

Jakub Sklenář



TERESTRICKÁ  
NAVIGACE

Szczecin 2011

[www.vademekum-skippera.com](http://www.vademekum-skippera.com)

<b>Úvod</b> .....	3
<b>1. Pozice vypočítaná</b>	
Definice a základní pojmy .....	4
Pozice vypočítaná bez působení větru a proudu .....	5
Pozice vypočítaná při působení větru bez proudu .....	6
Pozice vypočítaná při působení proudu bez větru .....	9
Pozice vypočítaná při působení větru a proudu .....	20
Přesnost pozice vypočítané .....	24
Praktická navigace s pozicí vypočítanou .....	27
Dostupnost navigační informace o proudech.....	34
<b>2. Pozice observovaná</b>	
Definice a základní pojmy .....	44
Pozice observovaná z jednoho viditelného navigačního objektu .....	49
Pozice observovaná ze dvou viditelných navigačních objektů.....	53
Pozice observovaná ze třech viditelných navigačních objektů.....	56
<b>Použitá literatura</b> .....	59

## Úvod

„Nejsou žádné mapy částí Světa tak přesné a žádné směry v nich vyznačené tak dokonalé, abychom je nemuseli často kontrolovat a opravovat.“

- „*Nautical Magazine*“, z roku 1832

Navštivte také internetové stránky [www.vademekum-skippera.com](http://www.vademekum-skippera.com).

*Autor*

Věnováno Aduš, . . . za podporu a trpělivost.

# 1.

## Pozice vypočítaná

### Definice a základní pojmy

Nejdůležitějším zadáním v navigaci je vyznačení pozice lodi. Nevyznačení přesné pozice lodi nám znemožňuje její vedení po optimální či bezpečné trase z pohledu navigace. V těchto skriptech bude řeč o dvou následujících způsobech vyznačení pozice používaných v námořní navigaci, kterými vyznačujeme následující druhy pozic:

- pozice vypočítaná (*PV*);
- pozice observovaná (*PO*);

Pozice vypočítaná je jednou z nejméně přesných pozic, které jsou v navigaci používány, to co má vliv na její přesnost bude popsáno později. Naopak pozice observovaná je jednou z nejpřesnějších pozic, jelikož ji vyznačujeme pomocí objektů vyznačených na mapě.

Pozicí vypočítanou nazýváme bod na mapě (kde se nachází naše loď), jehož souřadnice jsme získali výpočtem od poslední pozice observované. Tuto pozici získáváme na základě opravdového kurzu lodi a projeté vzdálenosti za jednotku času po tom co jsme patřičně přihlédlí k působení větru a proudu na loď.

Kurz opravdový, získáme pomocí magnetického kompasu, po provedení patřičných oprav spojených s deviací a deklinací. Kurz opravdový je úhel sevřený mezi linií sever-jih (poledníkem) a osou symetrie lodě. Log je zařízení, které nám ukazuje projetou vzdálenost lodi po vodě. Působení větru tvoří tzv. „*drif*“. Hodnotu drifu stanovujeme na základě vlastní zkušenosti, kterou získáváme z pozorování působení větru na loď. Působením mořského proudu vzniká tzv. „*snos*“. Hodnotu snosu stanovíme podle rychlosti a směru mořského proudu v dané oblasti a čase. Rychlost a směr proudu můžeme odečíst z navigační mapy či atlasu proudů.

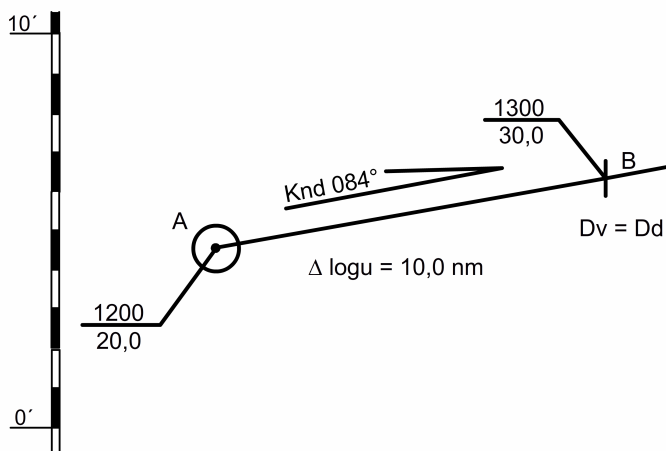
Drif a snos mají zásadní vliv na přesnost vyznačení pozice vypočítané. Přesné vyznačení těchto dvou parametrů je prakticky nemožné. Jenom praxí navigátor získává schopnost a zkušenost k přesnějšímu vyznačení drifu a snosu, čímž se námořní navigace stává „řemeslným uměním“.

## Pozice vypočítaná bez působení větru a proudu

Na vodních plochách, kde nepůsobí na loď vítr ani proud, pozici vypočítanou získáme na základě kurzu a propluté vzdálenosti odečtené z lodního logu. Způsob vyznačení pozice vypočítané, za těchto podmínek, je popsán v příkladě níže.

*Ve 1200 hodin, log lodi ukazoval projetou vzdálenost 20,0 námořních mil (dále jen „nm“), loď se nacházela v pozici A ( $\phi_a, \lambda_a$ ). Navigátor lodi měl za úkol vyznačit pozici lodi B ( $\phi_b, \lambda_b$ ) v 1300 hodin. V 1300 hodin lodní log ukazoval projetou vzdálenost 30,0 nm. Kurz lodi<sup>1</sup> (opravdový kurz)  $K = 084^\circ$ .*

**Kurz**  $084^\circ$   
**+ drif**  $0^\circ$   
**Kpv<sup>2</sup>**  $084^\circ$   
**+ snos**  $0^\circ$   
**Knd<sup>3</sup>**  $084^\circ$



### Postup kreslení

1. Z pozice observované A vztyčíme přímkou (linii kurzu) pod úhlem  $K = 084^\circ$ .
2. Na linii kurzu z bodu A nanese se projetou vzdálenost, kterou je  $\Delta \text{logu}$ . Tuto vzdálenost získáme jednoduchým výpočtem. Odečteme výchozí hodnotu logu od konečné hodnoty logu.
3. V místě protnutí se linie kurzu a projeté vzdálenosti je naše pozice vypočítaná (B) v 1300 hodin.

