ZONNEWIJZERS

Hoofdstuk 4 Gnomon en datumlijnen

Inhoud:

De gnomon en de stijldriehoek

Tot nu toe zijn alleen uurlijnen op de zonnewijzers getekend. Zoals in Hoofdstuk 2 is aangegeven kan een zonnewijzer niet alleen de zonnetijd (uurhoek) en zelfs niet alleen onze kloktijd aangeven, maar in feite alle coördinaten van de zon. Om bijvoorbeeld de hoogte van de zon boven de horizon aan te kunnen geven kan het beste een punt op de poolstijl zodanig zichtbaar worden gemaakt dat de schaduw van dit punt een maat is voor de hoogte van de zon. In figuur 4.1, de afbeelding van een horizontale zonnewijzer

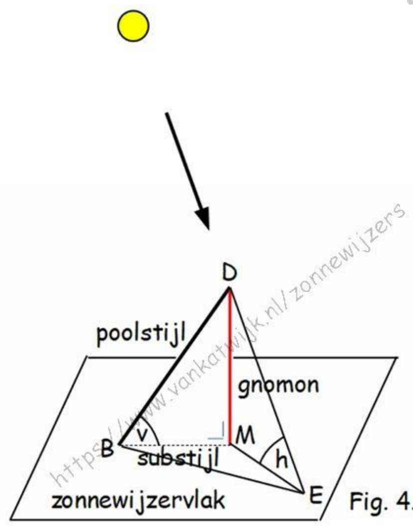

Fig. 4.1

op noorderbreedte is dit het punt D. In plaats van de poolstijl BD kan nu worden volstaan met een los punt D, maar in de praktijk is dit punt vaak het eindpunt van de loodlijn of normaal op het zonnewijzervlak, de lijn DM, een **gnomon**. Driehoek BMD wordt de **stijldriehoek** genoemd Omdat de gnomon loodrecht op het zonnewijzervak staat, staat de stijldriehoek ook altijd loodrecht op het zonnewijzervlak. De gnomon kan in principe allerlei vormen hebben; de top, punt D, is bepalend. In de figuur is nu duidelijk te zien dat in punt E, het schaduwpunt van punt D, de hoogte van de zon is af te lezen. De richting van lijn EM is een maat voor het azimut van de zon. Een **puntzonnewijzer** is een zonnewijzer met op de plaats van punt D een bolletje (een punt). Met de schaduw van het bolletje, punt E in figuur 4.1, zijn in feite alle coördinaten van de zon bepaald.

De vorm van een datumlijn

De lijn van het oog (top van de gnomon) naar de zon beschrijft een kegelwand als je de zon in gedachten in de loop van een dag blijft volgen. Op dezelfde manier beschrijft het verlengde van de lijn van de zon naar de top van de gnomon ook een kegelwand. Op 21 maart en 23 september, als de declinatie 0° is, is dit een bijzondere kegel, namelijk een plat vlak, de tophoek is dan 180°, de halve tophoek is 90°. Op 21 juni en 22 december is de halve tophoek 90°-23,5°. Bij een willekeurige declinatie d is de halve tophoek 90°- d°. Deze kegelwand wordt gesneden door het zonnewijzervlak, dit geeft een schaduwlijn, de datumlijn behorend bij deze declinatie. Dit is dus een kegelsnede. Afhankelijk van de hoek die het zonnewijzervlak maakt met de as van de kegel is dit een cirkel, een ellips, een parabool of een hyperbool; een parallel als het vlak evenwijdig loopt aan de kegelwand. In figuur 4.2 geven de lijnen ellips, parallel en hyperbool de zonnewijzer vlakken aan voor het geval de schaduwlijn respectievelijk een ellips, parallel of een hyperbool is.

