

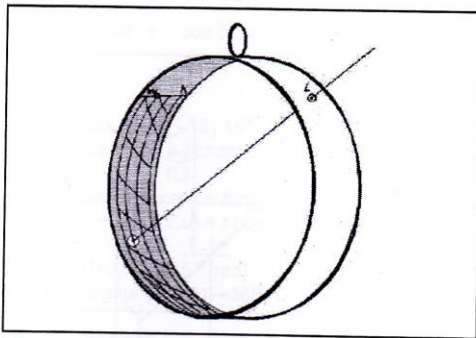
# Een stenen ringzonnwijzer

Onlangs had ik een gesprek met de Brugse letterkunstenaar Frank Ranson die in Frankrijk een kunstig gegraveerde zonnwijzerring had gekocht, in de volksmond "anneau de paysan", "Bauernring" of "boerenring" genoemd (foto 1).



Foto 1: Ringvinger zonnwijzer

Typisch voor dit specifiek soort zonnwijzers zijn de schuin lopende uurlijnen en de evenwijdige datumlijnen binnenin de ring (schematisch voorgesteld in fig. 1).



Figuur 1: Schema ringzonnwijzer

Uit de opbouw ervan kan men afleiden dat dit type zonnwijzer uitgaat van de zonhoogte, net zoals de zg. herderszonnwijzers [1] en de geperforeerde ringzonnwijzers [2].

Door de beperkte afmetingen van de ringzonnwijzer zijn de zonnetidcurven gelinealiseerd en kan hij enkel gebruikt worden tijdens een korte periode (bijv. de maand augustus). Bovendien is de nauwkeurigheid niet erg groot. Deze ring was dan ook geen goed uitgangspunt om er een grotere versie van te maken in steen. Een nauwkeurige berekening van de zonnetidcurven was noodzakelijk.

## Het oog van de tijd

De stenen ringzonnwijzer van Frank Ranson is uit arduin (blauwe hardsteen) gebeiteld. Het is een cilindrische constructie met volgende afmetingen (foto 2):

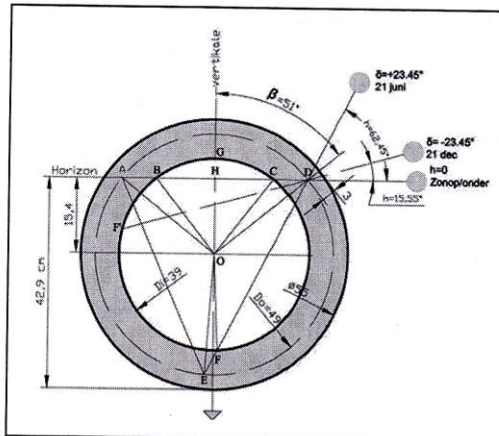


Foto 2: Stenen ringzonnwijzer Ranson

- buitendiameter: 55 cm
- binnendiameter: 39 cm
- dikte ring: 8 cm
- breedte ring: 15 cm
- totale hoogte (incl. sokkel): 73 cm.

Op de zijkant van de ring is de tekst "The eye of time" gebeiteld in de stijl van de letterkunstenaar.

Op de maattekening (fig. 2) van de ring is te zien dat de lichtopening onder een hoek  $\beta = 51^\circ$  staat ten opzichte van de verticale die door het centrum van de ring gaat.



Figuur 2: Afmetingen ringzonnwijzer

De maximale zonhoogte op 21 juni / 21 december om 12 h zonnetijd is:

$$h_{12h} = (90^\circ - \varphi) + \delta = + 62.45^\circ / + 15.55^\circ$$

waarbij

- de zonsdeclinatie  $\delta = \pm 23.45^\circ$
- de breedtegraad  $\varphi = 51^\circ$ .

### De lichtopening

De opening waardoorheen de zonnestrallen priemen heeft een diameter van 3 mm. Ze bevindt zich niet direct in de binnenwand van de ring, maar op 5 cm ervan in de steenmassa.

Om de beschadiging van deze kleine opening te voorkomen werd immers eerst - vanaf de buitenwand van de ring - een komvormige holte gemaakt tot op een diepte van 3 cm. Daarna werd een gelijkaardige holte gemaakt vanaf de binnenwand. Waar de beide holten in de massa van de steen samen komen ontstaat een kleine opening van 3 mm waardoorheen het zonlicht geprojecteerd wordt op de binnenwand van de ring.

