

Om Bestikregning

Bestikregning går ud på, at man forsøger at finde ud af hvor man er ved at benytte sig af følgende oplysninger:

- a. Udgangspunktets position (breddegrad og længdegrad)
- b. Hvilken retning har vi sejlet i?
- c. Hvor langt har vi sejlet?

I princippet vil man så kunne besvare spørgsmålet: hvor er vi nu?

I praksis er dette svar forbundet med en lang række fejkilder og usikkerheder. Det har derfor fra de allertidligste rejser på oceanerne været et stort ønske at kunne kontrollere resultatet af bestikregningen ved uafhængige målinger.

Hvordan foretages bestikregning?

Vi går ud fra, at vi kender udgangspunktets position – det kunne f.eks. være en europæisk havn.

Retningen (kursen)

Retningen kan bestemmes ved at orientere sig efter verdenshjørnerne; hvis vi kender retningen til nord, kan vi fastlægge skibets *kurs* i forhold til denne retning. Siden magnetkompasset kom til Europa fra Kina omkring 1100 har man kunnet bestemme retningen til nord uafhængigt af vejrforholdene.

Retningen har traditionelt været angivet ved kompasretningsangivelser. Disse har betegnelser som vist på fig. 1, der stammer fra en styrmandslærebog fra slutningen af 1700-tallet.

Som det ses, er kompasskiven inddelt i i alt 32 retninger, 8 fra nord til øst, 8 fra øst til syd, 8 fra syd til vest og 8 fra vest til nord. Disse retningers navne angives med ord, som f.eks. med udgangspunkt i nord: nord til øst, nord nordøst, nordøst til nord, nordøst (som er lige midt mellem øst og nord), nordøst til øst, øst nordøst, øst til nord og øst. De 90 grader mellem øst og nord er således inddelt i 8 lige store dele, således at de angivne retninger kan omregnes til grader. Dette får man brug for, når man skal lave egentlige bestikberegninger.

Fejkilder: Der er to vigtige:

1. Kompasnålen peger mod den magnetiske sydpol, som ligger et stykke fra den geografiske nordpol, og som oven i købet flytter sig med tiden. Denne fejl har man lavet tabeller over for at kunne rette den. Fejlen kaldes *misvisningen*.
2. Skibet indeholder en del jern, som vil få magnetnålen til at vise forkert. Denne fejl kan man tage hensyn til ved at måle den, når man kender den rigtige retning til geografisk nord. Fejlen kaldes *deviationen*.

