

BIFILAIRE ZONNEWIJZER

door Fer J. de Vries

Inleiding

De bifilaire zonnwijzer in horizontale uitvoering is in 1923 bedacht door Hugo Michnik, Duitsland.

Zijn idee is het eerste echt nieuwe zonnwijzertype dat sedert eeuwen is ontwikkeld.

In plaats van een poolstijl of gnomon als schaduwgever wordt gebruik gemaakt van twee elkaar kruisende draden.

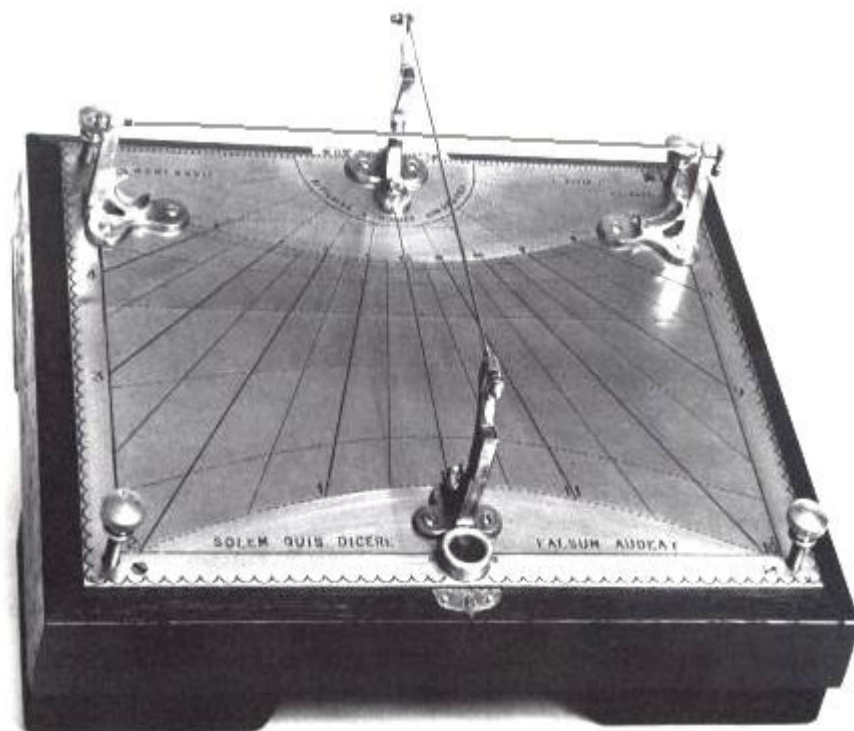
De ene draad is noord-zuid gericht en de andere draad is oost-west gericht.

Beide draden liggen evenwijdig aan het zonnwijzervlak maar op verschillende hoogte.

Door deze hoogtes in een bepaalde verhouding te kiezen kunnen de uurlijnen allemaal om de 15 graden worden getekend, net als bij een equatoriale zonnwijzer.

De zonnwijzer wordt afgelezen op het punt waar de twee schaduwlijnen van de draden elkaar snijden.

Het is deze eenvoudigste vorm die hier in een procedure wordt beschreven.



*Voorbeeld van een bifilaire zonnwijzer
Bron: Boek Die Sonnenuhr, René R.J. Rohr*

Een bifilaire zonnwijzer wordt in onze taal ook wel aangeduid als tweedraadszonnwijzer of als kruisdraadszonnwijzer.

Hoewel over draden als schaduwgever wordt gesproken kunnen ook randen van vlakken daarvoor worden gebruikt.

Lange tijd na de uitvinding is over de bifilaire zonnwijzer niet veel gepubliceerd maar zo rond 1980 is deze zonnwijzer weer in de belangstelling gekomen en heeft deze zonnwijzer zich verder ontwikkeld, o.a. door gebruik te maken van gekromde draden.

Een voorbeeld van zo'n zonnwijzer wordt hieronder gegeven.



Bifilaire zonnwijzer met gekromde oost-west "draad" in Appingedam

Basisprocedure, deel 1

In dit deel wordt de basis van een **bifilaire** zonnwijzer beschreven.

