

Navigatie met de maan als klok

DOOR: SIEBREN VAN DER WERF

In het vorige nummer van *Cornelis Douwes* vertelde ik iets over de geschiedenis van maansafstanden en ook, voor de romantici onder de lezers, hoe ze tegenwoordig nog gebruikt kunnen worden als je de tijd en je lengte wilt vinden. Een solozeiler werd ten tonele gevoerd, die dat zo deed, zij het noodgedwongen. Zijn journaal werd op 29 juli 2022 door R. en mijzelf gevonden op het Noordzeestrand van Vlieland. Waar of niet waar, hij denkt dat het mysterieuze eiland, dat hij niet kan thuisbrengen Atlantis moet zijn. En hij doet een volledige maansafstandmeting. 'Weet jij nu waar Atlantis ligt?', vraagt R.. Daarover straks meer, maar eerst iets over misschien wel de meest bekende maansafstandmeting, niet zozeer uit de geschiedenis als wel uit de literatuur.

Op 24 april 1895 begon Captain Joshua Slocum met zijn kotter, de 'Spray', aan zijn reis die de eerste solotocht om de wereld zou worden. Zijn boek, 'Sailing alone around the world' [1], is de grote klassieker in zijn genre geworden. Figuur 1 laat een portret van hem zien uit een editie van 1949. Het boek is ook interessant omdat het een verhaal vertelt van een uitstekende self-made navigator en een belezen man, maar zonder een formele opleiding in de navigatie.



Er waren velen zoals hij in de tweede helft van de negentiende eeuw, kapitein-eigenaars van middelgrote zeilschepen. Bemanningen waren klein in die tijd, mede door de toenemende concurrentie van stoomschepen, en niet zelden was de kapitein de enige aan boord met kennis van navigatie. Dit vormt een sterk contrast met vroegere tijden, toen de handel over de oceanen exclusief door grote maatschappijen beheerst werd, zoals de Nederlandse Verenigde Oost- en West Indische Compagnieën, die erop toezagen dat een voldoende aantal bemanningsleden de vereiste nautische kennis had.

Slocum is een soort Adamsfiguur voor zeilers geworden en zelfs nu zijn we nog geïnteresseerd in de vraag hoe hij navigeerde. Uit zijn tijd als kapitein-eigenaar van een zeilschip had hij een chronometer overgehouden. Die was aan revisie toe en dat zou vijftien dollar moeten kosten. Slocum vond dat te veel, maar meende aan de andere kant: '...met ons nieuwbakken idee van zeevaartkunde wordt verondersteld dat een zeeman zonder zoiets zijn weg niet kan vinden; en ikzelf begon ook al naar die gedachte over te hellen'. Als compromis schaft hij zich een blikken klok aan, waarbij hij afdingt van anderhalve dollar tot één dollar.

Over zijn navigatie tijdens de oversteek van de Atlantische oceaan geeft Slocum weinig informatie. Het lijkt erop dat hij zich hoofdzakelijk tot middaghoogten beperkte, zoals blijkt uit zijn tekst: 'Op 10 september passeerde de 'Spray' het eiland Santo Antão, het meest noordwestelijke van de Kaap Verdische eilanden vlakbij. Mijn bestek was bijzonder juist geweest, in aanmerking genomen dat er geen observaties voor de lengte gedaan waren'.

Toch doet hij dat later bij gelegenheid wel: 'Op 25 september praaide het stoomschip 'South Wales' de 'Spray' en gaf ongevraagd de 'longitude by chronometer' als 5° N en 26° 30' W, "dat is het beste wat ik ervan kan maken" zei de kapitein. De 'Spray', met haar blikken klok, had precies hetzelfde bestek'.

Kennelijk liep zijn klok toen goed. Toch is het duidelijk dat hij langzaam maar minder betrouwbaar wordt, al vermeldt Slocum dat niet expliciet.

Dan, in de Stille Oceaan - het is inmiddels 1896- beschrijft Slocum in enig detail hoe hij de tijd terugvindt en zijn positie bepaalt met een maansafstandmeting. Die waarneming kan nauwkeurig gedateerd worden: op 5 mei heeft hij het eiland Juan Fernández (het eiland van Robinson Crusoe) verlaten en '... op de drieënveertigste dag - een lange tijd om alleen te zijn - de hemel was prachtig helder en de maan had een goede afstand tot de zon, haalde ik mijn sextant tevoorschijn om waarnemingen te doen. Ik vond uit het resultaat van drie metingen, na een langdurige worsteling met de maansafstandtabellen, dat haar lengte binnen vijf mijlen gelijk was aan mijn gegist bestek'.