[<sup>1</sup>] V publikaci jsou kurzy lodě uváděny jako opravdové. Pokud by kormidelník kormidloval loď podle magnetického kompasu, náleželo by tento kurz opravit o deviaci a deklinaci. Technika přepočtu kurzů je popsána v publikaci „Vademekum začínajícího skippera“, která je zdarma dostupná na [www.vademekum-skippera.com](http://www.vademekum-skippera.com).

[<sup>2</sup>] Kpv je označením tzv. kurzu po vodě. Kpv je kurz (směr pohybu) vzhledem k vodní hladině.

[<sup>3</sup>] Knd je označení tzv. kurzu nad dnem. Knd je kurz (směr pohybu) vzhledem k mořskému dnu.

Poznámka: zkratkou **Dv** je označována **dráha lodě po vodě** a zkratkou **Dd** je označována **dráha lodě nad dnem**. Když na loď nepůsobí žádný vítr ani proud je  $Dv = Dd$ .

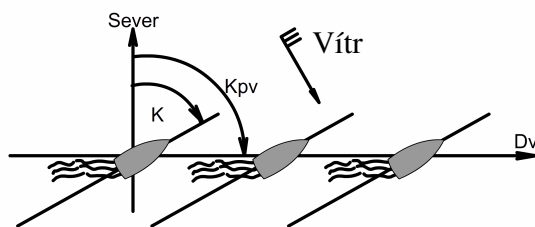
## Pozice vypočítaná při působení větru bez proudu

Vítr působí na loď v podstatě dvěma způsoby:

- přímo;
- nepřím;

Přímým působením větru rozumíme působení větru na lodní těleso, nadstavbu, plachty a palubní vybavení. Vyznačení vlivu větru (drifu) na základě matematického výpočtu je velmi složité a prakticky nemožné vzhledem k velkému množství proměnných. Nejdůležitějšími parametry pro stanovení drifu jsou: síla větru a jeho směr (vzhledem k lodi), tvar lodního tělesa, návětrná plocha lodě, rychlost lodě, trim<sup>4</sup>, ponor a mnoho dalších;

Z těchto důvodů vyznačujeme tzv. opravu na drif nebo sám drif pouze „na oko“ (odhadem) opírajíc se o naše zkušenosti. Pomocným vodítkem v této nelehké situaci nám může být úhel sevřený mezi osou symetrie lodě a vodní brázdou za lodí (keel-waterem). Tak jak je tomu na obrázku níže.



Nepřímý vliv větru vzniká díky drifovému proudu na povrchu rozlehlých vodních ploch a způsobuje změnu rychlosti a kurzu lodě.

Nejdůležitější informací pro navigátora v rámci působení větru na loď je již výše zmiňovaný drif. Drif je úhel sevřený mezi zadní částí osy symetrie lodě a vodní brázdou za lodí. Nebo-li úhel sevřený mezi linií opravdového kurzu lodě a dráhou či linií kurzu lodě po vodě.

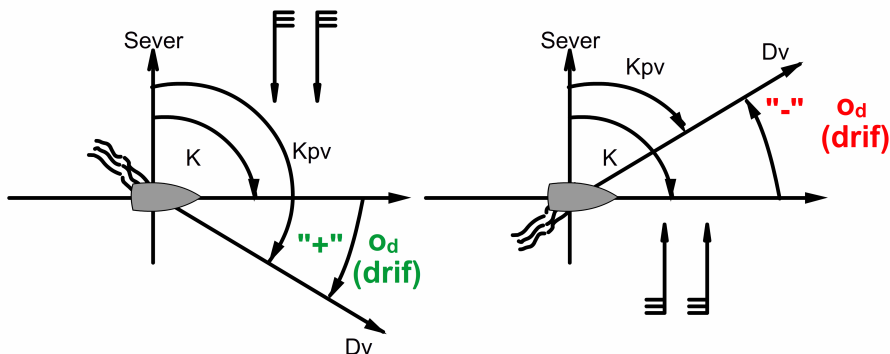
Při plavbě ve větru je tedy loď snášena větrem mimo linii požadovaného kurzu, a to vpravo či vlevo podle toho z jaké strany vítr vane.

Kurzem lodě (Kpv) po vodě je úhel sevřený mezi linií sever-jih a dráhou lodě po vodě. K udržení lodě na požadovaném kurzu musí kormidelník kormidlovat tzv. proti větru (proti působení větru). Rozdíl mezi požadovaným kurzem a kurzem kormidlovaným nazýváme „oprava na drif“, kterou budeme označovat „ $o_d$ “. Velikost této opravy na drif je vždy rovna drifu.

[4] Trim lodě je rozdíl mezi předovým a zádovým ponorem lodě.

- Oprava na drif ( $o_d$ ) nebo drif má znak „+“ pokud vítr působí z levoboku;
- Oprava na drif ( $o_d$ ) nebo drif má znak „-“ pokud vítr působí z pravoboku;

Lod' ve větru můžeme navigovat dvěma způsoby, a to s výše zmiňovanou „opravou na drif“ a nebo „s drifem“.