De beschrijving beperkt zich tot de horizontale uitvoering zoals in 1923 door Hugo Michnik is gepubliceerd.

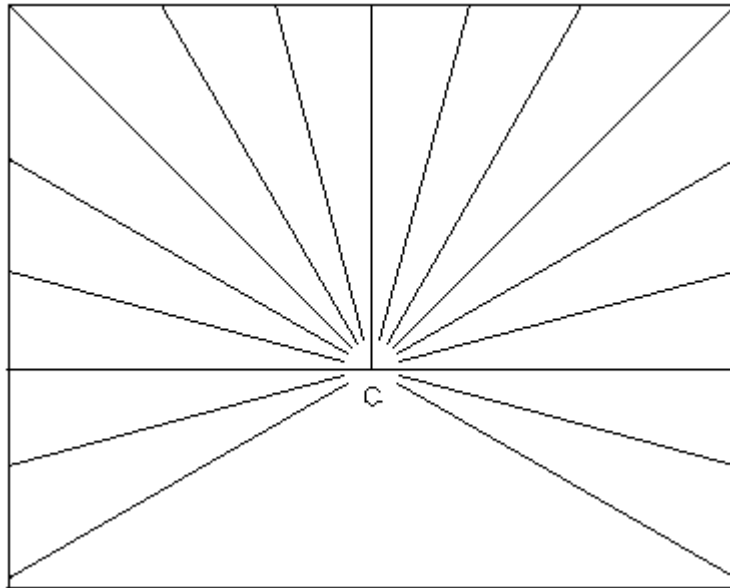
De uurlijnen

Teken de benodigde uurlijnen als op een equatoriale zonnwijzer.

De uurlijnen maken allemaal met elkaar een hoek van 15 graden.

Uiteraard kunnen ook halve uren worden getekend om de 7.5 graden of zelfs kwartieren of minuten.

Een en ander is eenvoudig met passer en liniaal te realiseren en het uurlijnenpatroon vergt dus geen extra constructie of berekening.



Uurlijnen om de 15 graden

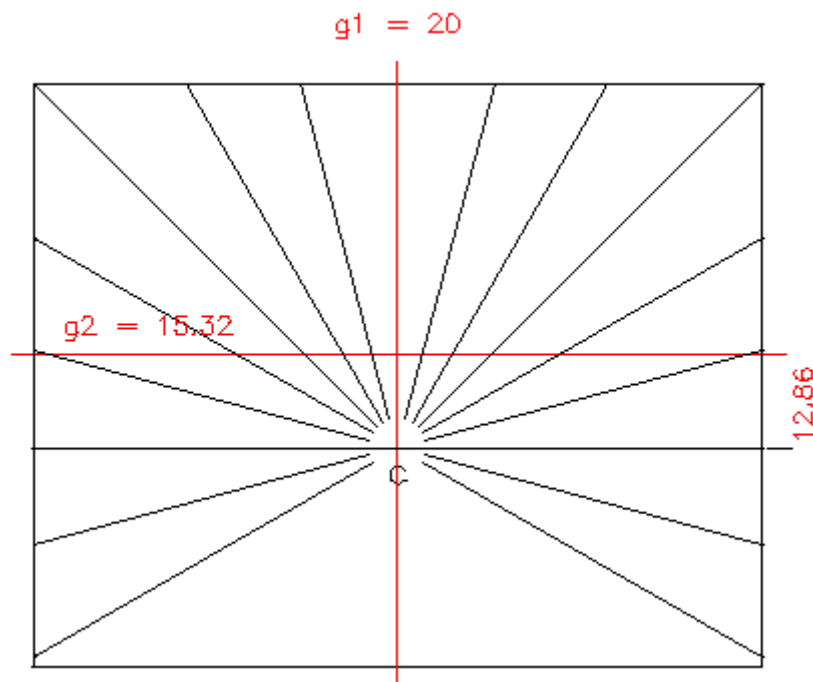
De draden

De noord-zuid draad komt haaks boven de noord-zuid lijn (is ook substijl) te staan op een vrij te kiezen hoogte g_1 . De hoogte van de oost-west draad moet dan gelijk worden aan $g_2 = g_1 \cdot \sin(\text{breedtegraad})$.