De dag is 16 juni. De maan staat dicht bij haar eerste kwartier en de waarneming moet gedaan zijn in de (locale) middag. We kennen ook zijn positie omdat hij diezelfde dag nog het meest zuidelijke van de Markieze-eilanden in zicht krijgt.

Het is interessant om een simulatie van zijn waarnemingen te maken en die dan uit te werken met behulp van de *Nautical Almanac* van 1896 en met de rekenmethoden die hij ter beschikking had. Op die manier krijgen we een idee van wat daarbij kwam kijken en wat zijn "worsteling" geweest kan zijn. Zo'n simulatie kan gemaakt worden met behulp van één van de uitstekende planetariumprogramma's waarvan tegenwoordig demoversies van het internet te halen zijn. Vooral *SkyMap* van Chris Marriott en *CyberSky* van Stephen Schimpf wil ik de lezer aanbevelen. Je kunt voor een willekeurige tijd in het verleden, maar ook in de toekomst de posities van de hemellichamen vinden met de precisie van de *Nautical Almanac*. We nemen aan dat Slocum de *Nautical Almanac* gebruikte. Eerder, in Montevideo of in Buenos Aires had hij het exemplaar voor 1896 al kunnen kopen, waarschijnlijk nog eerder, tijdens zijn verblijf in Gibraltar. Weliswaar was hij zuinig, maar de prijs, twee shilling en sixpence, kan nauwelijks een bezwaar zijn geweest.

De afstanden van de maan tot de zon en enkele prominente planeten en sterren die dicht bij de ecliptica staan, werden voor iedere drie uur gegeven. Daarover zegt het hoofdstuk Explanations in dezelfde Almanac het volgende: 'Maansafstanden: ter bepaling van de lengte, bevatten deze bladzijden, voor iedere drie uur Greenwich middelbare tijd, de hoekafstanden, van het centrum van de maan tot de zon, de grotere planeten en sommige sterren zoals die gezien zouden worden vanuit het centrum van de aarde. Als een maansafstand is gemeten en gecorrigeerd voor parallax en refractie, stellen de getallen op deze bladzijden ons in staat de exacte Greenwich middelbare tijd te vinden waarop deze hemellichamen dezelfde afstand zouden hebben'.

Figuur 2 laat zien hoe de zon en de maan stonden tijdens Slocums meting. Wie geïnteresseerd is in de details van de uitwerking zij verwezen naar mijn artikel in het tijdschrift *Navigation* [2]. Die uitwerking is ingewikkeld: er moest veel in tabellen worden opgezocht en de rekenschema's werden gegeven in de handboeken uit die tijd, zoals die van Bowditch [3] en Raper [4].

Het is komisch Slocums verslag te lezen van de rekenkundige worsteling die hij tijdens de uitwerking van zijn meting had: '...De eerste waarnemingen plaatsten haar (de 'Spray') vele honderden mijlen west van mijn gegist bestek.. Ik ging daarom op zoek naar een fout in de tabellen en ik vond die ook'. De *Nautical Almanac*-tabellen van 1896 waren niet fout, maar hoogstens op sommige plaatsen misleidend als het erom ging of een tijd nu als civiele of als astronomische tijd werd opgegeven. De eerste wordt gerekend vanaf de middelbare zonsdoorgang van Greenwich, de laatste vanaf middernacht. In 1925 werd astronomische tijd her-gedefinieerd en valt nu samen met de civiele tijd.

Hoe het ook zij, Slocum maakte een fout, die hij pas na langdurig zoekwerk oploste. Hij was daar niet weinig trots op, hij voelde zijn ijdelheid gestreeld (I felt my vanity tickled) door het feit dat zijn positiebepaling zo goed uitkwam. Tegelijkertijd laat het zien dat de maansafstandsmethode voor

Slocum geen dagelijkse bezigheid meer was en dat hij kennelijk zijn wat roestige kennis op dat gebied moest opfrissen.

Dat is niet verwonderlijk: al omstreeks het midden van de negentiende eeuw waren grote schepen uitgerust met één of meer chronometers. Overtochten werden sneller en de miswijzing van chronometers werd in het algemeen kleiner dan de nauwkeurigheid die met een maansafstandsmeting kon worden bereikt. Dat bracht met zich mee dat 'lunars' nog maar zelden gemeten werden. In zijn handboek 'Wrinkles in Practical Navigation' [5], voor het eerst gepubliceerd in 1881 en daarna jaarlijks herdrukt, merkt de auteur, Captain Lecky, op: 'The writer of these pages, during a long experience at sea in all manner of vessels, has not fallen in with a dozen men who had themselves taken Lunars, or even had seen them taken'.