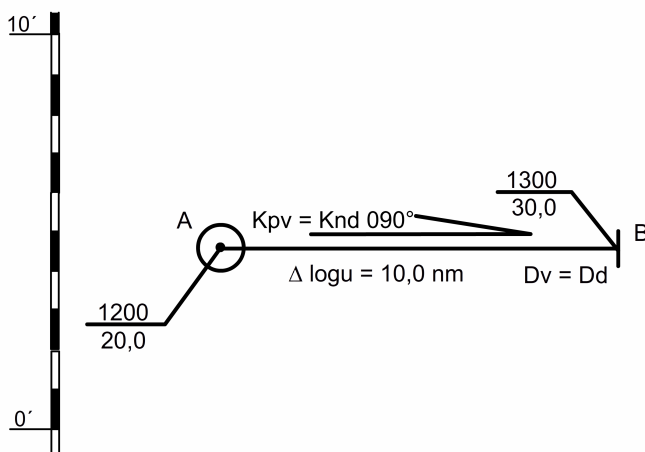


### Pozice vypočítaná při plavbě s drifem

**P**okud loď, plující libovolným kurzem, je snášena z linie kurzu a kormidelník nekormidluje proti tomuto větru, tak tuto situaci nazýváme plavbou (navigací) s drifem. Dráha loď nad dnem ( $D_d$ ) není dopředu stanovena, ale stanovujeme jí v libovolném momentě k vyznačení naší pozice vypočítané. Jednoduše řečeno: plujeme námi vybraným kurzem a za určitý čas vyznačíme pozici vypočítanou s přihlédnutím k působení větru (drifu).

*Ve 1200 hodin, log 20,0 nm, loď se nachází v pozici A. Úkolem navigátora je stanovit pozici vypočítanou lodi B ve 1300 hodin, kdy log ukázal hodnotu 30,0 nm. Vítr N, drif 5°, rychlost lodi 10,0 uzlů, loď pluje kurzem  $K = 085^\circ$ .*

**Kurz** 085°  
**+ drif** 5°  
**Kpv** 090°  
**+ snos** 0°  
**Knd** 090°



## Postup kreslení

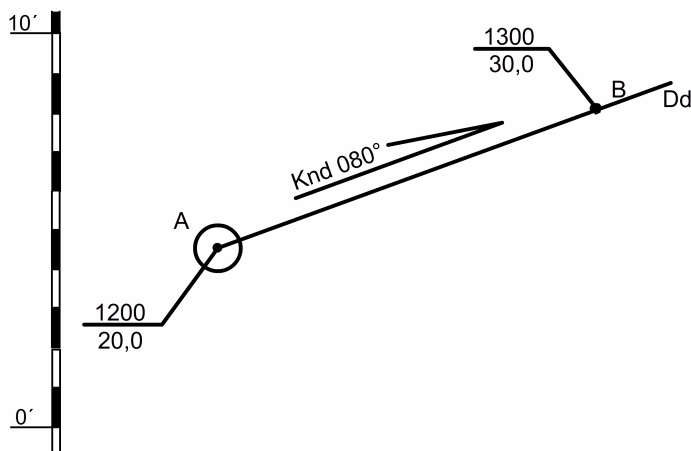
1. Z pozice observované A, znajíc  $K_{pv} = K_{nd} = 090^\circ$ , narýsujeme přímku  $Dv = Dd$ .
2. Z bodu A na přímce  $Dv = Dd$  vyneseme  $\Delta$ logu na jejímž konci je pozice B v 1300.

## Pozice vypočítaná s opravou na drif

**P**okud dráhu loď nad dnem určíme dopředu, tak musíme kvůli působícímu větru (drif) použít opravu na drif, abychom udrželi loď na požadovaném kurzu nad dnem. Níže představený postup, který je zásadou v námořní praxi, nazýváme kormidlováním proti působení větru. Jednoduše řečeno: dopředu vyznačíme kurz jakým máme plout, abychom dopluli do požadované pozice.

*Ve 1200, log 20,0 nm, loď se nacházela v pozici A. Úkolem navigátora je vyznačení kurzu, kterým má kormidelník kormidlovat, aby loď doplula do bodu B. Vítr N, kapitánem lodi stanovená oprava na drif ( $o_d$ )  $5^\circ$ , rychlost loď 10,0 uzlů.*

**Knd**  $080^\circ$   
-  $o_s^5$   $0^\circ$   
**Kpv**  $080^\circ$   
-  $o_d$   $5^\circ$   
**Kurz**  $075^\circ$



## Postup kreslení

1. Z bodu A narýsujeme dráhu loď nad dnem<sup>6</sup> (Dd) do bodu B a z mapy odečteme hodnotu kurzu nad dnem (Knd).
2. Od hodnoty Knd odečteme hodnotu  $o_d$  a získáme kurz (K) kterým musí kormidelník kormidlovat, aby loď doplula z bodu A do bodu B.

[<sup>5</sup>] Zkratka  $o_s$  označuje opravu na snos, která bude vysvětlena později. Nyní na loď proud nepůsobí  $o_s = 0$ ;

[<sup>6</sup>] Libovolně narýsovaná linie kurzu do mapy je vždy dráhou loď nad dnem (Dd) a její úhel vůči linii sever-jih je kurzem loď nad dnem (Knd).



## Pozice vypočítaná při působení proudu bez větru

**P**ojem proud rozumíme jako pohyb masy vody kolem lodě. Proudů mohou mít různé názvy ze vzhladu na to jak vznikají:

- proud od přílivu a odlivu (slapový)<sup>7</sup>;
- proud stálý (např. Guinejský, Peruánský, Floridský apod.);
- proud drifový (pohyb masy vody způsobený vanutím větru);

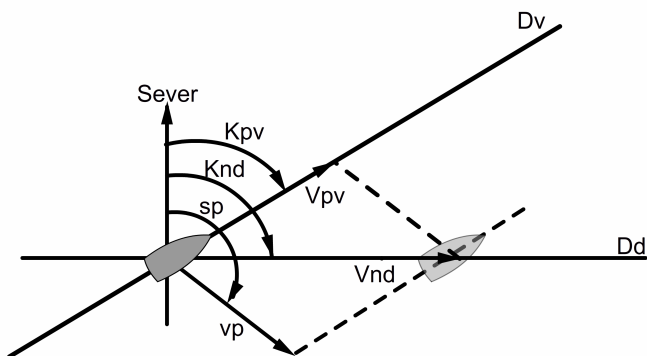
Pro navigátora nemá způsob vzniku proudu větší význam. Důležité jsou pouze jeho elementy, a to **směr proudu** ( $sp$ ) a **rychlost proudu** ( $vp$ ). Směr proudu je vždy udán jako opravdový směr proudu ve stupních. Rychlost proudu je vždy udávána v uzlech.