Kiezen we b.v. $g_1 = 20$ mm en moet de zonnwijzer op een breedtegraad van 50 graden worden opgesteld dan wordt de hoogte van de oost-west draad $g_2 = 20 \cdot \sin 50 = 15.32$ mm. Maar waar komt de oost-west draad?.

Die komt haaks boven het punt dat op een afstand $y = g_1 \cdot \cos(\text{breedtegraad})$ vanaf het centrum C op de noord-zuid lijn ligt.

In ons voorbeeld is dat: $y = 20 \cdot \cos 50 = 12.86$ mm.



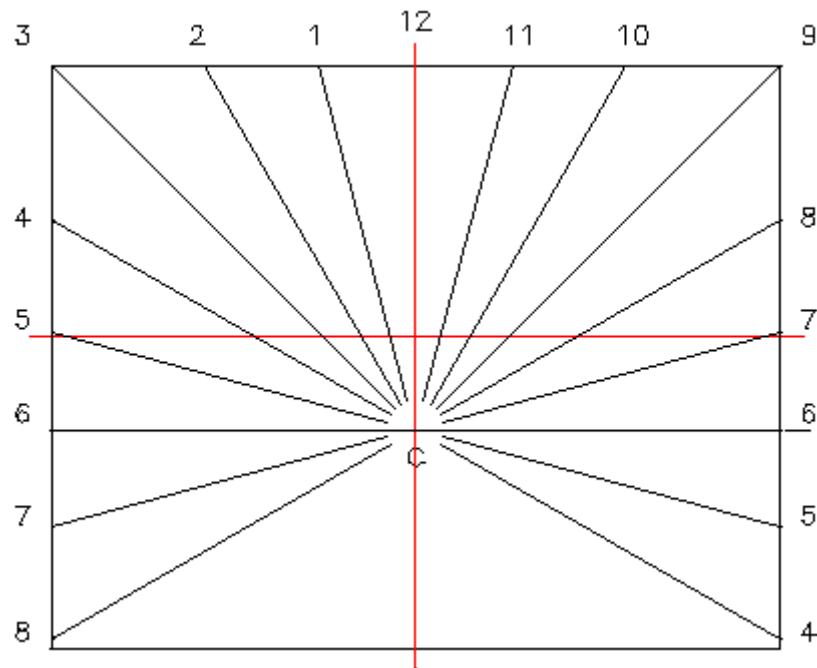
Ligging van de draden

De becijfering en het eindresultaat

Op het noordelijk halfrond lopen de uurcijfers in de richting van de wijzers van de klok, op het zuidelijk halfrond tegen de wijzers van de klok in.

Als de uurlijnen en becijfering op een om C draaibaar deel worden aangebracht kan door verdraaiing van de uurplaat elke gewenste correctie worden ingesteld.

Dit is een groot voordeel van iedere zonnewijzer waar alle uurlijnen om de 15 graden zijn aangebracht.



Het eindresultaat voor een horizontale bifilaire zonnewijzer op het zuidelijk halfrond

De universele horizontale bifilaire zonnewijzer

Teken 24 uurlijnen, allemaal 15 graden uit elkaar. *(Niet in de figuur weergegeven)*

