
Inhoud

Voorwoord	7
Inleiding	9
1 De (elektronische) zeekaart	11
2 De markering van het vaarwater	29
3 Het kompas	44
4 Het global positioning system (GPS)	56
5 Het getij	68
6 De effecten van stroom en drift op de koers	92
7 Peilen	106
8 Elektronische navigatiemiddelen	110
9 Bepalingen ter Voorkoming van Aanvaringen op zee (BVA)	138
10 Weerkunde	168
11 Tochtplanning	196
12 Instrumenten voor de navigatie en nautische documenten	207
Appendix A Radiogolven	211
Appendix B De nauwkeurigheid van plaatsbepalingssystemen	212
Appendix C Internetsites en software	214
Appendix D Meer peilmethoden	216
Appendix E Enige aanvullende informatie over het SIGNI-betonningsstelsel	221
Appendix F Nautische afkortingen	227
Appendix G Examineisen voor het certificaat Theoretische Kustnavigatie	230
Appendix H Geraadpleegde en/of aanbevolen literatuur	231
Appendix I Antwoorden	232
Register	239

Voorwoord

De Stichting Commissie Watersport Opleidingen (CWO) is een samenwerkingsverband van de HISWA en het Watersportverbond. De CWO zorgt onder andere voor het functioneren van een uniform opleidings- en diplomeringssysteem voor vrijwillige vaaropleidingen.

Sinds 1989 hebben CWO-opleidingslocaties (zowel vaarscholen als bij het Watersportverbond aangesloten verenigingen) per jaar ruim 17.000 vaardiploma's uitgereikt. De instructeurs die bij een CWO-opleidingslocatie werkzaam zijn, moeten voldoen aan voorgeschreven eisen. Voor de consument is dit een garantie dat er serieus wordt gewerkt aan een goede vaaropleiding. De academie van sportkader van NOC*NSF erkent de CWO-instructeursniveaus. Goede opleidingen (voor zowel consumenten als vaarinstructeurs) zijn van groot belang, waarbij de veiligheid en het plezier van de watersporter voorop staan. Ook bij de pleziervaart op groter water, zoals IJsselmeer, Waddenzee, Zeeuwse Stroom en Noordzee, is de CWO betrokken. Een goed voorbeeld hiervan zijn de diploma-lijnen voor Jachtzeilen (tidal en non-tidal) en Motorbootvaren, die de CWO uitgeeft. Het examen Theoretische Kustnavigatie, waarvoor dit boek opleidt, is onderdeel van de theorie-eisen voor het CWO-diploma Jachtzeilen tidal.

Bij het verwerven van kennis en vaardigheid gaan theorie en praktijk hand in hand.

Wanneer men nieuwe gebieden wil betreden, zal de kennis uitgebreid moeten worden. Wil men naar groter water gaan, dan is navigatie zo'n onderwerp waarover de jachtschipper (veel) kennis zal moeten hebben. Het boek *Kustnavigatie* is een goede mogelijkheid om die kennis te verwerven. De CWO en de TKN-Examencommissie van het Watersportverbond zijn van mening dat de auteurs de onderwerpen op een gedegen en duidelijke manier behandelen. Ook

het opnemen van oefenopgaven verhoogt de gebruiks- en studiewaarde van dit boek. Daarnaast zijn de auteurs erin geslaagd de kennis op een prettig leesbare manier aan te dragen. Dit boek is dan ook uitstekend te gebruiken als men het examen Theoretische Kustnavigatie en de eerdergenoemde diploma's Jachtzeilen of Motorbootvaren van de CWO wil behalen. Daarnaast is het boek als naslagwerk een onmisbaar onderdeel van de boordbibliotheek.

Uitsluitend aan personen die in het bezit zijn van het diploma Theoretische Kustnavigatie (TKN) van het Watersportverbond en geen vaarbewijsexamen(s) hebben behaald, wordt een los ICC Coastal Waters (International Certificate of Competence voor de kustwateren) op aanvraag verstrekt. Het ICC is handig als je in het buitenland een schip wilt huren.

