

Astrolution

Inleiding

De kunst van het navigeren heeft mij altijd geboeid, astro-navigatie is daarop geen uitzondering. Enkele jaren geleden kon ik redelijk goedkoop een gebruikte sextant kopen, een Freiburger gemaakt in de DDR, compleet met kist. Die heeft nog een tijd op de kast gelegen. Enerzijds omdat een zeezeilschip ontbrak in de vloot maar ook omdat je er met het 'schieten' van het zonnetje nog niet bent. Om op wat zinnigs uit te komen moet er dan nog wat rekenwerk verzet worden en boeken geraadpleegd worden om tot iets zinnigs te komen. Meestal is dat een Line of Position (LOP) daar straks meer over.

Vorig jaar met de aankoop van de Jouet zat er eindelijk een geschikt schip in de vloot om de wonderen van de astro-navigatie te gaan ontdekken. Via Amazon kwam ik op Reeds Astro Navigation Tables. De omschrijving belooft het volgende:



Reeds Astro Navigation Tables is an established book of annual astro-navigation tables compiled specifically for the needs of yachtsmen. It contains all the information the ocean-going sailor needs (without the bulk) in order to navigate by the sun, moon, planets and stars, using tables devised by practical ocean navigators. This book, together with a sextant, will enable sailors to navigate confidently and safely when out of the sight of land.

'Nothing I have seen comes near to the sensible format which I see before me'
Tom Cunliffe, RYA Yachtmaster Examiner, author and sailor

Met name de opmerking van Tom Cunliffe heeft voor mij de doorslag gegeven dus die maar besteld. Dat het goedkoper was dan de diverse 'standaard' naslagwerken heeft natuurlijk ook een grote rol gespeeld.

Nu zijn alle tabellen natuurlijk prima down te loaden, maar voor mij gaat daar dan toch deels de lol weer van af. Het gaat mij om het gebruik van elektronische apparatuur zoveel mogelijk te beperken.

De sextant met boek is een paar keer mee geweest op een werk-reis en zo heb ik met een sextant op het strand gezeten op Tenerife, op het dak van het hotel in Viracopos in Brazilië en een hotelkamer met zeezicht in Miami. De observaties heb ik gebruikt om te oefenen, maar het heeft me een boel tijd gekost voordat ik nu écht doorhad waar ik mee bezig was. Inmiddels begin ik een idee te krijgen, maar vooralsnog hierin een *one-trick pony*.. Wat me aan de Reeds methode erg aanspreekt is dat het daadwerkelijke rekenwerk enerzijds beperkt blijft tot wat hoofdrekenen en anderzijds gelijk is voor alles objecten, dus zon, maan, planeten maar ook de sterren en dat alles kan met een A4 boekwerk van zo'n 80 bladzijden.

Solution

De pinkstertrip 2015 was de ideale gelegenheid om het geleerde eens in praktijk te gaan brengen. Een grote boot, dus ruimte en stabiliteit, minder verantwoordelijkheden want opstapper in plaats van schipper/eigenaar en dus meer mentale ruimte om er de tijd voor te nemen.

Op het ijsselmeer hebben we allemaal met de sextant op het achterdek gezeten om zonnetjes te schieten. Al die observaties heb ik genoteerd met de gps-positie en de tijd volgens mijn horloge.

Dat horloge had ik voor vertrek gelijk gezet met een NTP-server via Internet om zo een zo exact mogelijke UTC-tijd te krijgen. UTC komt nagenoeg overeen met GMT wat volgens de Wiki een puur astronomische tijd is. Op het werk hebben we het over 'zulu'-tijd meestal aangeduid door een 'z' achter de tijd om dat aan te geven.

Ik had stiekum gehoopt *local apparent noon* te kunnen observeren en dacht dat ook gedaan te hebben, maar later bleek die laatste observatie niet te (kunnen) kloppen en zijn we helaas te vroeg gestopt.

Tijdens de trip zou de 'sight reduction' nog gedaan gaan worden, maar daar is het niet meer van gekomen, daarom dit documentje.

Uiteindelijk heb ik één observatie uitgekozen om die hier uit te werken. De gegevens daarvan zijn als volgt:

- datum/tijd: 21 mei 2015, 12 uur 39 minuten en 44 seconden lokale tijd
- gps-positie: N 52° 49.9' E 005° 17.8'
- object: zon
- gemeten hoek: 55° 25.1'

Om alles dan ook nog een leuke naam mee te geven heb ik ze gecombineerd: astrolution dus.

Line of Position

Omdat er hier sprake is van een enkele observatie van de zon, en ook nog eentje die *niet* het hoogste punt van die dag weergeeft, is het hoogste haalbare wat hier uit te halen is een *line of position*. Omdat we de exacte tijd weten kunnen we met behulp van tabellen achterhalen op exact welk punt van de aarde de zon op de exacte tijd recht boven de aarde stond.