Elementy proudu získáváme z navigačních map, plánovacích map, plavebních směrnic a atlasů proudů. Později bude vysvětleno jakým způsobem a odkud je možné získávat správné informace o parametrech mořských proudů.

Proud je v námořní navigaci vektorem. Otočení tohoto vektoru proudu v karteziánském souřadném systému je dáno směrem proudu a délka tohoto vektoru je dána rychlostí proudu.

Hlavním zadáním, při plavbě v proudu, je vyřešit jakým směrem a jakou rychlostí se loď pohybuje vzhledem k mořskému dnu. Řešení tohoto zadání provádíme pomocí jednoduchého sčítání a odečítání následující vektorů:

- **P** (proud) → **sp** (směr proudu), **vp** (rychlost proudu)
- **Dv** (dráha lodě po vodě) → **Kpv** (kurz lodě po vodě), **Vpv** (rychlost lodě po vodě)
- **Dd** (dráha lodě nad dnem) → **Knd** (kurz lodě nad dnem), **Vnd** (rychlost lodě nad dnem)



Při plavbě v proudu (při působení proudu) rozlišujeme dva případy:

- případ jednoduchý (směr proudu je shodný nebo opačný vzhledem k  $Kpv$ );
- případ složený (směr proudu vytváří úhel s  $Kpv$ );

<sup>[7]</sup> Vzniká při změně stavu vodní hladiny z vysoké vody na vodu nízkou a naopak. Zaniká na krátkou chvíli v momentech vody vysoké (příliv) a nízké (odliv) – jedná se o tzv. Slack;

**Jednoduchý případ** plavby v proudu má také jednoduché řešení. Případ řešíme jednoduchým algebraickým součtem rychlosti proudu ( $vp$ ) a rychlosti naší lodě po vodě ( $Vpv$ ). Kurz lodě po vodě ( $Kpv$ ) je roven kurzu lodě nad dnem ( $Knd$ ).

Se **složeným případem** plavby v proudu se v praxi setkáme nejčastěji. Řešení tohoto případu plavby v proudu je rozděleno do tří kategorií:

- I. Plavba se snosem;
- II. Plavba s opravou na snos;
- III. Stanovení elementů proudu ( $vp$ ,  $sp$ );

## Plavba se snosem

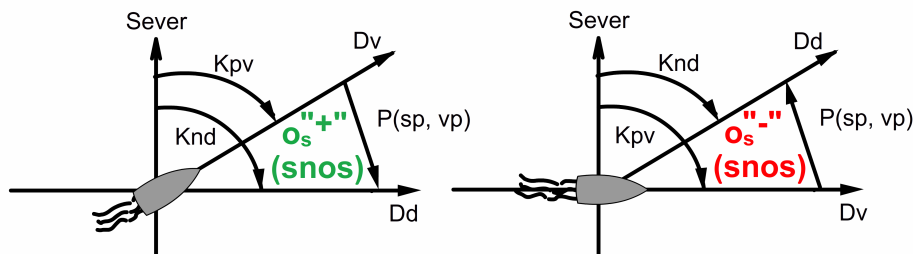
**P**okud loď plující libovolným kurzem ( $K = Kpv$ ) je snášena z dráhy po vodě ( $Dv$ ), což znamená, že nekormidluje proti proudu, tak tento způsob plavby nazýváme plavbou se snosem. V tomto případě nestanovujeme požadovanou dráhu lodě nad dnem ( $Dd$ ), kterou chceme plout. Tuto dráhu musíme vypočítat, abychom mohli vyznačit naši pozici vypočítanou.

V tomto případě jsou našimi vstupními hodnotami . . .

- Kurz lodě po vodě ( $Kpv = K$ );
- rychlost lodě po vodě ( $Vpv$ );
- směr proudu ( $sp$ );
- rychlost proudu ( $vp$ );

. . . a hledáme:

- kurz lodě nad dnem ( $Knd$ );
- rychlost lodě nad dnem ( $Vnd$ )



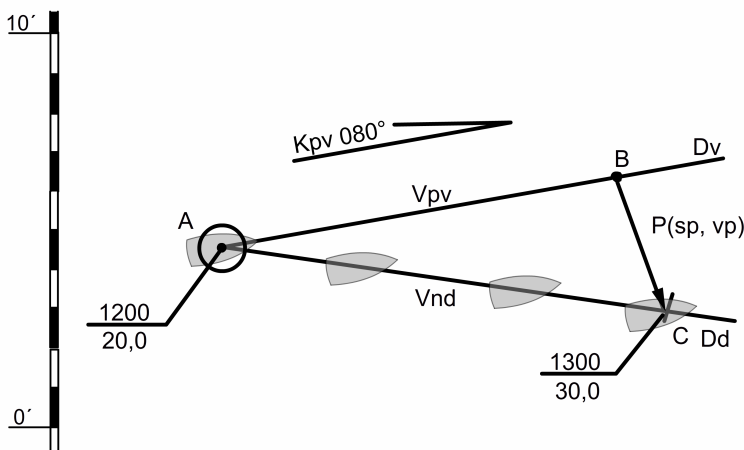
Úhel sevřený mezi dráhou lodě po vodě a dráhou lodě nad dnem nazýváme:

- **snosem**, v případě plavby se snosem;
- **opravou na snos**, v případě plavby s opravou na snos;

Pokud proud působí na levobok lodě, tak má oprava na snos kladnou hodnotu. Naopak pokud působí proud na pravobok lodě, tak má oprava na snos zápornou hodnotu (viz obrázek výše).

Ve 1200 hodin, log 20,0 nm, se loď nacházela na pozici observované A. Kurz lodě ( $K = K_{pv} = 080^\circ$ , rychlost lodě 10,0 uzlů. Elementy proudu  $sp = 160^\circ$  (směr),  $vp = 3$  uzly (rychlost). Bezvětří. Úkolem navigátora je vyznačit pozici vypočítanou (C) lodě v 1300, kdy log = 30,0 nm, určit kurz lodě nad dnem (Knd), rychlost lodě nad dnem (Vnd) a určit hodnotu snosu ve stupních.

