-1532) aangelegd is om disputen over de werktijd te beslechten. Dat kan dan alleen het einde van de werktijd betroffen hebben, want 's morgens ligt de zonnwijzer in de schaduw.

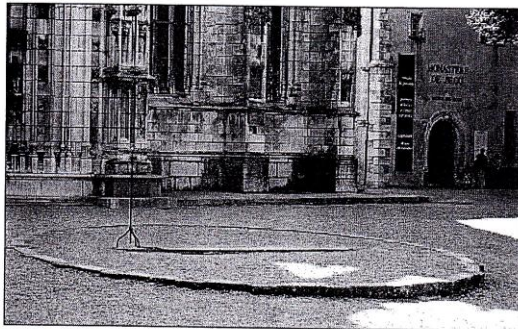


Fig. 6. De oudste analematische zonnwijzer, voor de kathedraal van Brou (Bourg-en-Bresse, Frankrijk) ligt hier nog in de ochtendschaduw. De lange as van de ellips is een royale 11.5 m. De schaduwgever, een staaf van 1.9 m hoog op een driepoot, ligt veilig aan een ketting.

Wel zeker is dat de astronoom Joseph Jérôme de Lalande, die geboortig was uit Bourg, in 1762 de bestaande zonnwijzer op zijn kosten liet restaureren en verplaatsen naar een plek vlak voor het kerkportaal, waar hij minder te lijden had van het verkeer. Lalande schreef ook een verhandeling over de analematische zonnwijzer, waarin hij het bewijs voor de constructie "een van de meest ingewikkelde problemen van de hele gnomonica" noemde. Dat blijkt mee te vallen, zoals we hieronder zullen zien.

In 1902 was de kerk van Brou danig in verval geraakt en brokstukken bedreigden de zonnwijzer. Die werd toen verplaatst naar de huidige plek op het voorplein. Na Brou

bleven analemmatische zonnewijzers vooral nog een Franse aangelegenheid: Dijon (1827), Besançon (1902), Montpellier (1927), Avignon (1931) en Vienne (1937). Pas daarna kwamen er in de Longwood Gardens (USA, 1939) en Basel (Zwitserland, 1951).

De gnomonicus Marinus Hagen legde in 1974 de eerste analemmatische zonnewijzer in Nederland aan in zijn tuin. Hij is degene die de naam *Brou-zonnewijzer* propageerde voor dit type, in navolging van Terpstra [2]. Deze laatste gaf ook het principe aan van de verklaring die u hieronder vindt.

De eerste Belgische 'Brou-zonnewijzer' werd in 1979 aangelegd door Jean Bosard uit Luik in het provinciaal domein van Hélécine. De volgende liggen allemaal op Vlaams grondgebied: Ronse (1984, bij de Stedelijke Bibliotheek), Genk (1998, in het Zonnewijzerpark), Hasselt (2000, in de tuin van het Stedelijk Museum Stellingwerff-Waerdenhof) en Peer (2000, op het Kerkplein). De beide laatste zijn ontworpen door ons bestuurslid Willy Leenders uit Hasselt. Hierbij heb ik tijdelijke zonnewijzers die met verf op een (school)plein o.d. aangelegd zijn, niet meegerekend.

Het principe

Het principe van de analemmatische zonnewijzer laat zich het best uitleggen aan de hand van de 'gewone' armillairsfeer, zoals nr. 1 in het Zonnewijzerpark (fig. 7). Als het bijv. 11 uur is, valt de schaduw van de poolstijl precies op het cijfer 11 op de urenring (punt H). En dat onafhankelijk van de datum, dus van de zonshoogte. Maar van welk punt van de poolstijl komt die schaduw?

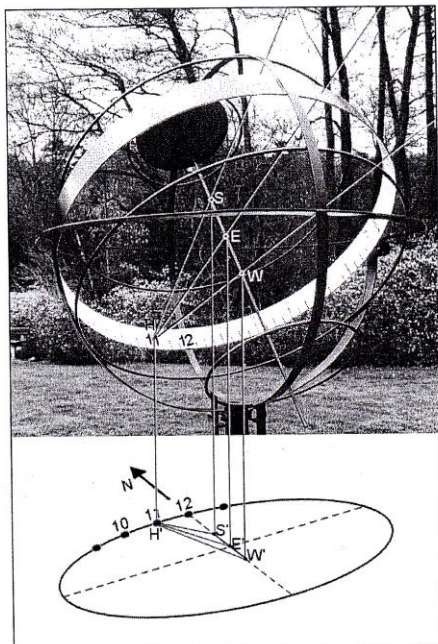


Fig. 7. De analemmatische zonnewijzer ontstaat door projectie van de equatoriale urenring en de poolstijl op het horizontale vlak.