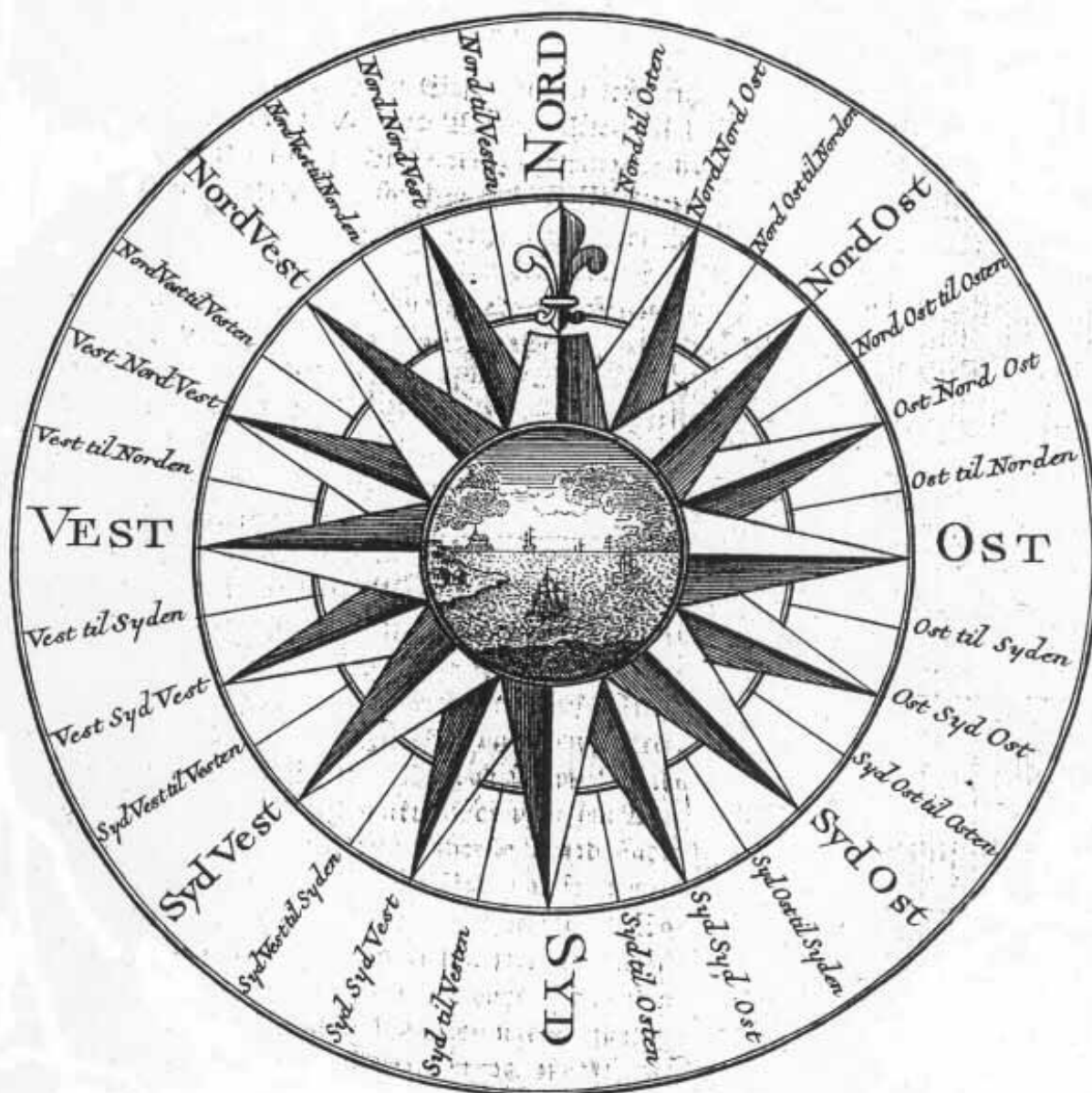
Distancen

Dernæst skal vi bestemme hvor langt vi har sejlet den såkaldte udsejlede *distance*.

Dette kan gøres ved at bestemme farten og gange denne med længden af den tid skibet har sejlet i.

SØE COMPAS for de Lærende

pag: 234.



Figur 1. . Kompasretningerne. [C.C. Lous: Styrmands-Kunst eller saa kaldet Skatkammer, Kiøbenhavn 1787, s.234]

Farten måles f.eks. i sømil pr time (som kaldes *knob*) og når man så ganger med det antal timer skibet har sejlet fås distancen målt i sømil. Betegnelsen knob stammer fra det instrument, man har brugt til at bestemme farten med. Oprindeligt har det blot været et træstykke eller lignende man smed i vandet, hvorpå man så målte hvor lang tid det tog om at passere fra et mærke på skibet til et andet. Senere bandt man et reb i træstykket og lod rebet løbe ud i et nøje afmålt tidsrum (målt på et timeglas, hvor sandet løber igennem på f.eks. 28 sekunder); på rebet var der bundet nogle knuder,

knob, med regelmæssige mellemrum og på den måde kunne man måle hvor langt et stykke reb der var løbet ud i det angivne tidsrum.

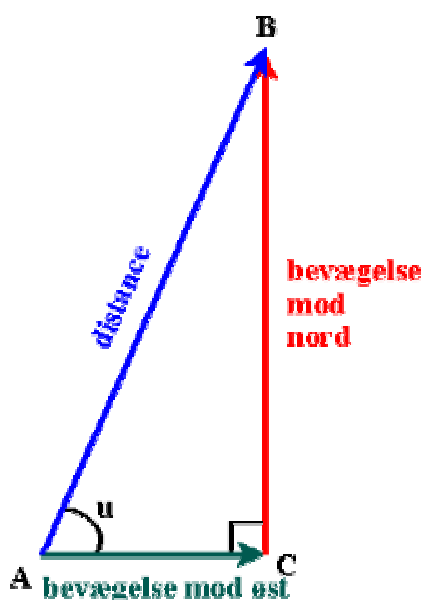
Fejlkilder: Der kunne være fejl forbundet med timeglasset, som skal vendes præcist når tællingen af antal knob begynder, og der kommer fejl, hvis farten ændres undervejs. Derfor er det vigtigt at måle farten ofte, så der kan tages hensyn til variationer.