### Grafické řešení



### Postup kreslení

1. Z pozice observované A, znajíc  $K_{pv} = 080^\circ$ , narýsujeme polopřímku, která je naší dráhou lodě po vodě<sup>8</sup> či kurzem po vodě.
2. Z pozice A po  $D_v$  vyneseme naší projetou vzdálenost po vodě ( $\Delta \text{logu}$ ) na jejímž konci nám vznikne pomocný bod B.
3. Z pomocného bodu B vztyčíme vektor proudu P ( $160^\circ$ , 3 uzly) a na konci tohoto vektoru proudu vyznačíme bod C.
4. Z bodu A vztyčíme polopřímku protínající bod C, která je naší dráhou lodě nad dnem nebo-li kurzem lodě nad dnem.
5. Z mapy odečteme hodnotu kurzu nad dnem ( $K_{nd} = 096^\circ$ ), délka úsečky AC je naší rychlostí nad dnem ( $V_{nd} = 10,9$  uzlů).
6. Bod C je naší pozicí v 1300, log 30,0.
7. Vypočteme hodnotu snosu:

- $\text{Snos} = K_{nd} - K_{pv} = 096^\circ - 080^\circ = +16^\circ$  (proud působí z levoboku)

[<sup>8</sup>] Pouze v tomto případě kreslíme do mapy přímku, která není dráhou lodě nad dnem či kurzem lodě nad dnem. Doporučuji tuto přímku vždy správně označit jako  $D_v$  – dráha po vodě.

## Početni řešení

Provádíme za pomoci navigační tabulky, která obsahuje hodnoty snosu proudu pro dva vstupní argumenty, kterými jsou:

- „m“ nebo-li podíl rychlosti proudu a rychlosti lodě po vodě ( $m = \frac{vp}{Vpv}$ );
- „q“ nebo-li úhlový rozdíl mezi směrem proudu a kurzem lodě po vodě ( $q = sp - Kpv$ );

K řešení našeho příkladu vypočítáme tyto dva argumenty:

- $m = \frac{vp}{Vpv} = \frac{3}{10} = 0,3$        $q = sp - Kpv = 160^\circ - 080^\circ = 80^\circ$

### *Navigační tabulka A - Snos proudem*

*Revised by: Capt. Dr. Ivica Tijardović, Morton Salt, Cape Canaveral, Florida U.S.A.*

m	q																
	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°
0.05	0.5	0.9	1.4	1.8	2.1	2.4	2.6	2.8	2.9	2.8	2.7	2.5	2.3	1.9	1.5	1.0	0.5
0.10	0.9	1.8	2.6	3.4	4.1	4.7	5.2	5.5	5.7	5.7	5.6	5.2	4.7	4.0	3.1	2.2	1.1
0.15	1.3	2.6	3.8	4.9	6.0	6.9	7.6	8.2	8.5	8.6	8.5	8.0	7.2	6.2	4.9	3.4	1.8
0.20	1.7	3.3	4.9	6.4	7.7	8.9	10.0	10.8	11.3	11.5	11.4	10.9	10.0	8.6	6.9	4.8	2.5
0.25	2.0	4.0	5.9	7.7	9.4	10.9	12.2	13.3	14.0	14.4	14.4	13.9	12.9	11.2	9.1	6.4	3.3
0.30	2.3	4.6	6.8	8.9	10.9	12.7	14.3	15.7	16.7	17.3	17.4	17.0	15.9	14.1	11.5	8.1	4.2
0.35	2.6	5.1	7.6	10.1	12.3	14.5	16.4	18.0	19.3	20.2	20.5	20.2	19.1	17.1	14.1	10.1	5.3
0.40	2.9	5.7	8.4	11.1	13.7	16.1	18.3	20.2	21.8	22.9	23.5	23.4	22.4	20.3	17.0	12.4	6.5
0.45	3.1	6.2	9.2	12.1	15.0	17.6	20.1	22.3	24.2	25.7	26.6	26.7	25.9	23.8	20.2	14.9	8.0
0.50	3.3	6.6	9.9	13.1	16.2	19.1	21.9	24.4	26.6	28.3	29.5	30.0	29.4	27.5	23.8	17.9	9.7
0.55	3.5	7.1	10.6	14.0	17.3	20.5	23.5	26.3	28.8	30.9	32.5	33.3	33.1	31.4	27.7	21.3	11.8
0.60	3.7	7.5	11.2	14.8	18.4	21.8	25.1	28.2	31.0	33.4	35.4	36.6	36.8	35.5	32.0	25.2	14.3
0.65	3.9	7.9	11.7	15.6	19.4	23.0	26.6	29.9	33.0	35.8	38.1	39.8	40.5	39.8	36.6	29.7	17.4
0.70	4.1	8.2	12.3	16.3	20.3	24.2	28.0	31.6	35.0	38.1	40.9	43.0	44.3	44.1	41.6	35.0	21.4

Jednoduchým způsobem za pomocí argumentů (q, m) odečteme z tabulky hodnotu snosu, která je rovna  $15.7^\circ$ . Zaokrouhleno na  $16^\circ$  stupňů.

Z této zaokrouhlené hodnoty snosu dopočítáme Knd:

- $Knd = Kpv + snos = 080^\circ + 16^\circ = 096^\circ$

Dalším bodem v našem zadání je určení rychlosti (dráhy) lodě nad dnem<sup>9</sup>.

<sup>9</sup>] Hodnota rychlosti lodě nad dnem je rovna hodnotě dráhy nad dnem, jelikož výpočet provádíme v rámci jedné hodiny.

K řešení tohoto bodu nám poslouží druhá navigační tabulka (viz níže), jejíž vstupní argumenty „m“ a „q“ již známe.