Het 'geheim' van de moderne methode om tot een LOP te komen is om de hoek die gemeten is, na een paar correcties, te vergelijken met hoek die je berekend met tabellen aan de hand van positie. Bij de 'normale' methodes gebruik je dan een 'assumed position' een 'aangenomen positie' die je zó uitzoekt dat het zoeken in de tabellen eenvoudiger wordt. De Reeds-methode doet het anders door gebruik te maken van de DR-positie.

Uiteindelijk komt je dan op een berekende hoek (Z_c) die je vergelijkt met de geobserveerde hoek (Z_o) daar kun je dan uit opmaken of je dichterbij of juist verder weg bent van het punt waar de zon recht boven de aarde staat (Z) en hoe ver precies. Met de tabellen kun je ook uitrekenen in welke richting dat is. Die richting en afstand zijn dan een punt op de cirkel rondom Z . Omdat de straal enorm is zie je de kromming niet en kun je dan voor gemak het een rechte lijn haaks op de richting in de kaart zetten zodat die door de afstand gaat die je hebt uitgerekend. Hmm dit staat er misschien wat warrig, laat ik de observatie maar uitwerken.

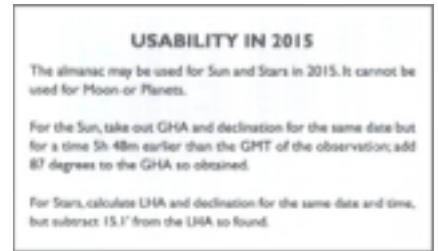
Als ik dit soort zaken uit zou moeten rekenen omdat mijn elektriciteit is uitgevallen of de GPS dan is nauwkeurigheid natuurlijk belangrijk. Mijn doel zou echter zijn om ergens een haven aan te gaan lopen voor reparaties ofzo. Astro-navigatie is daar accuraat genoeg voor maar ik verwacht geen uitkomsten die op de meter nauwkeurig te zijn. Als ik binnen een paar mijl zit lijkt me dat voldoende om een eiland op zee te kunnen vinden. Her en der neem ik dan ook de vrijheid om 'op het gevoel' te interpoleren.



Sight Reduction

Voor mijzelf heb ik een formulier gemaakt om zo alles in te kunnen vullen. Die pak ik er bij en vul de gegevens van de observatie in.

Omdat ik het boekwerk van 2014 gebruik moet ik een extra slag maken. Ik moet 5 uur 48 minuten van de tijd aftrekken worden alvorens ik de tabellen in ga en bij de uitkomst van weer 87 graden optellen. Nou ja, dat moet dan maar. Ik verwacht dit jaar geen reizen waarop ik de sextant nodig heb dus dan is het minder zinvol om een nieuw boek te bestellen, ik kan altijd nog gemeen spelen en tabellen via internet raadplegen, die zijn er genoeg.



LHA en Dec

Ik begin maar met het opzoeken van de GHA, *Greenwich Hour Angle*, en Dec, declinatie van de zon, in de tabellen. Zonder het te ingewikkeld te maken geven deze twee gegevens het punt Z weer waar de zon recht boven staat. Door nu onze lengte (longitude) te 'verrekenen' met deze GHA krijgen we een LHA, *local hour angle*. Dit doe je door O/E lengte op te tellen bij de GHA of W lengte af te trekken. Indien nodig 360° er bij op tellen of aftrekken om zo een uitkomst te krijgen die tussen 0° en 360° zit.

Voor deze observatie kijken we in de maandelijkse tabel van mei bij de 21. De observatie was van 12:39:44. Dat is 10:39:44z vanwege de zomertijd is het tijdsverschil 2 uur. Omdat ik oude tabellen gebruik moet er nog 5:48 van af. Daarmee kom ik dan op 04:51:44z

GMT	SUN GHA	Dec	ARIES GHA
00	180 51.9	N20 07.3	238 23.7
01	210 51.9	20 08.3	268 38.6
04	240 51.8	20 09.3	298 43.5
05	270 51.7	20 10.3	328 48.4
06	300 51.6	20 11.4	358 53.4
10	330 51.5	20 12.4	388 58.3
12	0 51.4	20 13.4	59 03.2
14	30 51.3	20 14.4	89 08.1
16	60 51.3	20 15.4	119 13.1
18	90 51.2	20 16.4	149 18.0
20	120 51.1	20 17.4	179 22.9
22	150 51.0	N20 18.4	209 27.9