Daarbij moeten we bedenken dat Lecky een leeftijdgenoot van Slocum was: hij werd geboren in 1838 en ging naar zee in de vijftiger jaren.

In 1902 verscheen in La Revue Maritime [6] een overzicht over de geschiedenis van de maansafstandmethode, geschreven door E. Guyou, lid van het Franse 'Bureau de Longitude'. Daarin werd aangekondigd dat de *Connaissance du Temps* de publicatie van maansafstanden per 1905 zou beëindigen. De *Nautical Almanac* ging nog door tot 1907.

Slocum moest bij wijze van spreken de maansafstandmethode herontdekken, want ongetwijfeld heeft hij hem toegepast in zijn tijd als kapitein, maar dan alleen om zijn chronometer te ijken. Nu hij de chronometer thuisgelaten had en ook zijn blikken klok het opgaf, moest hij de berekening in zijn volle glorie maken: niet alleen de juiste tijd vinden, maar ook de lengtegraad. Ook al lijkt het uit het commentaar van Lecky dat maansafstanden eigenlijk allang nauwelijks meer gemeten werden, misschien overdrijft hij ook wel. T.F.J. Pronker beschrijft in zijn boek 'Het Barkschip Amicitia' [7], hoe zijn grootvader, de Vlielandse Kapitein T. Pronker, de maansafstandmethode nog in 1898 gebruikte.

Terug naar Atlantis.

Ik ben U de oplossing schuldig op de vraag waar het eiland van onze solozeiler ligt. Er kwam één goede inzending binnen van de heer Barend Kuiken in Harlingen. Terwijl Slocum drie metingen deed -zonshoogte, maansafstand en maanshoogte, die hij natuurlijk niet gelijktijdig kon uitvoeren- heeft onze zeiler goed begrepen dat je die noodzakelijke gelijktijdigheid ongeveer goed krijgt als je vijf metingen doet: de hoogten van zon en maan eerst vóór de maansafstand en daarna nog een keer in omgekeerde volgorde.

Hier dan de uitwerking van zijn waarnemingen:

Waarnemingen, ongecorrigeerd (alle hoogten zijn onderrandsmetingen):

1. Maanshoogte: $30^{\circ}12'.6$
2. Zonshoogte: $48^{\circ}48'.0$
3. Maansafstand: $88^{\circ}01'.2$
4. Zonshoogte: $49^{\circ}34'.2$
5. Maanshoogte: $27^{\circ}26'.4$
6. Zonshoogte op lokale middag: $55^{\circ}12'.0$

Waarnemingen 1 t/m 5 zijn gedaan met intervaltijden van ongeveer drie minuten. Verder was de ooghoogte 2,5 m boven zeeniveau.

Middelen van 1 en 5: Maanshoogte = $(30^{\circ}12'.6 + 27^{\circ}26'.4) / 2 = 28^{\circ}49'.5$

Middelen van 2 en 4: Zonshoogte = $(48^{\circ}48'.0 + 49^{\circ}34'.2) / 2 = 49^{\circ}11'.1$

Deze moeten eerst worden gecorrigeerd voor kimduiking ($2'.8$) en halve diameter ($SD_S = 16'.2$; $SD_M = 14'.8$). Ook moet de maansafstand worden gecorrigeerd voor beide halve diameters (een maansafstandsmeting wordt namelijk verricht door de bolle kanten van de beide hemellichamen te laten raken).

Correctie maan: $h' = 28^{\circ}49'.5 - 2'.8 + 14'.8 = 29^{\circ}01'.5$

Correctie zon: $H' = 49^{\circ}11'.1 - 2'.8 + 16'.2 = 49^{\circ}24'.5$

Correctie maansafstand: $d' = 88^{\circ}01'.2 + 14'.8 + 16'.2 = 88^{\circ}32'.2$

De berekening gaat zoals beschreven in het vorig nummer van Cornelis

Douwes [8]. De azimutale hoek Z tussen zon en maan wordt berekend uit:

$$\cos(Z) = [\cos(d') - \sin(H')\sin(h')] / [\cos(H')\cos(h')]$$

Oplossen geeft $\cos(Z) = -0.6027$ en $Z = 127^{\circ}03'.8$.