### **Navigační tabulka B – Dráha loď (rychlost) nad dnem**

*Revised by: Capt. Dr. Ivica Tijardović, Morton Salt, Cape Canaveral, Florida U.S.A.*

		<b>q</b>															
<b>m</b>	<b>10°</b>	<b>20°</b>	<b>30°</b>	<b>40°</b>	<b>50°</b>	<b>60°</b>	<b>70°</b>	<b>80°</b>	<b>90°</b>	<b>100°</b>	<b>110°</b>	<b>120°</b>	<b>130°</b>	<b>140°</b>	<b>150°</b>	<b>160°</b>	<b>170°</b>
<b>0.05</b>	10.5	10.5	10.4	10.4	10.3	10.3	10.2	10.1	10.0	9.9	9.8	9.8	9.7	9.6	9.6	9.5	9.5
<b>0.10</b>	11.0	10.9	10.9	10.8	10.7	10.5	10.4	10.2	10.0	9.9	9.7	9.5	9.4	9.3	9.1	9.1	9.0
<b>0.15</b>	11.5	11.4	11.3	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.1	9.9	9.6	9.3	9.1	8.9	8.7	8.6	8.5
<b>0.20</b>	12.0	11.9	11.8	11.6	11.4	11.1	10.8	10.5	10.2	9.9	9.5	9.2	8.8	8.6	8.3	8.1	8.0
<b>0.25</b>	12.5	12.4	12.2	12.0	11.8	11.5	11.1	10.7	10.3	9.9	9.4	9.0	8.6	8.2	7.9	7.7	7.6
<b>0.30</b>	13.0	12.9	12.7	12.4	12.1	11.8	11.4	10.9	10.4	9.9	9.4	8.9	8.4	7.9	7.6	7.3	7.1
<b>0.35</b>	13.5	13.3	13.1	12.9	12.5	12.1	11.7	11.2	10.6	10.0	9.4	8.8	8.2	7.7	7.2	6.8	6.6
<b>0.40</b>	14.0	13.8	13.6	13.3	12.9	12.5	12.0	11.4	10.8	10.1	9.4	8.7	8.0	7.4	6.8	6.4	6.1
<b>0.45</b>	14.5	14.3	14.1	13.8	13.3	12.9	12.3	11.7	11.0	10.2	9.5	8.7	7.9	7.2	6.5	6.0	5.6
<b>0.50</b>	14.9	14.8	14.5	14.2	13.8	13.2	12.6	11.9	11.2	10.4	9.5	8.7	7.8	7.0	6.2	5.6	5.1
<b>0.55</b>	15.4	15.3	15.0	14.6	14.2	13.6	13.0	12.2	11.4	10.5	9.6	8.7	7.7	6.8	5.9	5.2	4.7
<b>0.60</b>	15.9	15.8	15.5	15.1	14.6	14.0	13.3	12.5	11.7	10.7	9.7	8.7	7.7	6.6	5.7	4.8	4.2
<b>0.65</b>	16.4	16.3	16.0	15.6	15.0	14.4	13.7	12.8	11.9	10.9	9.9	8.8	7.7	6.5	5.4	4.5	3.8
<b>0.70</b>	16.9	16.7	16.4	16.0	15.5	14.8	14.0	13.2	12.2	11.2	10.1	8.9	7.7	6.5	5.3	4.2	3.3

*Note: Distance in miles per hour over the ground for each 10 knots of ship's speed.*

*Poznámka: Vzdálenost v námořních mílech za hodinu pro každých 10 uzlů rychlosti loď.*

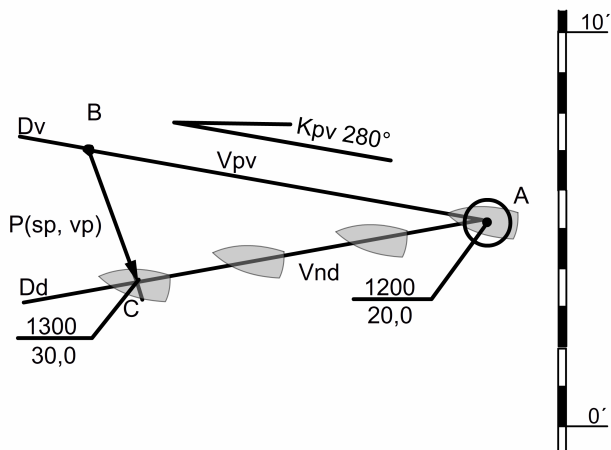
Hodnota rychlosti (projeté dráhy) loď nad dnem je 10,9 uzlů / nm. Pokud by naše loď plula rychlostí 20,0ti uzlů po vodě, tak by projetá dráha nad dnem a rychlost nad dnem byla rovna  $2 * 10,9 = 21.8$  uzlů / nm (viz poznámka pod tabulkou B).

Posledním bodem našeho zadání je vyznačení pozice (C) ve 1300 hodin, log 30,0 nm. Vyznačení provedeme graficky do navigační mapy pomocí vypočtených hodnot. Z pozice A nakreslíme vypočtený kurz nad dnem ( $K_{nd} = 096^\circ$ ) a z bodu A na tuto linii kurzu nanese hodnotu projeté dráhy nad dnem ( $D_d = 10,9$  nm). V místě protnutí se projeté dráhy nad dnem s linií kurzu nad dnem je naše hledaná pozice C při plavbě se snosem.<sup>10</sup>

[<sup>10</sup>] Konečné vyznačení pozice se vždy provádí graficky. Početní řešení tohoto problému je rovněž možné, ale z praktického hlediska nepoužitelné.

Ve 1200, log 20,0 nm, se loď nacházela na pozici observované A. Kurz lodě  $K = K_{pv} = 280^\circ$  a rychlost lodi  $V_{pv} = 10,0$  uzlů. Elementy proudu  $P$   $sp = 160^\circ$  (směr),  $vp = 3$  uzly (rychlost). Bezvětrí. Úkolem navigátora je zjistit  $K_{nd}$ ,  $V_{nd}$  a pozici vypočítanou (C) ve 1300 hodin, log 30,0 nm.