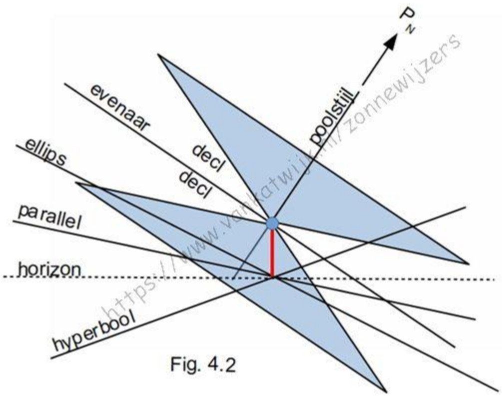

Fig. 4.2

Als de declinatie 0° is, dan snijdt het equatorvlak het zonnewijzervlak volgens een rechte lijn. Als de stijlverheffing 90° is (aardas loodrecht op het zonnewijzervlak) dan is de schaduwlijn een cirkel.

Samengevat: de datumlijn is: **recht** als de declinatie d = 0°, **parabool** als |v| = 90 -|d|
Een **cirkel** als v = 90° of v = -90°, een **hyperbool** als |v| < 90 -|d|, **ellips** als |v| > 90-|d|

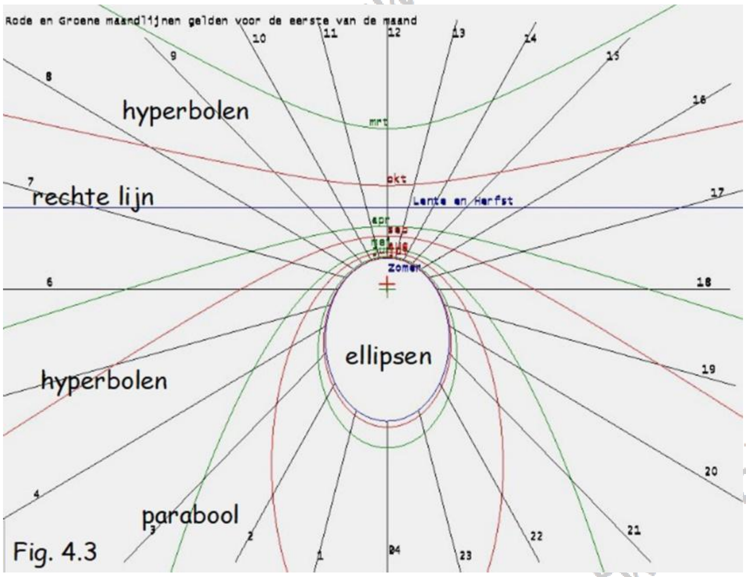

Fig. 4.3

De tijd- en datumlijnen in figuur 4.3 zijn gemaakt met het zonnewijzer programma dat te vinden is op https://www.vankatwijk.nl/zonnewijzers
Het is een horizontale zonnewijzer op breedte: 75°, dus v = 75°.
Op 21 maart en 23 september is d = 0°, De bijbehorende datumlijn is recht.
Op 1 mei is de declinatie d = 15°. De (groene) datumlijn van 1 mei is dus (v = 90 – d) een parabool. Richting zomer als d > 15° dan zijn de datumlijnen ellipsen. De overige lijnen zijn hyperbolen. Het rode kruisje (plus teken) is de voet van de gnomon.

De constructie van een datumlijn

Er zijn verschillende manieren om datumlijnen te tekenen. Hier wordt er voor gekozen om de vlakke zonnewijzer eerst te herleiden tot een horizontale zonnewijzer zoals in Hoofdstuk 3 is besproken. Figuur 4.4 is een tekening van deze herleide horizontale