Uit de tabel haal ik dan een GHA van 240° 51.8'. Deze kan op het formulier genoteerd worden. Vervolgens moet er dan een correctie bij voor de 51 minuten en 44 seconden. Een uur is 15° maar gelukkig is er een tabel die het eenvoudig maakt. Dus plus 12° 45' en plus 0° 11'. Dat geeft dan 240° 51.8' + 12° 56' is 253° 47.8', Als laatste komt er dan nog 87 graden bij die nodig zijn vanwege het gebruik van een oud boekje. Zo kom ik op een GHA van 340° 47.8'

Min. or Sec.	Add for Minutes	Add for 1 Hour + Minutes	Min. or Sec.	Add for Minutes	Add for 1 Hour + Minutes
0	0 00	15 00	00	30	3 30.0
1	0 15.0	15 15.0	01	31	7 45.0
2	0 30.0	15 30.0	02	32	8 00.0
3	0 45.0	15 45.0	03	33	8 15.0
4	1 00	16 00	04	34	8 30.0
5	1 15.0	16 15.0	05	35	8 45.0
6	1 30.0	16 30.0	06	36	9 00.0
7	1 45.0	16 45.0	07	37	9 15.0
8	2 00	17 00	08	38	9 30.0
9	2 15.0	17 15.0	09	39	9 45.0
10	2 30.0	17 30.0	10	40	10 00.0
11	2 45.0	17 45.0	11	41	10 15.0
12	3 00	18 00	12	42	10 30.0
13	3 15.0	18 15.0	13	43	10 45.0
14	3 30.0	18 30.0	14	44	11 00.0
15	3 45.0	18 45.0	15	45	11 15.0
16	4 00	19 00	16	46	11 30.0
17	4 15.0	19 15.0	17	47	11 45.0
18	4 30.0	19 30.0	18	48	12 00.0
19	4 45.0	19 45.0	19	49	12 15.0
20	5 00	20 00	20	50	12 30.0
21	5 15.0	20 15.0	21	51	12 45.0
22	5 30.0	20 30.0	22	52	13 00.0
23	5 45.0	20 45.0	23	53	13 15.0
24	6 00	21 00	24	54	13 30.0
25	6 15.0	21 15.0	25	55	13 45.0
26	6 30.0	21 30.0	26	56	14 00.0
27	6 45.0	21 45.0	27	57	14 15.0
28	7 00	22 00	28	58	14 30.0
29	7 15.0	22 15.0	29	59	14 45.0

Als laatste stap moet dan de GHA omgezet worden in een LHA en moet in mijn geval 005° 17.8' opgeteld worden bij de GHA en krijg als LHA 346° 05.6' deze kan dan op het formulier (met de tussenstappen natuurlijk).

De Dec heeft een klein rekenstapje nodig om 04 is het 20° 09.3' en om 06 is het 20° 10.3' dus in twee uur is de verandering 1', in 1 uur dus 0.5' en 51 minuten geeft dan afgerond 0.4' die moeten er nog bij en zo kom ik dan op een Dec van 20° 09.7' die ik ook noteer op het formulier.

H_c

Nu ik een LHA en Dec heb ga ik uitrekenen wat ik gezien zou hebben als ik vanaf *exact* die positie een zonnetje geschoten zou hebben. De formules staan in het boekje dus die laat ik voor wat het is.

Ik begin met de logaritmische versinus van de LHA. Daarvoor ga ik naar de versines tabel achterin het boek.

Voor een LHA van 346° 05.6' ga ik in de tabel van onderen naar boven en interpoleer ik tussen 8.4666 en 8.4677. Met 8.4670 zal ik er niet ver naast zitten. Die kan op mijn formulier erbij.

Bij de meeste rijen staan alleen de cijfers achter de decimale punt, in deze toevallig niet. Soms moet je dus het cijfer voor de punt even zoeken.

Vervolgens moeten de logaritmische cosinus van LAT en Dec opgezocht worden.

De log cos van 52° 49.9 gaat van 7813 naar 7811 volgens de tabel. Interpoleren geeft dan ongeveer 7811, echter dat is niet een passend getal. Twee kolommen naar links zijn de getallen 9.800x. Net als bij de versinus moeten we hier zelf een getal vóór de decimal zetten, in dit geval dus een 9 en de oplossing is dus 9.7811 voor de log cos van de Dec komen we op 9.9725.

Deze drie uitkomsten tellen we vervolgens op en laten het tiental (in dit geval twintigtal) cijfer weg en houden dan 8.2206 over. Nu zoeken we van dit getal de natuurlijke versinus. Dat doen we door de log versinus op te zoeken in de tabel. De natuurlijke versinus staat er naast. In dit geval 0.0166.