### Grafické řešení



Postup kreslení je shodný jako v předchozím příkladě.

1. Z mapy odečteme hodnotu  $K_{nd} = 263^\circ$ ,  $V_{nd} = 8,9$  uzlů.
2. Výpočtem snosu ( $K_{nd} - K_{pv}$ ) získáme hodnotu  $-17^\circ$ . Hodnota je záporná, jelikož proud působí z pravoboku.

### Početní řešení

Postupujeme jako v předchozím příkladě. Vypočteme vstupní argumenty ( $m$ ,  $q$ ) pro dvě navigační tabulky (A, B).

- $m = \frac{vp}{V_{pv}} = \frac{3}{10} = 0,3$
- $q = sp - K_{pv} = 160^\circ - 280^\circ = -120^\circ$

Argument „ $q$ “ má zápornou hodnotu z čehož můžeme usoudit, že proud na naši loď působí z pravoboku a hodnota snosu bude také záporná.

Z tabulky A odečteme hodnotu pro argumenty „ $m$ “ a „ $q$ “ ( $m = -17,0^\circ$ ,  $q = 8.9$  uzlů / nm). Stejným způsobem jako v předchozím příkladě vypočteme kurz lodě nad dnem, který nakreslíme do mapy z pozice A. Na tuto linii kurzu nanese se projetou vzdálenost nad dnem na jejímž konci získáme výslednou pozici (C).

- $K_{nd} = K_{pv} + \text{snos} = 280^\circ + (-17^\circ) = 263^\circ$

## Plavba s opravou na snos

V tomto případě je naším úkolem zjistit jakým kurzem má kormidelník loď vést, abychom dopluli po námi vyznačené trase do cílové pozice i přes to, že na nás působí proud.

V tomto případě jsou našimi vstupními hodnotami . . .

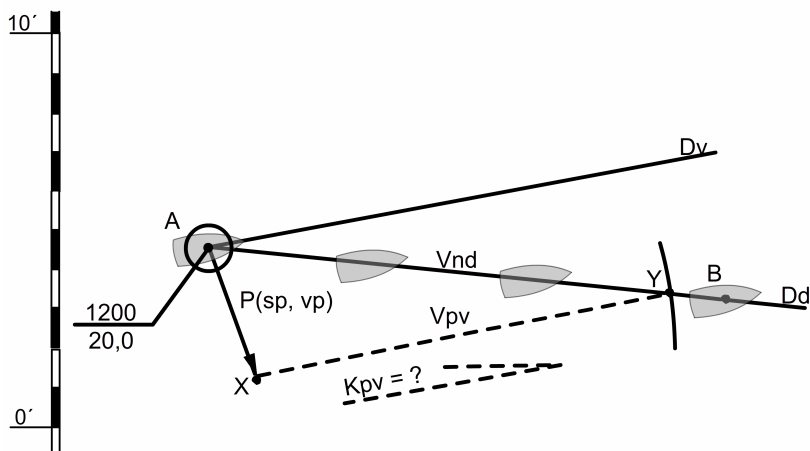
- Kurz lodě nad dnem ( $K_{nd}$ );
- rychlost lodě po vodě ( $V_{pv}$ );
- směr proudu ( $sp$ );
- rychlost proudu ( $vp$ );

. . . a hledáme:

- kurz lodě po vodě ( $K_{pv}$ );
- rychlost lodě nad dnem ( $V_{nd}$ );

Ve 1200 hodin, log 20,0 nm, loď se nacházela na pozici A. Úkoly navigátora jsou: vyznačení kurzu, jakým má kormidelník vést loď a určení rychlosti lodě nad dnem ( $V_{nd}$ ) tak, aby loď doplula do pozice B. Elementy proudu jsou  $sp = 160^\circ$  (směr),  $vp = 3$  uzly (rychlost). Bezvětrí. Rychlost lodě po vodě (z logu)  $V_{pv} = 10,0$  uzlů.

### Grafické řešení



### Postup kreslení

1. Vyznačíme na mapě cílový bod (pozici) B. Z výchozí pozice A vedeme přímku přes pozici (bod) B, která je naším kurzem lodě nad dnem či dráhou lodě nad dnem a odečteme z mapy hodnotu kurzu nad dnem.

2. Z pozice a vyneseme vektor proudu o parametrech proudu „sp“ (směr) a „vp“ (rychlost). Na konci tohoto vektoru vyznačíme bod X.
3. Z bodu X narýsujeme kružnici o poloměru  $V_{pv} = 10,0$  uzlů (rychlost lodě po vodě).
4. V místě protnutí se kružnice o poloměru  $V_{pv}$  s naší vyznačenou  $D_v$  (dráhou po vodě) vznikne bod Y.
5. Z bodu A narýsujeme rovnoběžku s úsečkou XY. Tato rovnoběžná přímka je naší dráhou po vodě ( $D_v$ ) či kurzem po vodě ( $K_{pv}$ ).
6. Z mapy odečteme hodnotu  $K_{pv} = 080^\circ$ .
7. Délka úsečky AY je naší rychlostí nad dnem ( $V_{nd} = 10,9$  uzlu).
8. Rozdíl mezi kurzem nad dnem a kurzem po vodě je naší opravou na snos ( $o_s$ ).

- $K_{pv} = 080^\circ$ , odečteno z růžice mapy ;
- $o_s = K_{nd} - K_{pv} = 096^\circ - 080^\circ = +16^\circ$  (proud působí z levoboku);

### Počtení řešení

Počtení řešení provádíme za pomoci navigační tabulky C, která nám udává hodnoty oprav na snos ( $o_s$ ) pro tři vstupní argumenty ( $v$ ,  $p$ ,  $c$ ).