Resultatet: nuværende position

Nu kan man så foretage en egentlig beregning af hvor man befinder sig.

Man kan angive resultatet ved hvor mange sømil man befinder sig syd eller nord for udgangspunktet og hvor mange sømil man befinder sig øst eller vest for udgangspunktet. Dvs. man opløser skibets tilbagelagte strækning i to, en ren nord-syd-gående og en ren øst-vest-gående, som vist på fig. 2, hvor udgangspunktet er A og slutpunktet er B. På den måde får man en retvinklet trekant.

Det er nu en nødvendig forudsætning, at afstandene vi taler om er så små, at vi kan regne dem for linjestykker i en plan; i virkeligheden er de jo buestykker på en kugle.



Figur 2

Nu kan vi beregne de to bevægelser, hvis vi kender distancen og kursen, som måles ved vinkel u .

$$\text{Da } \sin(u) = \frac{BC}{AB} = \frac{\text{bevægelse mod nord}}{\text{distance}}$$

$$\text{og } \cos(u) = \frac{AC}{AB} = \frac{\text{bevægelse mod øst}}{\text{distance}},$$

får vi således:

$$\text{bevægelse mod nord} = \text{distance} \cdot \sin(u),$$

og

$$\text{bevægelse mod øst} = \text{distance} \cdot \cos(u)$$

hvor $\sin(u)$ og $\cos(u)$ kan slås op i en tabel (i dag en lommeregner).

På den måde kan man angive slutpunktets position ved at sige hvor mange sømil vi befinder os øst for A og hvor mange sømil vi befinder os nord for A.

Men hvis vi kender udgangspunktets position ved dets breddegrad og længdegrad, vil vi også gerne kunne angive slutpunktets position ved dets breddegrad og længdegrad. Kan vi beregne os til det?

Ja, for breddens vedkommende kan det nemt lade sig gøre.

Én sømil er nemlig defineret til at være gennemsnitslængden af et bueminut på en storkirke på jordens overflade. Og da bredden måles på den meridian, der går gennem B, vil bevægelsen mod nord i sømil simpelthen svare til en ændring i bredde på et tilsvarende antal bueminutter.

Så hvis f.eks. strækningen BC er 72 sømil, har skibet ændret sin bredde med 72 bueminutter mod nord, dvs. 1 grad og 12 bueminutter. Hvis man så ved at A befinder sig på 44 grader og 40 bueminutters nordlig bredde, må B altså ligge på 45 grader og 52 bueminutters nordlig bredde.

Hvad længden angår stiller sagen sig anderledes.

Problemet er, at AC ikke er et stykke af en storcirkel (sådan som BC), men derimod et stykke af en breddecirkel, der er en lillecirkel med centrum på jordens omdrejningsakse, medmindre A og C da befinder sig på ækvator.

Vi kan derfor ikke uden videre omregne længden af AC i sømil til AC i bueminutter. Omregningsfaktoren vil afhænge af hvor langt fra ækvator vi befinder os. Dette problem begyndte man allerede at tumle med i 1500-tallet og man fik efterhånden udarbejdet tabeller over hvor langt et længdebueminut er afhængigt af hvilken bredde man befinder sig på. Ved ækvator er det netop 1 sømil, da ækvator er en storcirkel, ved 30 graders bredde (nordlig eller sydlig) er bueminuttet 0,87 sømil, ved 60 graders bredde er det 0,5 sømil og ved polerne svinder det ind til 0 sømil.

I William Bourne: A Regiment for the Sea, London 1574 angives en geometrisk måde at bestemme længden af en længdegrad på. Senere kommer egentlige tabeller, som f.eks. tabellen på fig. 3-4.