De volgende stap is de natuurlijke versinus van de som of verschil tussen breedte en declinatie. Als deze in een verschillend halfrond zitten moeten ze bij elkaar opgeteld worden en anders van elkaar afgetrokken. In mijn geval zitten ze in hetzelfde halfrond en moeten ze van elkaar afgetrokken worden. Het resultaat van die som is $32^{\circ} 40.2'$. Die zoek je dan vervolgens in de tabel op (zie hiernaast in rood). Ook hier ontbreekt een decimale punt. Even verderop staat in vergelijkbare kolom 0.xxxx dus de oplossing hier is 0.1582. Die tel ik op bij de 0.0166 uit de vorige stap en dat geeft dan 0.1748. Dit getal zoek ik omgekeerd op in de tabel om zo een hoek te vinden die dit getal als natuurlijke versinus heeft. Uit de tabel blijkt dat dit $34^{\circ} 23.5'$ is.

VERSINES

	28°		29°		30°		31°		32°		33°		34°		
°	Log	Nat	Log	Nat	Log	Nat	Log	Nat	Log	Nat	Log	Nat	Log	Nat	
0	9.0684	0.1171	0982	1254	9.1270	1340	1548	1428	9.1817	1520	2077	1613	9.2329	0.1710	40
1	9.0689	0.1172	0987	1255	9.1275	1341	1553	1430	9.1821	1521	2081	1613	9.2333	0.1711	59
2	9.0694	0.1173	0992	1257	9.1280	1343	1557	1431	9.1826	1523	2086	1616	9.2337	0.1713	58
3	9.0699	0.1175	0997	1258	9.1284	1344	1562	1433	9.1830	1524	2090	1618	9.2341	0.1715	57
4	9.0704	0.1176	1002	1259	9.1289	1346	1566	1434	9.1835	1526	2094	1620	9.2346	0.1716	56
5	9.0709	0.1177	1007	1261	9.1294	1347	1571	1436	9.1839	1527	2098	1621	9.2350	0.1718	55
6	9.0714	0.1179	1012	1262	9.1298	1348	1576	1437	9.1843	1529	2103	1623	9.2354	0.1719	54
7	9.0719	0.1180	1016	1264	9.1303	1350	1580	1439	9.1848	1530	2107	1624	9.2358	0.1721	53
8	9.0724	0.1181	1021	1265	9.1308	1351	1585	1440	9.1852	1532	2111	1626	9.2362	0.1723	52
9	9.0729	0.1183	1026	1267	9.1313	1353	1589	1442	9.1857	1533	2115	1628	9.2366	0.1724	51
10	9.0734	0.1184	1031	1268	9.1317	1354	1594	1443	9.1861	1535	2120	1629	9.2370	0.1726	50
11	9.0739	0.1186	1036	1269	9.1322	1356	1598	1445	9.1865	1537	2124	1631	9.2374	0.1728	49
12	9.0744	0.1187	1041	1271	9.1327	1357	1603	1446	9.1870	1538	2128	1632	9.2378	0.1729	48
13	9.0749	0.1188	1046	1272	9.1331	1359	1607	1448	9.1874	1540	2132	1634	9.2383	0.1731	47
14	9.0754	0.1190	1050	1274	9.1336	1360	1612	1449	9.1879	1541	2137	1636	9.2387	0.1732	46
15	9.0759	0.1191	1055	1275	9.1341	1362	1616	1451	9.1883	1543	2141	1637	9.2391	0.1734	45
16	9.0764	0.1192	1060	1276	9.1345	1363	1621	1452	9.1887	1544	2145	1639	9.2395	0.1736	44
17	9.0769	0.1194	1065	1278	9.1350	1365	1625	1454	9.1892	1546	2149	1640	9.2399	0.1737	43
18	9.0775	0.1195	1070	1279	9.1355	1366	1630	1455	9.1896	1547	2154	1642	9.2403	0.1739	42
19	9.0780	0.1197	1075	1281	9.1359	1368	1634	1457	9.1900	1549	2158	1644	9.2407	0.1741	41
20	9.0785	0.1198	1079	1282	9.1364	1369	1639	1458	9.1905	1550	2162	1645	9.2411	0.1742	40
21	9.0790	0.1199	1084	1284	9.1369	1370	1643	1460	9.1909	1552	2166	1647	9.2415	0.1744	39
22	9.0795	0.1201	1089	1285	9.1373	1372	1648	1461	9.1913	1554	2170	1648	9.2419	0.1746	38
23	9.0800	0.1202	1094	1286	9.1378	1373	1652	1463	9.1918	1555	2175	1650	9.2423	0.1747	37
24	9.0805	0.1204	1099	1288	9.1383	1375	1657	1464	9.1922	1557	2179	1652	9.2428	0.1749	36
25	9.0810	0.1205	1104	1289	9.1387	1376	1661	1466	9.1926	1558	2183	1653	9.2432	0.1751	35
26	9.0814	0.1206	1108	1291	9.1392	1378	1666	1468	9.1931	1560	2187	1655	9.2436	0.1752	34
27	9.0819	0.1208	1113	1292	9.1397	1379	1670	1469	9.1935	1561	2191	1656	9.2440	0.1754	33
28	9.0824	0.1209	1118	1294	9.1401	1381	1675	1471	9.1939	1563	2196	1658	9.2444	0.1755	32
29	9.0829	0.1210	1123	1295	9.1406	1382	1679	1472	9.1944	1565	2200	1660	9.2448	0.1757	31
30	9.0834	0.1212	1128	1296	9.1410	1384	1684	1474	9.1948	1566	2204	1661	9.2452	0.1759	30
31	9.0839	0.1213	1132	1298	9.1415	1385	1688	1475	9.1952	1568	2208	1663	9.2456	0.1760	29
32	9.0844	0.1215	1137	1299	9.1420	1387	1693	1477	9.1957	1569	2212	1664	9.2460	0.1762	28
33	9.0849	0.1216	1142	1301	9.1424	1388	1697	1478	9.1961	1571	2217	1666	9.2464	0.1764	27
34	9.0854	0.1217	1147	1302	9.1429	1390	1702	1480	9.1965	1572	2221	1668	9.2468	0.1765	26
35	9.0859	0.1219	1151	1304	9.1434	1391	1706	1481	9.1970	1574	2225	1669	9.2472	0.1767	25
36	9.0864	0.1220	1156	1305	9.1438	1393	1711	1483	9.1974	1575	2229	1671	9.2476	0.1769	24
37	9.0869	0.1222	1161	1306	9.1443	1394	1715	1484	9.1978	1577	2233	1672	9.2480	0.1770	23
38	9.0874	0.1223	1166	1308	9.1447	1396	1720	1486	9.1983	1578	2237	1674	9.2484	0.1772	22
39	9.0879	0.1224	1171	1309	9.1452	1397	1724	1487	9.1987	1579	2242	1676	9.2488	0.1773	21
40	9.0884	0.1226	1175	1311	9.1457	1399	1728	1489	9.1992	1580	2246	1677	9.2493	0.1775	20
41	9.0889	0.1227	1180	1312	9.1461	1400	1733	1490	9.1996	1583	2250	1679	9.2497	0.1777	19
42	9.0894	0.1229	1185	1314	9.1466	1401	1737	1492	9.2000	1585	2254	1680	9.2501	0.1779	18
43	9.0899	0.1230	1190	1315	9.1470	1403	1742	1493	9.2004	1586	2258	1682	9.2505	0.1780	17