Dat gaan we na door een zonnestraal 'door' de poolstijl naar het 11-uurs punt te trekken. Op het zomersolstitium (21 juni) staat de zon hoog en is de schaduw op de urenring afkomstig van punt S. Op de equinoxen (21 maart en 23 september) staat de zon lager en is het de schaduw van punt E die op het 11-uurs punt valt, en op het wintersolstitium (21 december) is het de schaduw van punt W. Op deze manier kun je je voorstellen dat er langs de poolstijl een datumschaal ontstaat. Die loopt van 21 juni (punt S) tot 21 december (punt W) en weer terug naar 21 juni.

Projecteer nu de urenring recht naar beneden op de grond. De projectie is een ellips, met de lange as oost-west en de korte as noord-zuid. Op de ellips liggen de projecties van de urenpunten, waarvan er een paar zijn aangegeven. Het 11-uurs punt H projecteert bijv. op H'.

Projecteer ook de datumschaal die we langs de poolstijl gedacht hadden, loodrecht naar beneden. De punten S, E en W op de poolstijl geven resp. de punten S', E' en W' op de korte as van de ellips. Zo ontstaat er langs de korte as een datumschaal die van punt S' naar punt W' loopt en weer terug.

Stel je nu voor dat de lijn S-S' een dunne staaf is. De schaduw daarvan zal op 21 juni precies op punt H' vallen, het 11-uurs punt op de ellips. Evenzo zal op de equinoxen de schaduw van de staaf E-E' op punt H' vallen, en op 21 december de schaduw van W-W'.

Nu de laatste stap: vervang de rij verticale staven door een verplaatsbare staaf. Als je die om 11 uur op het juiste punt van de datumschaal S'-W' plaatst, zal zijn schaduw op het 11-uurs punt van de ellips vallen.

In fig. 7 zie je dat de schaduw dan tevens op de verticale lijn H-H' valt. Het urenpunt H' mag dus naar boven uitgerekt worden tot een 'uurlijn', omdat de schaduwgever ook verticaal staat. Daarom ligt het 11-uurs punt op de schuine cirkel recht boven de 11-uurs tegel op de grond.

Constructie

Uit het bovenstaande valt ook het constructievoorschrift voor de analemmatische zonnewijzer af te leiden. De lange as is gelijk aan de diameter van de equatorring van de armillairsfeer en de korte as is de lange as maal de sinus van de geografische breedte. Deze verhouding noemt men de *excentriciteit* van de ellips. In Genk is die $\sin(51^\circ) = 0.78$. Uitgaande van een cirkel met urenpunten op gelijke afstanden verklein je alle noord-zuid afstanden tot 78%, en klaar is de ellips met urenpunten.

De lengte van de datumschaal S-W langs de poolstijl is de diameter van de equatorring maal de tangens van 23.5° (de maximale zonsdeclinatie), dus 43% ervan. De projectie S'-W' is de lengte S-W maal de cosinus van de breedtegraad; die is hier 63%. De lengte van de datumschaal op de grond is dus $0.63 \times 0.43 = 27\%$ van de lange as. De schaalverdeling geeft in feite de declinatie van de zon weer door het jaar heen, maar is voorzien van de bijbehorende datum.

De excentriciteit van de ellips en de lengte van de datumschaal hangen dus af van de breedtegraad. Fig. 8 laat dit zien. Naar de polen toe groeit de korte as en

krimpt de datumschaal. Op de pool wordt de ellips een cirkel en de datumschaal een punt: de equatoriale zonnwijzer is terug. Binnen de keerkringen wordt de datumschaal langer dan de korte as. Beneden de 30° sta je 's zomers dichtbij of op de ellips en is geen goede aflezing mogelijk. De analemmatische zonnwijzer is dus het meest aantrekkelijk zo tussen de 35° en 55°.

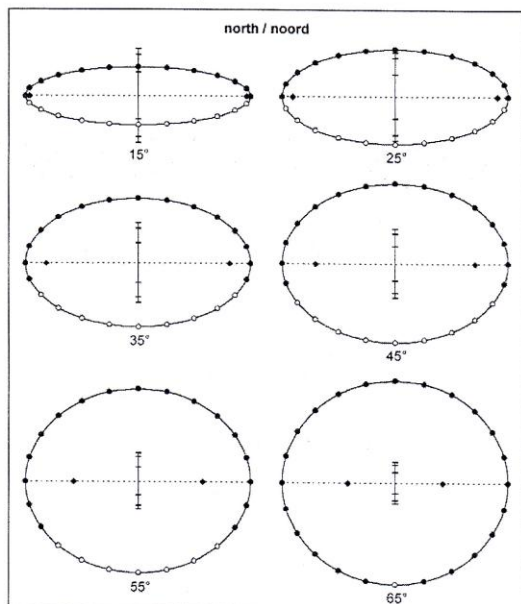


Fig. 8. De analemmatische zonnwijzer op verschillende (noorder)breedtes. De dichte uurpunten zijn de 'functionele' voor die breedte. De datumschaal is verdeeld volgens de dierenriem-maanden.