De Commissie Watersport Opleidingen beveelt het boek *Kustnavigatie* van harte aan aan de schipper die deze materie, hetzij zelfstandig, hetzij in cursusverband, wil bestuderen.

B.R. van Erp
 Secretaris CWO
www.cwo.nl
www.watersportverbond.nl

Inleiding

Dit boek geeft een inleiding in de navigatie voor wie met een zeil- of motorjacht de kustwateren wil bevaren. Tevens is het bedoeld als leerboek voor het examen *Theoretische Kustnavigatie* van het Watersportverbond, waarmee ook het ICC *Coastal Waters* (International Certificate of Competence voor de kustwateren) wordt verkregen. Een volledige inleiding tot het varen op zee is dit boek zeker niet, omdat een groot aantal factoren voor een veilige vaart niet aan de orde komt. We noemen:


- zeemanschap van de bemanning
- conditie van de bemanning
- zeewaardigheid van het schip
- beschikbaarheid van informatie over het vaargebied
- weers- en zeeomstandigheden
- geluk

Als je dit boek hebt doorgewerkt, is dus slechts een van de elementen die een rol bij de vaart op zee spelen onder de aandacht geweest, de navigatie, en dat is lang niet voldoende. Voordat je zelfstandig een zeetocht onderneemt doe je er goed aan eerst met een ervaren schipper mee te varen, of nog beter: een cursus zeezeilen te volgen. Je kunt dan aan den lijve ondervinden wat voor conditie je moet hebben om op zee te varen en welke eisen aan het zeemanschap en de zeewaardigheid van het schip gesteld worden. Navigatie is de kunst om met gebruik van allerlei hulpmiddelen de koers te bepalen en aan te komen waar je heen wilt. Die hulpmiddelen zijn voor een deel aan boord, zoals kompas, log, GPS en zeekaarten. Voor een ander deel bevinden die hulpmiddelen zich buiten je schip, zoals boeien en vuurtorens.

De vraag wordt vaak gesteld waarom allerlei klassieke methoden voor plaatsbepaling, zoals peilingen en dergelijke, nog steeds geleerd moe-

ten worden, terwijl zoveel moderne technieken beschikbaar zijn die het werk voor de navigator vergemakkelijken. Het antwoord is: alle technische hulpmiddelen kunnen kapotgaan. Tijdens een vaartocht wordt de apparatuur zwaar op de proef gesteld: een schip beweegt soms heftig, het is er vochtig en de energievoorziening is ook niet altijd gewaarborgd. Verder blijkt uit ervaring dat het gebruik van techniek zonder ook naar de werkelijkheid om je heen te kijken, niet zonder risico is.

Daarom is naast de ruime aandacht voor elektronische navigatiemiddelen ook aandacht besteed aan conventionele onderwerpen zoals de zeekaart, betonning, kompas, getijbewegingen, stroom en drift, peilingen en weerkunde. Vanzelfsprekend vormen de verschillende vaarreglementen een belangrijk onderwerp in dit boek.

De meeste hoofdstukken worden afgesloten met opgaven, waarvan een aantal in 'examenstijl' is gegoten. De gegevens die voor de uitwerking van de opgaven nodig zijn, zijn vrijwel alle in dit boek opgenomen. Van alle genoemde posities zijn de lengte en breedte vermeld; de overige gegevens zijn in het boek te vinden. Op deze wijze kunnen de opgaven ook aan de hand van andere kaarten worden uitgewerkt. In appendix G staat informatie over de exameneisen van het Watersportverbond. Met een ankertje  zijn de onderwerpen gemarkeerd die niet tot de stof van het verbondsexamen behoren.