De laatste stap in dit onderdeel is dan om deze uitkomst van 90° af te trekken. Door 90° als $89^{\circ} 60'$ op te schrijven is deze som eenvoudig te maken. De uitkomst is de berekende hoek tussen zon en horizon op de DR-positie die we opgeschreven hebben. In dit geval is $H_c 55^{\circ} 36.5'$.

Z_n

Vervolgens gaan ik de richting uitrekenen waarin de zon ten opzichte van mij bevindt. Dat gebeurt met de ABC-tabellen.

Met de LHA en LAT ga je tabel A in, met LHA en Dec tabel B. Die tel je bij elkaar op en met het resultaat ga je tabel C in.

Deze tabellen vereisen nogal wat hersengymnastiek om goed te interpoleren. Het resultaat is een richting tot op een tiende graad. Omdat ik niet op een tiende graag, nauwkeurig een lijn kan trekken in een kaart maak ik het mezelf wat makkelijker in interpoleer ik 'op gevoel'. Ik noteer 5.535 en 1.530. Ahum, oorspronkelijk wel, maar om nu de berekening goed te controleren heb ik het interpoleren door een spreadsheet laten doen...

Omdat ze dezelfde naam hebben moeten ze van elkaar afgetrokken worden. Dat geeft dan 4.005. Met dit getal en nogmaals de LAT vind ik in tabel C 22.6. Dit getal moet dan nog omgekeerd worden naar een kompascoers. In tabel C staat dat als het antwoord

A * If hour angle is based on top
* If hour angle is based on bottom

LHA	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.0											

positief was het Zuid op het noordelijke halfrond. Verder is het Oost of West afhankelijk van de LHA. In mijn geval wordt het dan Z022.6E oftewel 22.6 graden ten oosten van zuid. Ingewikkelde manier van 157.4° opschrijven en dat is de richting van ons naar de zon toe.