Variaties

Nu is ook duidelijk waarom die schuine cirkel onder een hoek van 39° staat. De equatoriale urenring staat namelijk ook onder 39°, zij het dat daarbij de zuidkant het hoogste is. Beide cirkels geven dezelfde ellips als je ze op het horizontale vlak projecteert.

De uurpunten op de schuine cirkel zijn homogeen verdeeld, d.w.z. ze liggen op gelijke hoekafstanden van 15°. Daarmee is een interessante variatie mogelijk, die we aantreffen in de zonnwijzer die Gordon Taylor in 1975 ontwierp voor het 300-jarig bestaan van het Observatorium van Greenwich (fig. 9). Dat was toen gevestigd in het kasteel van Herstmonceux (East Sussex), en zo wordt deze zonnwijzer nog vaak aangeduid, al is hij in 1990 met het Observatorium meeverhuisd naar Cambridge.

De schaduwgever is een staaf die langs de middellijn van de cirkel verplaatst kan worden, en de urenring is draaibaar, zodat de correctie voor de zonetijd en de tijdsvereffening ingesteld kan worden. Daarmee kan de zonnwijzer op de minuut nauwkeurig de kloktijd wijzen. Kan, want in 1998 is het Observatorium wegbezuinigd en daarmee het personeel dat de zonnwijzer bijstelde.

In fig. 7 wordt de armillaire sfeer verticaal geprojecteerd op het horizontale vlak. De hele constructie blijft echter geldig bij projectie van de equatoriale ring met poolstijl in een willekeurige richting op een willekeurig georiënteerd vlak. Daarbij komt de schaduwgever telkens in de projectierichting te staan. Ik werk dat hier niet verder uit, maar verwijs graag naar de artikelenreeks van René Vinck [3] en vooral naar de verhelderende artikelen van Hans de Rijk [4]. Laatstgenoemde heeft de term *equatorprojectie-zonnwijzers* voor deze familie van instrumenten geïntroduceerd.

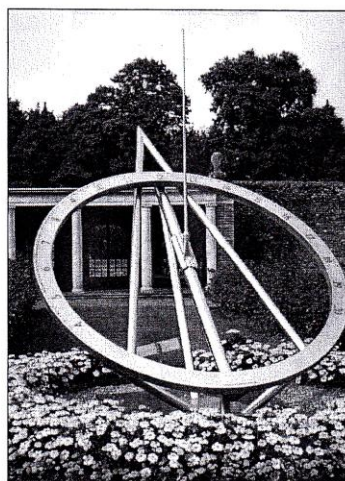


Fig. 9. De hellende homogene zonnwijzer bij het Observatorium van Greenwich, hier nog in de tuin van Herstmonceux Castle. De diameter van de ring is 3.2 m. (Foto: David Roles, Edmonton, Canada).

Er valt over de analemmatische zonnwijzer nog veel meer te vertellen, maar ik wil binnen de - zelfgekozen - beperking van vier pagina's blijven. Fred Sawyer, voorzitter van de North American Sundial Society, werkt momenteel aan een *Sourcebook* over deze boeiende instrumenten, dat zal verschijnen ter gelegenheid van het 10-jarig bestaan van de NASS. Een absolute *must* voor de liefhebber!

Referenties

- [1] F.W. Maes, Analemmatische zonnwijzer te Peize (Dr.), Bulletin van de Nederlandse Zonnwijzerkring, 2000 nr. 1, p. 20-21. In iets gewijzigde vorm: www.fransmaes.nl/zonnwijzers/nl/onzetuin.htm
- [2] P. Terpstra, Zonnwijzers. Wolters, Groningen 1953, p. 118-127.
- [3] R.J. Vinck, Afgeleiden van de analemmatische zonnwijzer, deel 1: Zonnetijdingen, 1996 nr. 3, p. 6-9; deel 2: 1996 nr. 4, p. 3-4 (+ erratum bij deel 1); deel 3: 1997 nr. 5, p. 3-6.
- [4] J.A.F. de Rijk, Equatorprojectie-zonnwijzers, Bulletin van de Nederlandse Zonnwijzerkring, 1981 nr. 10, p. 475-487 en 1982 nr. 11, p. 503-508. Ook: Nieuwe zonnwijzers met equatorprojectie, Zenit, 1984 nr. 2, p. 52-57. De Engelse versie: Equator projection sundials, Journal of the British Astronomical Association, 1986, nr. 97, p. 1 ff.; is ook beschikbaar op: www.iae.nl/users/ferdv/projdial.htm.

Frans W. Maes (NL)