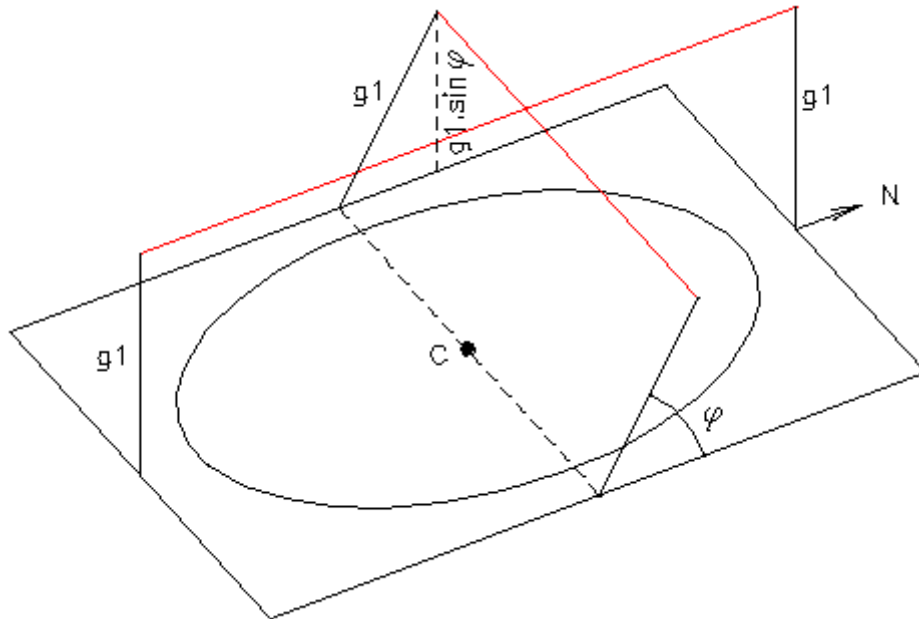
Zet op de noord-zuid lijn de draad met hoogte g_1 .

Plaats op de oost-west lijn door C eenzelfde draad maar zorg er voor dat de steunen draaibaar zijn om de oost-west lijn.

Stel de hoek tussen de steunen en het horizontale vlak in op de gewenste breedtegraad.

Automatisch komt de oost-west draad dan op de hoogte $g_2 = g_1 \cdot \sin(\text{breedtegraad})$ en op een afstand $y = g_1 \cdot \cos(\text{breedtegraad})$ vanaf het centrum C van de uurlijnen.

Draaiing van deze draad naar het noorden geeft de zonnewijzer voor het noordelijk halfrond en draaiing de andere kant op die voor het zuidelijk halfrond.



Universele bifilaire zonnwijzer

Andere lijnen

Op een bifilaire zonnwijzer kunnen ook allerlei andere soorten zonnwijzer lijnen aangebracht worden maar dat valt buiten het doel van dit basis artikel. Die komen in een uitgebreider procedure aan de orde. *Zie basisprocedure, deel 2.*

Opmerkingen

De bifilaire zonnwijzer leent zich niet voor lage breedtegraden. Zoals uit het universele instrument blijkt komt de oost-west draad dan in het vlak van de zonnwijzer te liggen en heeft de zonnwijzer geen praktisch nut meer.

Ook voor de beide polen is de bifilaire zonnwijzer niet aantrekkelijk. Beide draden zijn dan even hoog en snijden elkaar en kunnen net zo goed vervangen worden door een enkele gnomon.

Basisprocedure, deel 2

De bifilaire zonnwijzer op een willekeurig vlak

Aan de hand van een voorbeeld wordt voor een willekeurig vlak een bifilaire zonnwijzer met uurlijnen om de 15 graden uitgewerkt.

De basisgegevens voor deze zonnwijzer zijn:

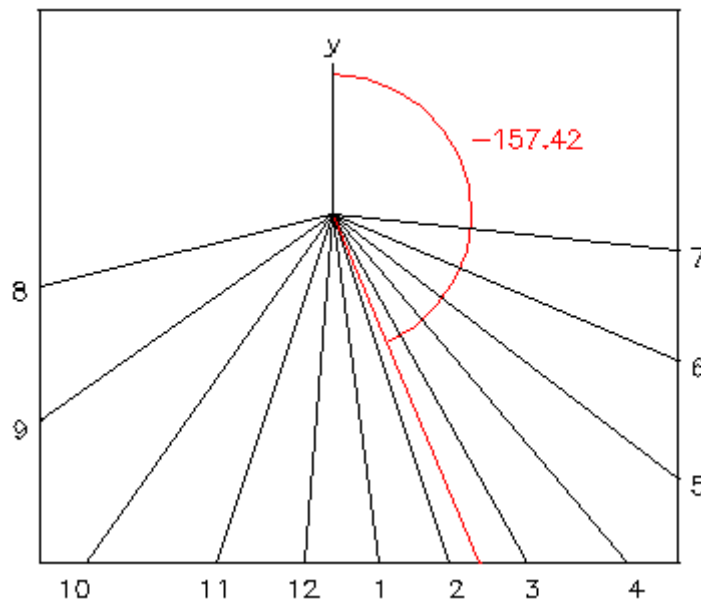
- Breedtegraad 50 graden (dat is noorderbreedte)
- Inclinatie van het vlak 100 graden (dat is een muur die 10 graden voorover helt)

- Declinatie van het vlak 25 graden (dat is een vlak dat 25 graden van zuid naar west afwijkt)
Voor dit vlak berekenen we enkele zonnwijzer-constanten alsof hier een gewone zonnwijzer moet komen.