Deze twaalfde druk verschilt in een groot aantal opzichten van de voorgaande druk. Allereerst hebben wij veel aandacht besteed aan de toegankelijkheid van de tekst en de volgorde van stappen die gezet moeten worden om berekeningen uit te voeren. Verder komen veel aspecten aan de orde die in de moderne navigatie-

praktijk een rol spelen; wij noemen: het gebruik van de elektronische zeekaart en AIS, het verkrijgen van getijgegevens via software en internet en het interpreteren van meteorologische gegevens die via internet zijn verkregen. Verder is ruime aandacht besteed aan de eisen die door SOLAS (Safety of Life at Sea) worden gesteld aan de jachtvaart. Al deze onderwerpen zijn geïllustreerd met nieuwe afbeeldingen.

1 De (elektronische) zeekaart

Een kaart is een schematische weergave van de werkelijkheid die zodanig is ingericht dat de gebruiker er in een specifieke situatie goed mee overweg kan. Zo is er een groot verschil tussen een zeekaart en een wegenkaart. Over hoe een zeekaart eruit moet zien, zijn internationaal afspraken gemaakt. Dat is handig, want als je eenmaal met een zeekaart kunt werken, maakt het niet uit welk land de kaart gemaakt heeft. Verreweg de meeste zeekaarten zijn in het Engels, soms wordt de landstaal gebruikt.

Zeekaarten zijn essentieel voor het varen op zee. In verband met de veiligheid van de opvarenden en de bescherming van het milieu is het belangrijk dat de kaart zo compleet en nauwkeurig mogelijk is. De regels van SOLAS (Safety of Life at Sea) schrijven daarom voor dat ieder schip voldoende zeekaarten aan boord heeft die voldoende zijn bijgewerkt. Dat geldt ook voor de jachtvaart. Zeekaarten worden gebruikt om koersen en posities uit te zetten en afstanden op te meten. Schepen groter dan 3000 ton en passagiersschepen groter dan 500 ton moeten

een elektronische zeekaart aan boord hebben die aan bepaalde eisen voldoet (zie de regels van de International Maritime Organisation); op die schepen mag de elektronische zeekaart de papieren kaart vervangen. Voor de jachtvaart bestaan er geen specifieke eisen. Voor de binnenvaart is een eigen, aanvullend systeem ontwikkeld: Inland_ECDIS.

1.1 ONZE POSITIE OP AARDE

De aarde is een enigszins afgeplatte bol. Over de bol lopen denkbeeldige lijnen die samen een raster vormen. De evenaar deelt de bol in twee helften, het noordelijk en het zuidelijk halfrond. Posities op het noordelijk halfrond liggen op noorderbreedte (N), posities op het zuidelijk halfrond op zuiderbreedte (S). Er lopen denkbeeldige lijnen evenwijdig aan de evenaar, die parallellen worden genoemd. De noordpool en de zuidpool liggen het verst van de evenaar af, te weten op respectievelijk 90° noorderbreedte (90°N) en zuiderbreedte (90°S).