Bre- den	Graden af Parallelen Geog. Mile	Bre- den	Graden af Parallelen Geog. Mile	Bre- den	Graden af Parallelen Geog. Mile
0	15,000				
1	14,998	31	12,857	61	7,272
2	14,991	32	12,721	62	7,042
3	14,979	33	12,580	63	6,810
4	14,963	34	12,436	64	6,576
5	14,943	35	12,287	65	6,340
6	14,918	36	12,135	66	6,102
7	14,888	37	11,980	67	5,861
8	14,853	38	11,820	68	5,619
9	14,815	39	11,657	69	5,375
10	14,772	40	11,491	70	5,130
11	14,724	41	11,321	71	4,884
12	14,672	42	11,147	72	4,636
13	14,615	43	10,970	73	4,386
14	14,554	44	10,790	74	4,134
15	14,488	45	10,607	75	3,882

Figur 3 Tabel over længden af en længdegrad på en given parallelcirkel. [Bugges Astronomi, 1796, s. 259]

Bre- den.	Graden af Parallelen. Geog. Mile.	Bre- den.	Graden af Parallelen. Geog. Mile.	Bre- den.	Graden af Parallelen. Geog. Mile.
16	14,418	46	10,420	76	3,629
17	14,344	47	10,230	77	3,374
18	14,265	48	10,037	78	3,118
19	14,182	49	9,841	79	2,862
20	14,095	50	9,642	80	2,605
21	14,003	51	9,440	81	2,347
22	13,907	52	9,235	82	2,088
23	13,807	53	9,027	83	1,828
24	13,703	54	8,817	84	1,568
25	13,595	55	8,604	85	1,307
26	13,482	56	8,388	86	1,046
27	13,365	57	8,170	87	0,785
28	13,244	58	7,949	88	0,523
29	13,119	59	7,726	89	0,262
30	12,990	60	7,500	90	0,000

Figur 4 Tabellens fortsættelse [s.260]

Den viste tabel angiver længden af en længdegrad i geografiske mil. En geografisk mil er 4 sømil. Så det kan f.eks. ses af tabellen, at ved 55 graders nordlig bredde er en længdegrad 8,604 geografiske mil dvs. 34,416 sømil, mens den ved ækvator er 60 sømil.

Med en rimelig detaljeret tabel til rådighed kan det altså lade sig gøre også at beregne hvor meget længden er ændret.

Astronomisk kontrol

Den ideelle situation for en styrmand der foretager bestikregning vil være at få bekræftet beregningen ved målinger, der er uafhængige af beregningen. For breddens vedkommende kan det lade sig ved at foretage passende vinkelmålinger på himmelkuglen som beskrevet i skriftet *Navigation*. For længdens vedkommende var det i århundreder en håbløs opgave; man var klar over siden 1500-tallet at det var et spørgsmål om at kende tidsforskellen, men det var tilsyneladende et

uløseligt problem, i hvert fald hvis man skulle have svaret med en nøjagtighed, der kunne bruges til noget til søs.

I 1700-tallet var man kommet så langt med den astronomiske forskning, at man kunne udvikle en metode der i princippet kunne bestemme længdeforskellen astronomisk, nemlig den såkaldte *månedistancemetode*. Samtidig arbejdede englænderen John Harrison på at konstruere et ur, der var tilstrækkelig stabilt og gik tilstrækkelig nøjagtigt til at det kunne medtages om bord på et skib og under flere måneder lange rejser vise klokkeslettet hjemme i London. De to metoder stod længe som ligeværdige konkurrenter. Ulempen ved de nøjagtige ure, kaldet *kronometre*, var længe at de var meget dyre i anskaffelse, mens månedistancemetoden blot krævede en sekstant, men i det lange løb sejrede urene alligevel. Op igennem 1800-tallet blev det stadig mere almindeligt at skibe medbragte kronometre, og i slutningen af århundredet døde månedistancemetoden hen og blev en metode der kun havde historisk interesse.

Konkret eksempel på bestikregning fra 1795: se Grodtschillings navigationsbog, kap 22, eks.1.