- stijlverheffing $v = -44.97$
- uurhoek van de substijl $t_s = 36.04$ (= 2 uur 24 minuten)
- hoek tussen substijl en y-as $b = -157.42$

Deze waarden zijn o.a. te berekenen met het computerprogramma ZW2000, dat te downloaden is van www.zonnwijzerkring.nl.

En met het computerprogramma ZW2000 zijn de hier te behandelen bifilaire zonnwijzers ook te tekenen.



Ligging van de substijl op de poolstijl zonnwijzer

Deze zonnwijzer-constanten leren ons dat het zonnwijzervlak overeenkomt met een horizontaal vlak op een zuiderbreedte van 46.71 graden en dat in lengte 36.04 graden naar het westen is opgeschoven. (Verplaatsingsregel)

En de uurlijnen lopen tegen de wijzers van de klok in. (Negatief teken van de stijlverheffing)
Het patroon van deze zonnwijzer voor zonnetijd is hierboven weergegeven.

Met name de ligging van de substijl en de waarde van de stijlverheffing is in het verdere verhaal van belang.

In plaats van een poolstijl plaatsen we haaks op de substijl een gnomon met lengte g op een afstand $g / \tan(|\text{stijlverheffing}|)$ van het centrum van alle uurlijnen.

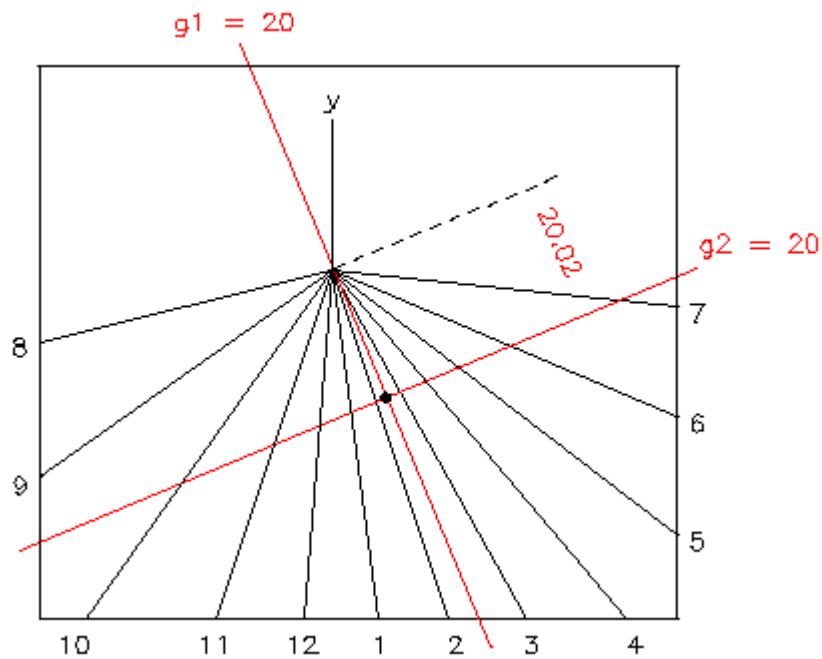
In ons voorbeeld kiezen we $g = 20$ mm en wordt die afstand $g / \tan 44.97 = 20.02$ mm.

Het eindpunt van deze gnomon is dan in feite een indicator op de nu imaginaire poolstijl en de zonnwijzer zal gewoon blijven functioneren.

Nu plaatsen we twee draden van dezelfde hoogte $g = 20$ mm door het eindpunt van de gnomon en evenwijdig aan het zonnwijzervlak en verwijderen de gnomon.