C	C (correction) =		
	3.20	3.40	4.00
0	17.4	15.5	14.0
10	17.6	15.8	14.2
20	18.4	16.5	14.9
24	18.9	16.9	15.3
28	19.5	17.5	15.8
30	19.8	17.8	16.1
32	20.2	18.1	16.4
34	20.7	18.5	16.8
36	21.1	19.0	17.2
38	21.6	19.4	17.6
40	22.2	19.9	18.1
42	22.8	20.5	18.6
44	23.5	21.1	19.2
46	24.2	21.8	19.8
48	25.0	22.5	20.5
50	25.9	23.4	21.3
52	26.9	24.3	22.1
54	28.0	25.3	23.1
56	29.2	26.4	24.1
58	30.5	27.7	25.3

Naming the azimuth: If answer is +, azimuth is South in north latitudes and North in south latitudes; if answer is -, azimuth is North in north latitudes and South in south latitudes.
If hour angle is less than 180°, azimuth is West; if more than 180°, azimuth is East.

H_o

De laatste stappen zijn het corrigeren van de observatie om zo tot een goede H_o te komen en deze te vergelijken met de berekende H_c.

Om de observatie te corrigeren moeten we de fouten er uit gaan halen. Volgens de papieren bij mijn sextant zitten daar geen fouten in. Of dat écht zo is weet ik niet, maar het komt me nu wel even goed uit.

Een volgende stap is het corrigeren voor de hoogte boven zeeniveau van de observatie en het feit dat we onderkant van de zon op de horizon zetten terwijl we met het midden van de zon rekenen. Ik schat mijn positie op de Solution in als 1.5 m boven het water. In geval van serieuze golven zou ik de helft van de geschatte hoogte van de golven bij mijn geschatte hoogte van de sextant tot het water optellen.

Ik ga de tabel in met de hoogte (1.5 m) en de breedte (52° 49.9). Ook hier moet weer geïnterpoleerd worden. Heb helaas het rode vierkant verkeerd in de tabel getekend. Ik maak het mezelf makkelijk en neem 13.41'.

Een andere correctie is maandelijks en die staat onderin de tabel. Voor mei is die -0.11'. De totale correctie is dus 0° 13.3'.

Die correctie tel ik op bij de gemeten hoek van 55° 25.1' en kom zo op een H_o van 55° 38.4', een verschil van 1.9' dus 1.9 nm.

Obs	0.9	1.8	2.4	3.0	3.7	4.3	4.9	5.3
Alt	3	6	8	10	12	14	16	18
9	8.6	8.0	7.6	7.2	6.9	6.6	6.4	6.2
10	9.1	8.5	8.1	7.9	7.5	7.2	7.0	6.7
11	9.6	9.0	8.6	8.3	8.0	7.7	7.4	7.1
12	10.0	9.4	9.0	8.7	8.4	8.1	7.8	7.4
13	10.3	9.7	9.3	9.0	8.7	8.4	8.2	7.8
14	10.6	10.0	9.6	9.3	9.0	8.7	8.5	8.2
15	10.9	10.2	9.9	9.5	9.2	9.0	8.7	8.5
16	11.1	10.5	10.1	9.7	9.5	9.2	8.9	8.7
17	11.3	10.7	10.3	10.0	9.7	9.4	9.1	8.9
18	11.5	10.8	10.5	10.1	9.9	9.6	9.3	9.1
19	11.6	11.0	10.6	10.3	10.0	9.7	9.5	9.2
20	11.8	11.2	10.8	10.4	10.2	9.9	9.6	9.4
21	11.9	11.3	10.9	10.6	10.3	10.0	9.8	9.5
22	12.0	11.4	11.0	10.7	10.4	10.1	9.9	9.7
23	12.1	11.5	11.1	10.8	10.5	10.2	10.0	9.8
24	12.2	11.6	11.2	10.9	10.6	10.3	10.1	9.9
25	12.3	11.7	11.3	11.0	10.7	10.4	10.2	10.0
26	12.4	11.8	11.4	11.1	10.8	10.5	10.3	10.1
27	12.5	11.9	11.5	11.2	10.9	10.6	10.4	10.1
28	12.6	12.0	11.6	11.3	11.0	10.7	10.4	10.2
30	12.7	12.1	11.7	11.4	11.1	10.8	10.6	10.4
32	12.9	12.2	11.9	11.5	11.2	11.0	10.7	10.5
34	13.0	12.3	12.0	11.6	11.3	11.1	10.8	10.6
36	13.1	12.4	12.1	11.7	11.4	11.2	10.9	10.7
38	13.2	12.5	12.1	11.8	11.5	11.2	11.0	10.8
40	13.3	12.6	12.2	11.9	11.6	11.3	11.1	10.8
42	13.4	12.7	12.3	12.0	11.7	11.4	11.2	10.9
44	13.4	12.7	12.4	12.0	11.7	11.5	11.2	11.0
46	13.5	12.8	12.4	12.1	11.8	11.5	11.3	11.0
48	13.6	12.9	12.5	12.2	11.9	11.6	11.3	11.1
50	13.6	12.9	12.5	12.2	11.9	11.6	11.4	11.1
52	13.6	13.0	12.6	12.3	12.0	11.7	11.4	11.2
54	13.7	13.0	12.6	12.3	12.0	11.7	11.5	11.3
56	13.7	13.1	12.7	12.4	12.1	11.8	11.5	11.3
58	13.8	13.1	12.7	12.4	12.1	11.8	11.6	11.3
60	13.8	13.1	12.8	12.4	12.1	11.9	11.6	11.4
62	13.9	13.2	12.8	12.5	12.2	11.9	11.7	11.4
64	13.9	13.2	12.8	12.5	12.2	11.9	11.7	11.5
66	14.0	13.2	12.9	12.5	12.3	12.0	11.7	11.5
70	14.1	13.3	12.9	12.6	12.3	12.0	11.8	11.6
80	14.2	13.5	13.1	12.8	12.5	12.2	11.9	11.7
90	14.3	13.6	13.2	12.9	12.6	12.3	12.1	11.9