In de buitenwand heeft de komvormige holte een diameter van 6 cm. Ze is daar versierd met vlammetjes die ingelegd zijn met bladgoud, als symbool voor de zon (foto 3). →

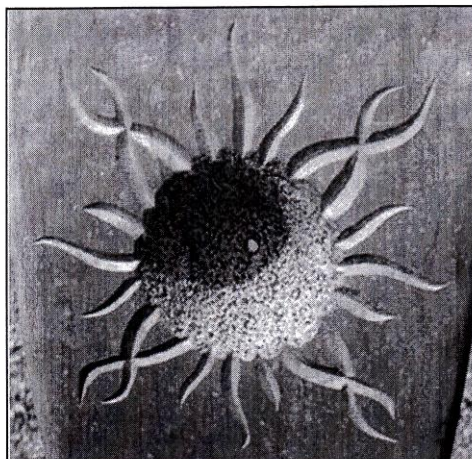
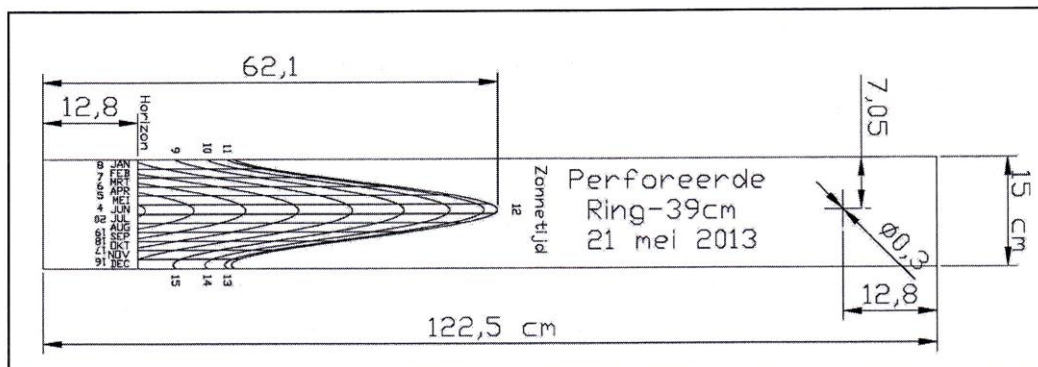


Foto 3: Lichtopening met zon als symbool

De witte stip in het midden is de eigenlijke lichtopening. In de binnenwand heeft de komvormige holte een diameter van 7 cm. De zonnestrallen kunnen aldus ongehinderd door de 8 cm dikke steenmassa schijnen van zonsopgang tot zonsondergang en dit gedurende het hele jaar.



Figuur 3: Ontrolde zonnetijdcurven

### Zonnetijdcurven

De geperforeerde ring laat toe de zonnetijd te bepalen door de hoogte van de zon te meten. Op de binnenwand zijn 9 klokvormige 2 mm brede uurlijnen (12 h & 4 h/20 h) met de hand gekapt. De maanden zijn evenwijdige 1 mm brede lijnen op 1,3 cm onderlinge afstand. Deze fijne lijnen zijn om praktische reden niet gekapt maar met een diamantschijf uitgeslepen. De curven worden in fig. 3 voorgesteld als ontrolde binnenwand.

### Draaibaarheid

Aangezien de massieve stenen ring telkens naar de zon gericht moet kunnen worden is er een verticaal draaimechanisme voorzien. Dat bestaat uit een geharde stalen bus die 28 mm in de steenmassa staat. In die bus zit een gat van 15 mm diameter waarin zich de as bevindt die op een stalen kogel van 8 mm rust. Daardoor kan de ring vrij gemakkelijk gedraaid worden.

Enkel wanneer de ring correct naar de zon gericht is, ontstaat er een projectie op de binnenwand en kan de zonnetijd afgelezen worden overeenkomstig de datum.

## Formules

Omdat de lichtopening zich niet op de binnenwand bevindt zoals bij een dunwandige ring, zal de berekening anders verlopen.

De X,Y-coördinaten van de zonnetijdcurven voor een dunwandige ringzonnenuijzer kan men berekenen met volgende vergelijking (vgl. 1):

$$Y(T,N) = [(2 \cdot h + \beta) / 360^\circ] \cdot Di \cdot \pi$$

$$X(B,N) = (B / 365) \cdot (N - 1)$$

Bij een dikwandige ring zijn de zonnetijdcurven bepaald door volgende vergelijking (vgl. 2):

$$Y(T,N) = \{h + 90^\circ + b \cdot \sin[-(Do/Di) \cdot \cos(h+\beta)]\} \cdot Di \cdot \pi / 360^\circ$$

$$X(B,N) = (B / 365) \cdot (N - 1)$$

De parameters uit de vergelijkingen 1 & 2 zijn:

B = breedte van de ring of 1 jan/31dec-tijdschaal  
 $\beta$  = lichtopeningshoek

Do = cirkeldiameter waarop de lichtopening is gelegen

Di = binnenringdiameter

h = zonhoogte =

$$b \cdot \sin[\sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos H] \quad [^\circ]$$

(vgl. 3)