De ene draad komt boven de substijl, de andere draad haaks daarop.

Deze draden snijden elkaar en de zonnwijzer zal nog steeds functioneren maar het is nog niet de bifilaire zonnwijzer die we willen.



Nog steeds dezelfde zonnwijzer

De transformatie

De draad die haaks staat op de substijl wordt nu in hoogte verlaagd tot de waarde $g2 = g1 \cdot \sin(|\text{stijlverheffing}|)$.

De waarde wordt dan $20 \cdot \sin 44.97 = 14.13 \text{ mm}$.

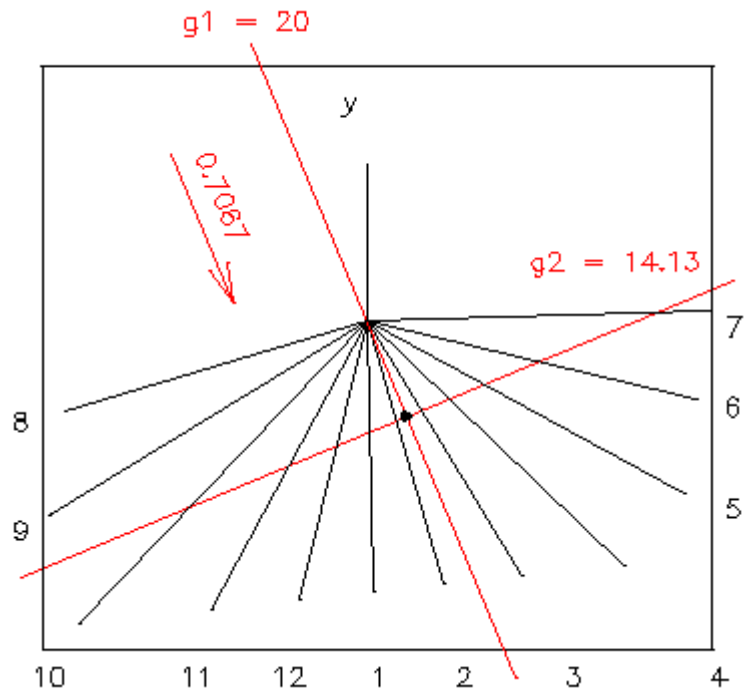
Op een bepaald tijdstip zal de schaduw van de niet veranderde draad $g1$ op dezelfde plaats blijven vallen maar die van de verlaagde draad zal zich verplaatsen en wel met een factor die gelijk is aan $\sin(|\text{stijlverheffing}|) = \sin 44.97 = 0.7067$.

Het patroon van de zonnwijzer wordt hierdoor in de richting van de substijl in elkaar gedrukt met die factor.

Een kopieerapparaat zou dit werk voor u kunnen doen.

Als deze procedure wordt uitgevoerd komt de zonnwijzer er uit te zien zoals hieronder is weergegeven.

U moet alleen de uurlijnen nog wat verlengen.



*Transformatie met factor in aangegeven richting.
Uurlijnen liggen nu om de 15 graden.*