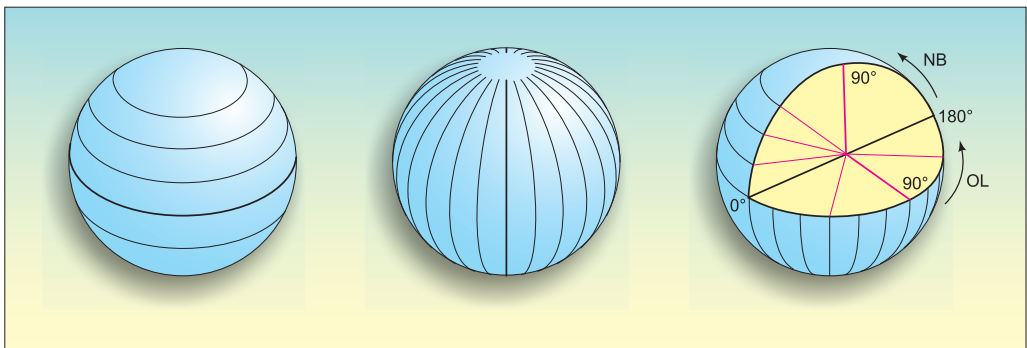


Fig. 1.1a Parallellen

Fig. 1.1b Meridianen

Fig. 1.1c Opengewerkte aardbol met meridianen en parallellen

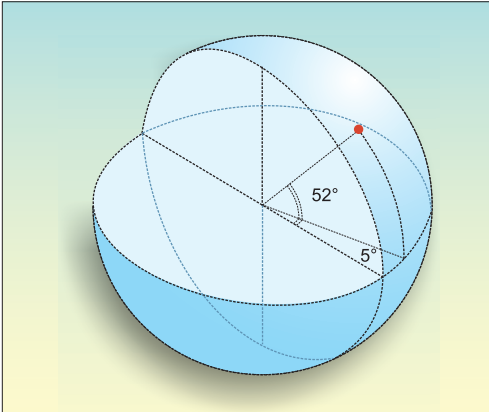


Fig. 1.1d Een positie van 52°N en 005°E op de aardbol, globaal de positie van Nederland

Over de plaats Greenwich (bij Londen) loopt een denkbeeldige lijn van de noordpool tot de zuidpool. Deze lijn wordt de nulmeridiaan genoemd en is een halve cirkel. Aan de andere kant van de aarde, tegenover de meridiaan van Greenwich, ligt de meridiaan van 180° westerlengte of 180° oosterlengte.

De evenaar is een hele cirkel en is daarom in 360 graden verdeeld. Vanuit Greenwich naar het westen gezien is het westelijk halfrond, naar het oosten het oostelijk halfrond.

Iedere plaats op de aarde kan met behulp van de meridianen en de parallellen benoemd worden. Zo ligt Nederland ongeveer op 52°N (noorderbreedte) en 5°E (oosterlengte; voor de notatie van oosterlengte wordt de E gebruikt, om verwarring tussen de O en de o te voorkomen). Iedere graad is onderverdeeld in 60 minuten ($'$). Iedere minuut kan onderverdeeld worden in 60 seconden ($''$). Seconden worden nu weinig meer gebruikt. Een minuut wordt tegenwoordig onderverdeeld in tienden van minuten, honderdsten en duizendsten. De duizendsten worden daarbij vaak weggelaten. Voorbeeld van hoe een positie wordt geschreven:

De positie van de vuurtoren van Scheveningen is $52^{\circ}06.3'\text{N}$ en $004^{\circ}16.2'\text{E}$ (in sommige Nederlandse publicaties en in de *Reeds Nautical Almanac* vind je $52^{\circ}06'.3\text{N}$ en $004^{\circ}16'.2\text{E}$).

1.2 KAARTPROJECTIES

De aarde kan op vele manieren op een plat vlak worden afgebeeld. Dit noemen we kaartprojectie. Welke projectie er gebruikt wordt, hangt af van de grootte van het gebied en het gebruik. Voor zeekaarten wordt vaak gebruikgemaakt van de mercatorprojectie. Deze projectie is vernoemd naar de uitvinder ervan, de Vlaamse kaartenmaker Gerardus Mercator (1512-1594).

Een zeekaart moet aan twee voorwaarden voldoen:

- 1 De kaart moet hoekgetrouw zijn, dat wil zeggen dat de hoek die we in de werkelijkheid tussen twee vaste objecten (bijvoorbeeld twee vuurtorens) meten overeenkomt met de hoek die we op de kaart meten tussen die twee vuurtorens.
- 2 In de kaart moet de koerslijn de meridianen steeds onder dezelfde hoek snijden.

Om hieraan te voldoen moeten de meridianen een hoek van 90° maken met de parallellen. De meridianen en parallellen zijn rechte lijnen op de mercatorkaart.