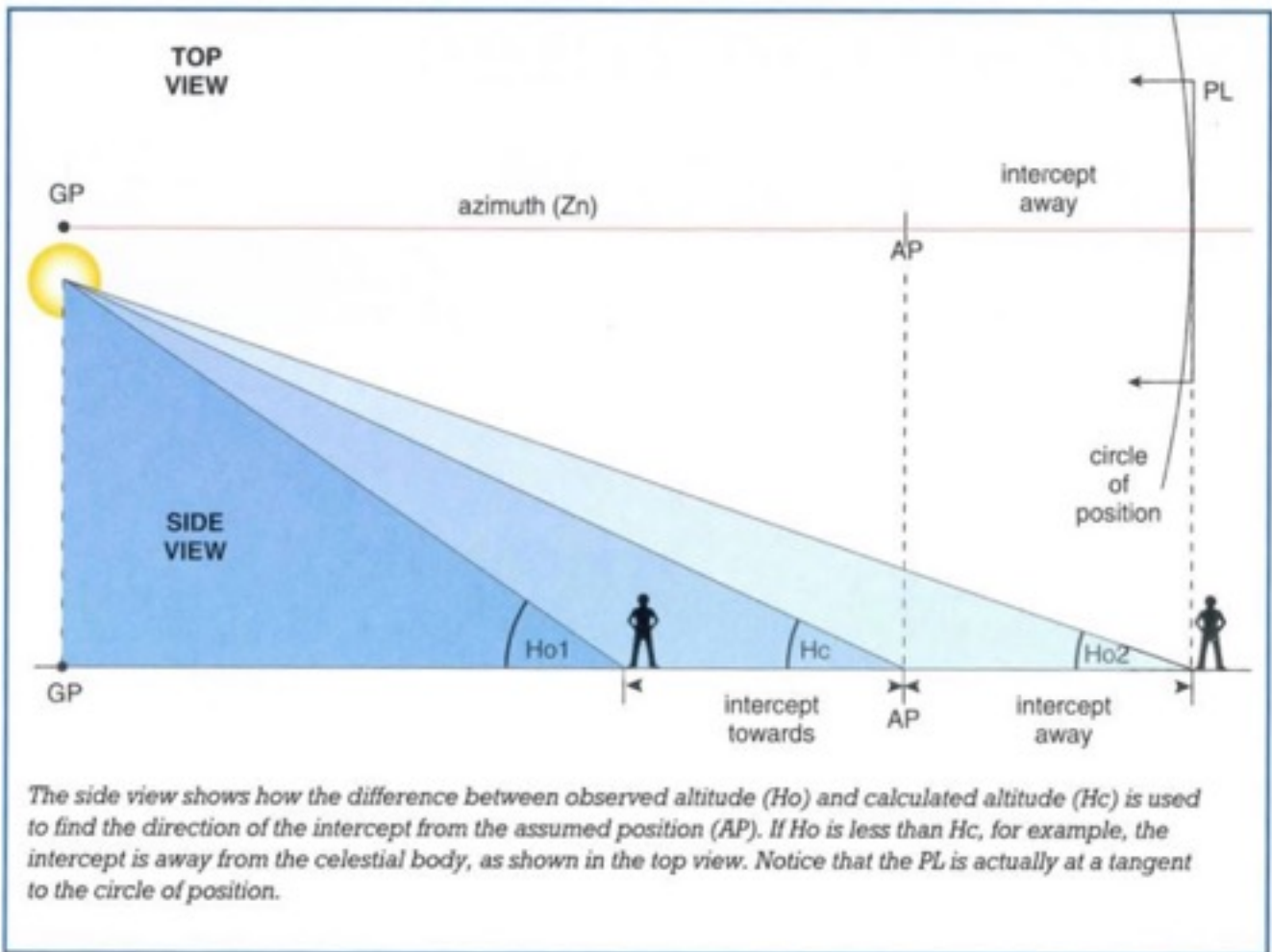
MONTHLY C

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
+0.3'	+0.2'	+0.1'	0.01'	-0.11'	-0.2'

Nu kunnen we de hoeken vergelijken. H_c is de hoek die we gehad zouden hebben als we op de DR positie gekeken zouden hebben. H_o is wat we gezien hebben. Het verschil bepaald of we nu dichterbij of

verder weg zijn dan we denken en hoeveel. Het plaatje hiernaast geeft naar mijn idee een goed beeld van wat de bedoeling is, waarbij je voor AP (assumed position) DR mag nemen.