Hierin zijn:

$$H = \text{uurhoek} = (T_{24} - 12) \cdot 15^\circ \quad [^\circ]$$

$$T_{24} = \text{zonnetijd 24 h-schaal}$$

(vgl. 4)

$$\delta = \text{zonsdeclinatie} = a + b \cdot \cos(u) + c \cdot \sin(u) + d \cdot \cos(2 \cdot u) + e \cdot \sin(2 \cdot u) + f \cdot \cos(3 \cdot u) + g \cdot \sin(3 \cdot u) \quad [^\circ]$$

(vgl. 5)

$$u = 2 \cdot \pi \cdot (N + 0,5) / 365 \quad [\text{rad}]$$

met N = dagnummer (1 → 366)

(vgl. 6)

$$\varphi = \text{breedtegraad} \quad [^\circ]$$

Parameter ( $\delta$ )	Waarde
a	0,006918
b	-0,399912
c	0,070257
d	-0,006758
e	0,000907
f	-0,002697
g	0,001480

Tabel 1: Zonsdeclinatieparameters

De curven in fig. 3 zijn berekend in Excel volgens vgl. 2 met  $\beta = 51^\circ$ , Do = 49 cm, Di = 39 cm, B = 15 cm en  $\varphi = 51^\circ$ .

Ze zijn getekend in AutoCAD en op schaal 1/1 afgedrukt op papier. Transfer op de arduinen binnenwand gebeurde met carbonpapier.

## Berekening formules

De positie van de geprojecteerde zonnestraal op de binnenwand van de ring is bepaald door de lengte van de boog GF begrepen tussen het snijpunt G van de verticale door het centrum van de ring en punt F. De zonspot vertrekt bij zonsopgang vanaf punt B en eindigt er terug bij zonsondergang. Iedere zonnetijdcurve heeft een maximum op 21 juni en een minimum op 21 december. In fig. 2 om 12 h zonnetijd is dit aangeduid door F en F'.

We berekenen achtereenvolgens de hoeken dewelke de boog GF onderspant.

De uitkomsten zijn voor  $\beta = 51^\circ$ ,  $\varphi = 51^\circ$ ,  $h = 62,45^\circ$  (21 juni / 12 h), Do = 49 cm en Di = 39 cm.

$$\triangle AHO: \quad HO = (Do/2) \cdot \cos \beta = (49/2) \cdot \cos 51^\circ = 15,4 \text{ cm}$$

$$\triangle BHO: \quad B<OH = b \cdot \cos(\beta) \cdot Do/Di = 37,75^\circ$$

$$\text{Booglengte GB} = (B<OH)/360^\circ \cdot Di \cdot \pi = 12,85 \text{ cm}$$

$$\triangle DEO: \quad E<OD = 360^\circ - 2 \cdot (h+\beta) = 133,1^\circ$$

$$O<ED = (h+\beta) - 90^\circ = 23,45^\circ$$

$$\triangle OFE: \quad \sin(O<FE) = (Do/Di) \cdot \sin(O<ED) = -(Do/Di) \cdot \cos(h+\beta)$$

$$E<FO = 180^\circ - b \cdot \sin[-(Do/Di) \cdot \cos(h+\beta)] = 150,0^\circ$$

$$E<OF = 90^\circ - (h+\beta) + b \cdot \sin[-(Do/Di) \cdot \cos(h+\beta)] = 6,55^\circ$$

$$\triangle BOF: \quad B<OF = (B<OA) + (A<OE) + (E<OF)$$

$$B<OA = \beta - (B<OH) = \beta - b \cdot \cos(\beta) \cdot Do/Di$$

en men kan bewijzen dat  $A<OE = 2 \cdot h$

$$B<OF = h + 90^\circ - b \cdot \cos[(Do/Di) \cdot \cos \beta] + b \cdot \sin[-(Do/Di) \cdot \cos(h+\beta)] = 144,69^\circ$$

$$\text{Booglengte BF} = (B<OF/360^\circ) \cdot Di \cdot \pi = 49,25 \text{ cm}$$

Booglengte GF =

$$\text{Booglengte GB} + \text{Booglengte BF} = 62,09 \text{ cm}$$

Booglengte GF =

$$\{h + 90^\circ + b \cdot \sin[-(Do/Di) \cdot \cos(h+\beta)]\} \cdot Di \cdot \pi / 360^\circ \quad (\text{cm})$$

De curven in fig. 3 zijn berekend voor een volledig jaar, van 1 januari tot 31 december.

André Reekmans

## Referenties

[1] Ory W., De herderszonnenuijzers (deel 1 & 2), in Zonnentijdingen nr. 64 & 65.

[2] Waugh A.E., Sundials - Their theory and construction, Dover Publications Inc., New York, p. 158.