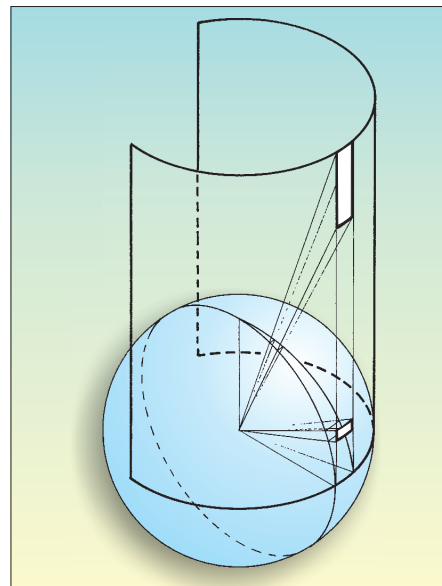


Fig. 1.2 Visualisering van de mercatorprojectie

In Fig. 1.2 is de mercatorprojectie op een vereenvoudigde wijze afgebeeld. Op een cilinder die om de aarde heen is gevouwen, wordt het aardoppervlak geprojecteerd. Als daarna de cilinder wordt uitgerold tot een plat vlak ontstaat de zeekaart. Door de projectie treden flinke vertekeningen op. Richting de polen toe wordt de aarde op het platte vlak van de mercatorprojectie als het ware uitgerekt. Je ziet dat een stukje aarde dat dicht bij de evenaar ligt veel minder in hoogte wordt uitgerekt dan een stukje aarde dat dicht bij de noordpool ligt. In de zeekaart zie je dat aan de staande rand van de kaart: daar is een minuut onder aan de kaart een stuk kleiner dan een minuut bovenaan. Daarom geldt:

Een afstand in de kaart moet je opmeten langs de staande rand – die een meridiaan voorstelt – ter hoogte van het gebied waarin je de afstand wilt meten.

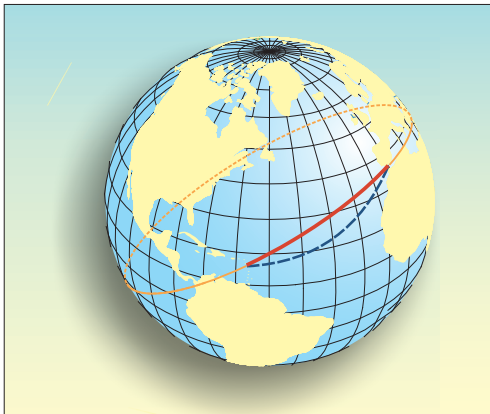


Fig. 1.3a Grootcirkels

Langs de liggende randen treedt ook een vertekening op. Meridianen die in werkelijkheid op de bol naar elkaar toelopen, worden in de mercatorprojectie evenwijdig afgebeeld. Bij toenemende breedte wordt het afgebeelde gebied daardoor ook in de breedte uitgerekt, en hoe dichter je bij de noordpool komt, des te sterker dit het geval is. Daarom is de mercatorprojectie niet bruikbaar om gebieden op hoge breedte in kaart te brengen. Daar treedt onvermijdelijk een



Fig. 1.3b Een loxodroom (gestippeld) en een grootcirkel (doorgetrokken) op een kaart

vertekening op. Groenland bijvoorbeeld wordt in verhouding heel groot afgebeeld. Vanwege die vertekening bij toenemende breedte wordt de mercatorkaart ook wel een wassende kaart genoemd.

1.3 GROOTCIRKELS EN LOXODROMEN

Iedere cirkel die de aarde in twee even grote helften verdeelt, wordt een grootcirkel genoemd. De evenaar is dus een grootcirkel, de andere parallellen niet. Elke cirkel gevormd door twee meridianen is ook een grootcirkel. Een grootcirkel kan ook een andere hoek dan 90° met de evenaar maken. De kortste route van A naar B over het aardoppervlak loopt altijd over een grootcirkel.

In de kustnavigatie volgen we loxodromen. Dat zijn koerslijnen die met de meridianen steeds dezelfde hoek maken, dit in tegenstelling tot grootcirkels (zie Fig. 1.3a). Een loxodroom wordt op een 'mercatorkaart' als een rechte lijn weergegeven. De koers blijft op deze lijn altijd gelijk. Op een mercatorkaart uitgezet ziet een grootcirkelkoers eruit als een kromme lijn. Er zijn ook kaarten waarop een grootcirkelkoers uitgezet kan worden als een rechte lijn die met alle meridianen dezelfde hoek maakt. Dat zijn de gnomonische kaarten.