De berekende hoogte was $55^{\circ} 36.5'$ en de geobserveerde $55^{\circ} 38.4'$. Een verschil van $1.9'$. De



geobserveerde hoogte was groter dan de berekende dus we hebben een situatie als bij Ho_1 in het plaatje en we zijn dichterbij (towards) de zon dan onze DR-positie.

Als laatste kun je dan de gevonden LOP in de kaart of op een plotting sheet tekenen. Ik heb nog een oude Waterkaart van het IJsselmeer gevonden en de DR positie en LOP ingetekend.

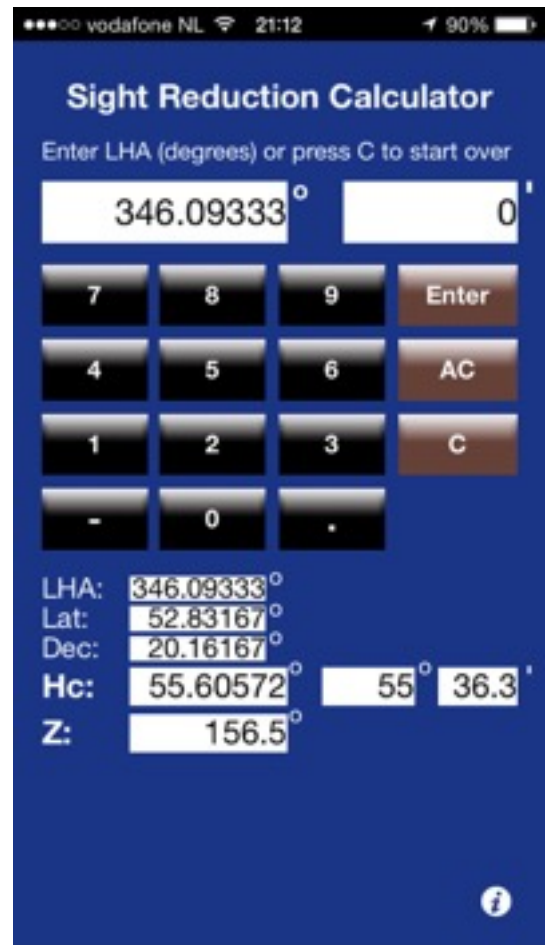


Conclusie

Al met al heb ik nu zo'n 6 bladzijden vol geschreven over deze berekening. Het klinkt op het eerste gezicht wat overweldigend. Maar met wat oefening is het binnen de 5 minuten te doen. Omdat achter de tabellen gewoon een rekensom zit is het geheel ook prima middels een rekenmachine te doen. Natuurlijk zijn er ook al de nodige apps voor. Eentje gebruik ik zo meestal om mijn papieren rekenwerk te controleren. Dat heb ik ook met deze som gedaan.

Hc zoals berekend was $55^{\circ} 36.5$ tegen $55^{\circ} 36.3$ volgens de berekening. Ik kwam op een Z van 157.4° tegenover een berekende van 156.5° een verschil van 0.9° op korte afstanden lijkt me dat een verwaarloosbaar verschil.

Ik blijf nog een tijdje oefenen en ga bij gelegenheid ook de maan, planeten en sterren in de sommen betrekken. Tegen de tijd dat ik dat goed door heb zal ik een vervolg schrijven op dit documentje.



Sight Reduction Form

Body

Date

Time z

Correction *

GMT/UT

GHA (°)

Correction 51'

Correction + 44"

GHA (°)

SHA / Cor *

Longitude (E/W)

LHA

DEC (N/S)

Cor

Cor +

DEC (N/S)

LAT (N/S)

DEC (N/S)

L±D same / - diff

Hs

Index error -

Ha

HE (m) ft

Correction +

Correction -

Ho

Hc

Ho -

Intercept

Towards / Away

Log VER LHA page 55 - 61

Log COS LAT page 62 - 64

Log COS DEC + page 62 - 64

nat VER

nat VER L±D +

rev lookup

Hc

Table A: LHA/LAT ↓

Table B: LHA/DEC ↓

- N xxx W 360 -
- N xxx E 000 +
- S xxx W 180 +
- S xxx E 180 -

Table C + LAT

N/S (E/W)

Zn

* Reeds 2014