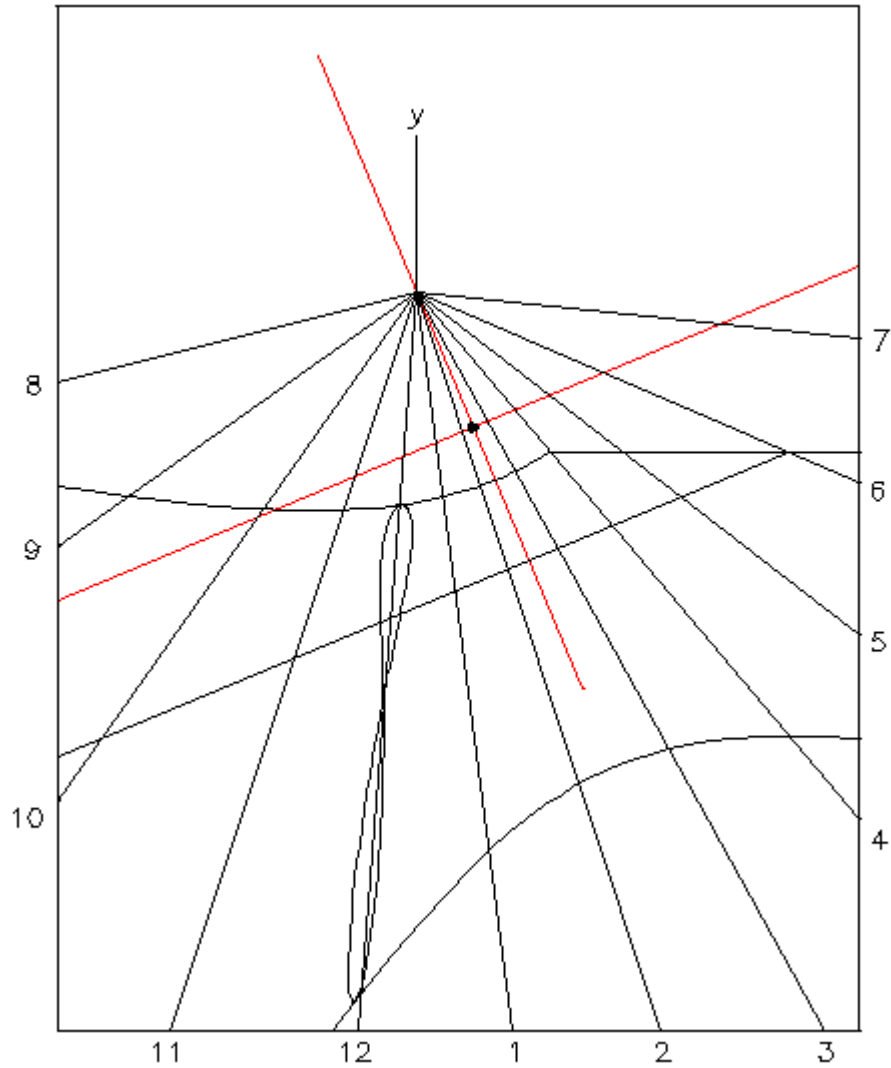
En nu met allerlei andere zonnewijzerlijnen

De transformatie die hierboven voor de zonnetijd-uurlijnen is uitgevoerd blijft geldig voor alle soorten lijnen die op een zonnewijzer kunnen worden aangebracht.

De zonnewijzer waarmee we begonnen is hier daarom nog eens weergegeven maar nu met drie datumlijnen, een tijdvereffeningslus op de 12 uurlijn en de horizon lijn.

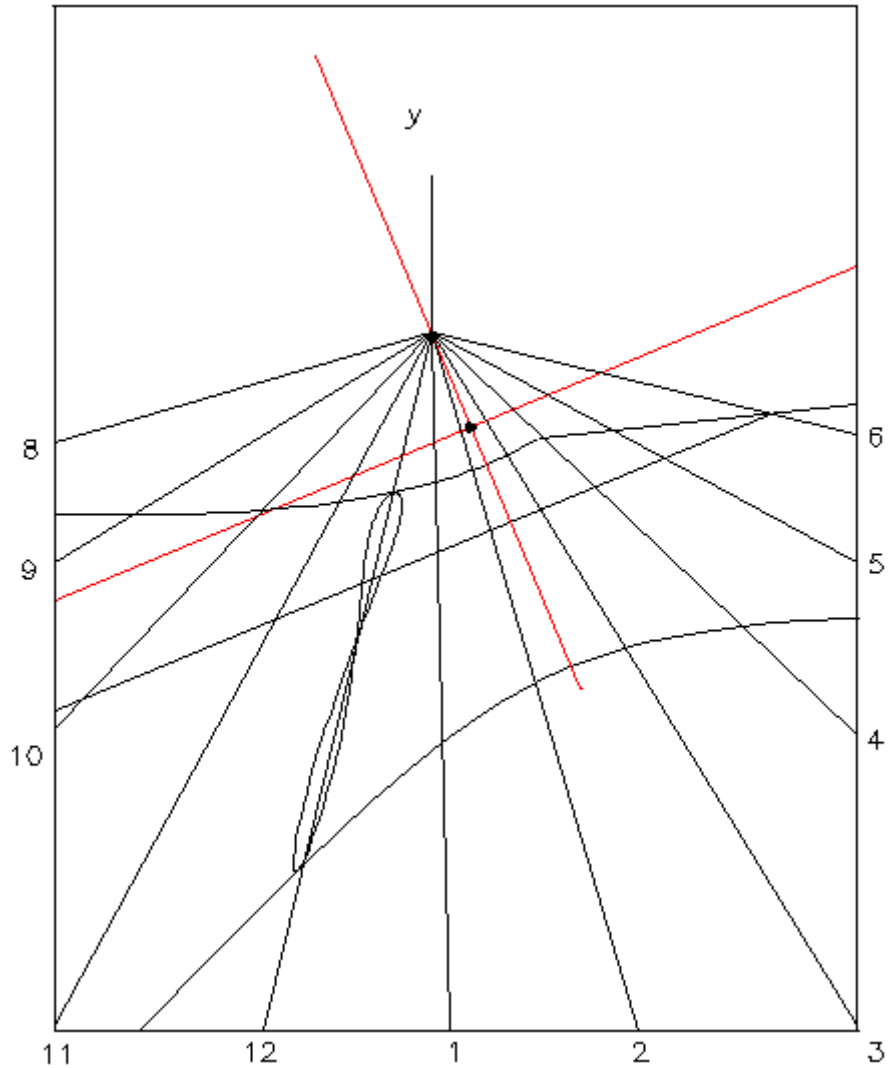
Maar u mag nog allerlei andere lijnen toevoegen als dat gewenst is.