Distance Course Calculations

Display: DM.dd DMS DMS.ess

Choice: Ellipsoid Datum

Ellipsoid: Airy Datum: WGS84

Way Point 1 **Way Point 2**

Latitude: 27°44'07" N Latitude: 13°54'02" N

Longitude: 015°36'33" W Longitude: 061°00'00" W

Great Circle		Loxodrome	
Distance (nmi)	Course	Distance (nmi)	Course
2665.47		2674.95	
Departure	261.5		252.0
Arrival	244.5		

Difference: Dist_lox minus Dist_GrC		Vertex	
9.48	nmi	Latitude	28°54'54" N
		Longitude	002°12'48" E

Fig. 1.3c *Vergelijking van de grootcirkel- en loxodroomkoers van Gran Canaria naar St. Lucia, zoals bepaald met het programma CNAV4.1*

Bij sommige grote reizen levert het 'grootcirkelvaren' een aanmerkelijke afstandswinst op: de 'bekorting'. Bij kortere oversteken is die verwaarloosbaar klein.

Vaak is ook bij langere reizen de winst maar gering. In Fig. 1.3c laten we de bekorting zien die we met het programma CNAV4.1 (*Classical Navigation Computations*: Klassieke Navigatieberekeningen van de Hydrografische Dienst van de Koninklijke Marine) hebben bepaald voor de overtocht van de zuidpunt van Gran Canaria naar Sint Lucia, een eiland in het Caribisch gebied.

De winst (*Difference: Dist_lox minus Dist_GrC*) is maar 9,5 zeemijl: te verwaarlozen.

1.4 AFSTANDEN OP AARDE

De nautische afstandsmaat is de zeemijl, afgekort als M. De lengte hiervan is afgerond 1852 m, en in de kaart is dit precies gelijk aan 1 minuut op de omtrek van de aarde. Hoe komen we aan dit getal?

- Op een grootcirkel, bijvoorbeeld de evenaar of een meridiaan, is de omtrek van de aarde 40.000 km.

- Een cirkel heeft 360 graden, en elke graad heeft 60 minuten.
- Als we 40.000 km delen door 360 graden, en dan nog eens door 60 minuten, krijgen we $40.000 : (360 \times 60) = 40.000 : 21.600 = 1,852$ km.

De grootcirkels – de evenaar en de cirkels die door de meridianen gevormd worden – zijn 40.000 km lang. Dit geldt niet voor de parallellen. Die worden immers vanaf de evenaar naar het noorden en zuiden toe steeds een stukje kleiner. Dat betekent dat 1 minuut op de parallel van 50°N niet 1852 m lang is maar een stukje korter! Een minuut op een meridiaan (we noemen die lengteminuut) is wel 1852 m lang. Op een kaart die volgens de mercatorprojectie is getekend, moeten de afstanden op de kaart daarom altijd op de staande rand van de kaart worden afgepast!

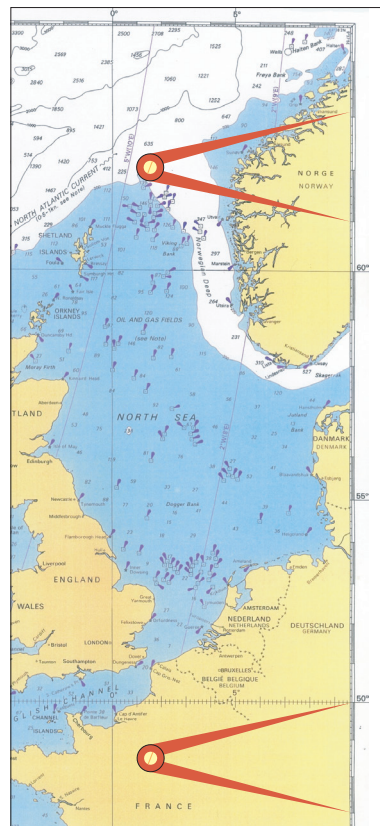


Fig. 1.4 *Verandering van de schaal op een mercatorkaart*