ZONNEWIJZERS

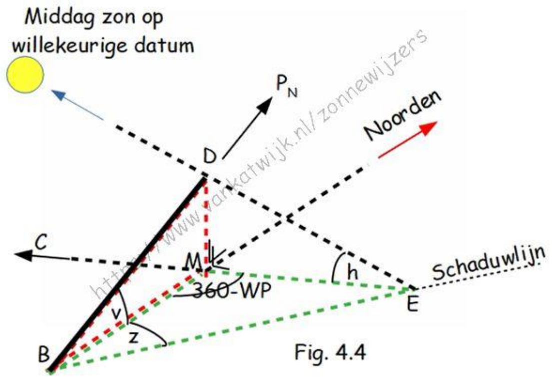

Fig. 4.4

zonnewijzer. De gnomon MD heeft een bekende lengte. De tijdlijn BE wordt getekend zoals in Hoofdstuk 3. In driehoek EMD is tan(h) = MD/ME. Als dus de hoogte van de zon behorend bij deze gegevens berekend kan worden, dan is ook ME bekend. E, een punt van de datumlijn, kan nu gevonden worden door ME om te cirkelen vanuit M en te snijden met de tijdlijn BE. Als controle voor dit punt kan de ware peiling WP van de zon (de hoek in M vanaf de noordrichting rechtsom tot richting C) bepaald worden. Deze lijn, in de richting CM, moet de tijdlijn ook in punt E snijden.

In Hoofdstuk 1 zijn formules voor de zonshoogte h en de ware peiling WP afgeleid.

sin(h) = sin(b) sin(d) + cos(b) cos(d) cos(P) (P is de LHA, de westelijke uurhoek)

cos(T) = (sin(d) – sin(b) sin(h)) / (cos(b) cos(h))

Dit levert een hoek T tussen 0 en 180 graden. Om de Ware Peiling te vinden geldt:

WP = T als 180 <= P < 360 en WP = 360 –T als 0<= P < 180

Figuur 4.5 is afgeleid van figuur 3.8, de constructie van de uurlijnen. Alle lijnen liggen dus in hetzelfde horizontale vlak. De rode lijn BM is de substijl in het vlak van de meridiaan, dus noord-zuid gericht. De groene lijn BE is de 12 uur lijn. Daarom staat de zon in de tekening in noordelijke richting. De gevonden lijnen zijn gelijk aan de lijnen van de originele zonnewijzer op 52.5° Noord.

Punt M is zo gekozen dat BM = MD/tan(v). Om 10 uur 's morgens is de westelijke uurhoek, P = LHA = 360° -2*15° = 330°. Bedenk dat de 12 uur lijn gevonden is door rekening te houden met de uurhoek van de substijl, P_{SS} = 25,6°. De uurhoek van 10 uur is dus niet 330°, maar 330° - 25,6° = 304,4°. Zo is de uurhoek bij 12 uur 334,4°.

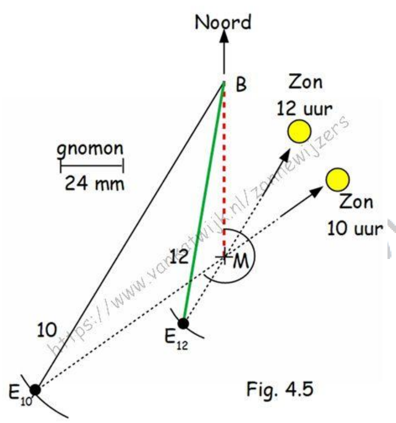

Fig. 4.5

						10 uur			12 uur
	radialen	graden			radialen	graden		radialen	graden
b =	0,916298	52,5		Uurhoek =	5,312782	304,4	Uurhoek =	5,836381	334,4
d =	0,436332	25		decl =	0,410152	23,5	decl =	0,410152	23,5
i =	1,308997	75		h =	0,367081	21,03222	h =	0,708601	40,59984
				WP =	0,945326	54,16317	WP =	0,549052	31,45837
v =	-0,33375	-19,1226							
k =	0,275782	15,80113	-164,199	Gnomon =	24		Gnomon =	24	
Pss =	0,446775	25,5983		Afstand =	62,41721		Afstand =	28,00144	

Bovenstaande tabel geeft de berekening. Eerst van v, k en P_{SS}, daarna voor een zonsdeclinatie van 23,5° N, de hoogte en de ware peiling en als laatste bij gegeven lengte van de gnomon de afstand van M tot E om 10 uur en om 12 uur. Door dit voor meer tijdstippen te doen, kan een vloeiende datumlijn voor 21 juni (decl = 23,5°) getekend worden.