Nu pas worden de schijnbare hoogten gecorrigeerd voor atmosferische refractie en parallax (alleen maan). Omdat dit uitsluitend verticale correcties zijn, mocht Z worden berekend uit de schijnbare hoogten.

$$H = 49^{\circ}24'.5 - 0'.8 = 49^{\circ}23'.7$$

$$h = 29^{\circ}01'.5 - 1'.8 + 47'.4 = 29^{\circ}47'.1$$

Nu kan ook de werkelijke maansafstand d worden berekend uit formule 3 van [8]. Oplossen levert $d = 87^{\circ}53'.8$, de ware maansafstand.

Op de hele uren vinden we de ware maansafstanden uit formule 1 van [8], waaruit voor zondag 3 november 1996:

UT	GHA_S	DEC_S	GHA_M	DEC_M	d
11:00	$349^{\circ}06'.5$	$S 15^{\circ}13'.2$	$74^{\circ}01'.0$	$N 12^{\circ}53'.7$	$88^{\circ}34'.4$
12:00	$4^{\circ}06'.5$	$S 15^{\circ}14'.0$	$88^{\circ}33'.9$	$N 12^{\circ}47'.0$	$88^{\circ}07'.4$
13:00	$19^{\circ}06'.5$	$S 15^{\circ}14'.8$	$103^{\circ}06'.9$	$N 12^{\circ}40'.2$	$87^{\circ}40'.4$
14:00	$34^{\circ}06'.5$	$S 15^{\circ}15'.6$	$117^{\circ}39'.9$	$N 12^{\circ}33'.4$	$87^{\circ}13'.4$

De tijd van de waarneming ligt dus tussen 12:00 en 13:00 UT en door interpolatie volgt: 12:30:13 UT.

Middaghoogte:

De gemeten middaghoogte, meting 6, levert dan een ware middaghoogte $H = 55^{\circ}12'.0 - 2'.8 - 0'.7 + 16'.2 = 55^{\circ}24'.7$.

Het is iets later dan de maansafstandsmeting. Kies de declinatie van de zon op een iets later tijdstip: $DEC = S15^{\circ}15'.5$. Erg kritisch is dat niet. Dan volgt de breedtegraad:

$$LAT = 90^{\circ} - H + DEC = 90^{\circ} - 55^{\circ}24'.7 - 15^{\circ}15'.5 = 19^{\circ}19'.8 N$$

Longitude by chronometer:

Formule 4 van [8] wordt herschreven als:

$$\cos(LHA) = [\sin(H) - \sin(LAT)\sin(DEC)] / [\cos(LAT)\cos(DEC)]$$

Invullen geeft: $\cos(LHA) = 0.9297$, dus $LHA = \pm 21^{\circ}36'.7$.

Uit het verhaal blijkt dat de zon pas later door het zuiden ging. De locale uurhoek van de zon was dus, op het moment van de maansafstandsmeting, negatief: we moeten het minteken hebben.

Verder was op het gevonden tijdstip, 12:30:13 UT, de Greenwich uurhoek: $GHA = 11^{\circ}39'.8$. Dan volgt de lengtegraad uit:

$$LONG = GHA - LHA = 11^{\circ}39'.8 - (-21^{\circ}36'.7) = 33^{\circ}16'.5$$

REFERENTIES:

[1] Slocum, J., *Sailing alone around the world*, Century Company, 1900. Het portret van Slocum (figuur 1) is genomen uit de uitgave van The Reprint Society, London (1949).

Nederlandse vertaling: *Alleen met de 'Spray' de wereld om*, Uitg. Hollandia, 1987.

[2] Van der Werf, S.Y., *The lunar distance method in the nineteenth century: A simulation of Joshua Slocum's observation on June 16, 1896*, Navigation 44(1997)1-13.

Zie ook: Van der Werf S.Y., *Reworking Slocum's Navigation*, Yachting Monthly, April 1995, p. 42.

[3] Bowditch, N., *The New American Practical Navigator*, eerste editie 1801, Blunt, New York.

[4] Raper, H., *The Practice of Navigation and Nautical Astronomy*, eerste editie 1840, J.D. Potter, London.

[5] Lecky, S.T.S., *Wrinkles in Practical Navigation*, eerste ed. 1881, Philip & Son Ltd, London.

[6] Guyou, E., *La Méthode des Distances Lunaires*, in Revue Maritime, CLIII(1902)943.

[7] Pronker, T.F.J., *Het Barkschip Amicitia*, de Prom, Baarn, 1999.

[8] Van der Werf, S.Y., *De maansafstand en de positie van Atlantis*, Cornelis Douwes 155(2003)11-13.