De indicator op de (imaginaire) poolstijl wordt weer vervangen door de gnomon met lengte $g = 20$ die op zijn beurt weer vervangen wordt door twee draden op gelijke hoogte $g = 20$ mm.



De zonnwijzer die als uitgangspunt dient

De draad haaks op de substijl wordt weer verlaagd met de factor $\sin(\text{stijlverheffing}) = \sin 44.97 = 0.7067$ waardoor het gehele patroon met die factor in elkaar gedrukt wordt. Zo ontstaat de gewenste bifilaire zonnwijzer met de zonnetijd uurlijnen om de 15 graden. Bedenk dat door deze procedure de horizonlijn nu niet meer horizontaal loopt.



En nu getransformeerd tot bifilaire zonnwijzer met zonnetijd uurlijnen om de 15 graden.

Resumé

Om een bifilaire zonnwijzer te construeren kan een gewone zonnwijzer, waarop allerlei lijnen zijn aangebracht, als uitgangspunt dienen.

Op de plaats waar de indicator (op de imaginaire poolstijl) zit die voor al die lijnen als schaduwgever dienst doet wordt een draad aangebracht in de richting van de substijl op hoogte g_1 .

Haaks daarop wordt de tweede draad aangebracht op hoogte $g_2 = g_1 \cdot \sin(\text{stijlverheffing})$. Het gehele patroon van de zonnwijzer wordt in de richting van de substijl in elkaar gedrukt met de factor $\sin(\text{stijlverheffing})$.

Dan ontstaat de bifilaire zonnwijzer met zonnetijd uurlijnen om de 15 graden.

U ziet, er zijn in het geheel geen moeilijke formules en berekeningen nodig als u maar de gewone zonnwijzer weet te construeren.

Opmerkingen

Er zijn nog veel meer vrijheden om bifilaire zonnwijzers te ontwerpen.

De hoogte van de tweede draad mag ook met een andere factor worden gekozen dan $\sin(\text{stijlverheffing})$.

Afhankelijk van de waarde wordt het patroon dan in elkaar gedrukt (factor < 1 maar > 0) of juist uitgerekt (factor > 1).

Maar de zonnetijd uurlijnen liggen dan niet meer om de 15 graden.

De draden hoeven ook niet evenwijdig aan het zonnewijzervlak te liggen of hoeven niet haaks op elkaar te staan of hoeven niet boven de substijl te staan of mogen gebogen van vorm zijn.

Maar dat gaat het doel van deze pagina's te boven. Hier wordt alleen de basis gegeven zoals die in 1923 is ontstaan.