- $v = V_{pv}$ , argument „v“ je roven rychlosti lodě po vodě;
  - $p = sp - K_{nd}$ , argument „p“ je rozdílem úhlu směru proudu a kurzu lodě nad dnem;
  - $c = vp$ , argument „c“ je roven rychlosti proudu;
- V našem příkladě mají argumenty tyto hodnoty:

- $v = 10,0$  uzlu;
- $p = 160^\circ - 096^\circ = 64^\circ$ ;
- $c = 3$  uzly;

Z tabulky C (viz níže) odečteme přímo hodnotu opravy na snos ( $o_s$ ). Oprava má zápornou hodnotu pokud proud působí z pravoboku a kladnou hodnotu pokud proud působí z levoboku.

Výsledný kurz lodě po vodě (kurz, kterým má kormidelník kormidlovat) vypočteme:

- $K_{pv} = K_{nd} - o_s = 096^\circ - 15^{o11} = 081^\circ$ ;
- $K_{nd} = 096^\circ$ , odečteno z růžice mapy;

---

[<sup>11</sup>] Hodnotu opravy na snos ( $o_s$ ) odečtenou z tabulky C by bylo nutné pro větší přesnost interpolovat, jelikož tabulka nabízí hodnoty oprav na snos pro argument „p“ po  $10^\circ$  stupních. Tato nepřesnost je ovšem zanedbatelná, a proto se od interpolace mezi hodnotou  $60^\circ$  a  $70^\circ$  pouští.



# Navigační tabulka C – Oprava na snos

Compiled by: Captain M. C. Popescu, M.N.I., R.N.I., Denmark

Revised by: Captain Dr. Ivica Tijardović, Croatia

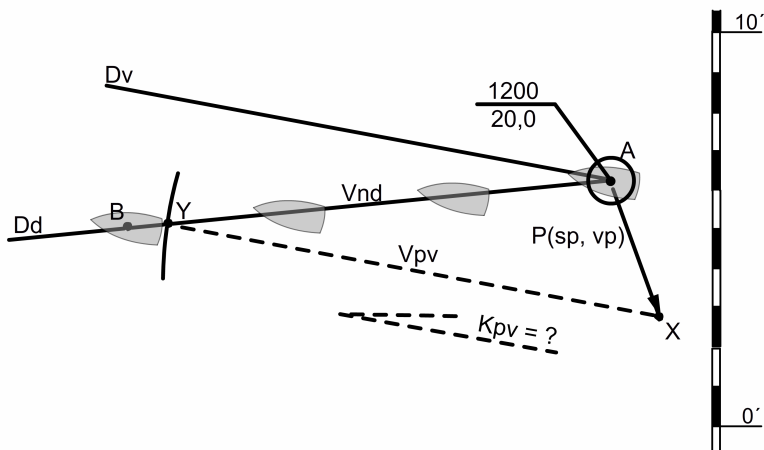
v [uzly]																		
c = 1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	28
p10°/170°	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
p20°/160°	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
p30°/150°	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
p40°/140°	6	5	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1
p50°/130°	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
p60°/120°	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2
p70°/110°	9	8	7	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2
p80°/100°	9	8	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2
p90°/90°	10	8	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2
<b>c = 2</b>																		
p10°/170°	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
p20°/160°	7	6	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1
p30°/150°	10	8	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2
p40°/140°	12	11	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3
p50°/130°	15	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4	3
p60°/120°	17	14	13	11	10	9	8	8	7	7	6	6	6	6	5	5	4	4
p70°/110°	18	16	14	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4
p80°/100°	19	16	14	13	11	10	9	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4
p90°/90°	19	17	14	13	12	10	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4
<b>c = 3</b>																		
p10°/170°	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
p20°/160°	10	8	7	7	6	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2
p30°/150°	14	12	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4	3
p40°/140°	19	16	14	12	11	10	9	9	8	7	7	7	6	6	6	5	5	4
p50°/130°	23	19	17	15	13	12	11	10	9	9	8	8	7	7	7	6	5	5
p60°/120°	26	22	19	17	15	14	13	12	11	10	9	9	8	8	7	7	6	5
p70°/110°	28	24	21	18	16	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8	7	7	6
p80°/100°	29	25	22	19	17	16	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	7	6
p90°/90°	30	25	22	19	17	16	14	13	12	12	11	10	10	9	9	8	7	6
<b>c = 4</b>																		
p10°/170°	7	6	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1
p20°/160°	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3
p30°/150°	19	17	14	13	12	10	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4
p40°/140°	25	22	19	17	15	14	12	11	11	10	9	9	8	8	7	7	6	5
p50°/130°	31	26	23	20	18	16	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8	7	6
p60°/120°	35	30	26	23	20	18	17	15	14	13	13	12	11	11	10	9	8	7
p70°/110°	39	32	28	25	22	20	18	17	16	15	14	13	12	11	11	10	9	8
p80°/100°	41	34	29	26	23	21	19	18	16	15	14	13	13	12	11	10	9	8
p90°/90°	42	35	30	26	24	21	19	18	17	15	14	14	13	12	12	10	10	8
<b>c = 5</b>																		
p10°/170°	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2
p20°/160°	17	14	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4
p30°/150°	25	21	18	16	14	13	12	11	10	10	9	8	8	8	7	7	6	5
p40°/140°	32	27	24	21	19	17	16	14	13	12	12	11	10	10	9	8	8	7
p50°/130°	40	33	29	25	23	20	19	17	16	15	14	13	12	12	11	10	9	8
p60°/120°	46	38	33	29	26	23	21	19	18	17	16	15	14	13	13	11	10	9
p70°/110°	52	42	36	31	28	25	23	21	20	18	17	16	15	14	14	12	11	10
p80°/100°	55	45	38	33	29	27	24	22	21	19	18	17	16	15	14	13	12	10
p90°/90°	56	46	39	34	30	27	25	23	21	19	18	17	16	15	14	13	12	10

Nejjednodušším řešením výpočtu skutečné rychlosti loď nad dnem ( $V_{nd}$ ) je dosažení hodnot do o trochu složitějšího vzoru:

$$\bullet \quad V_{nd} = \frac{\sin(180 - (o_s + p)) \cdot V_{pv}}{\sin p} = \frac{\sin(180 - (8 + 64)) \cdot 10}{\sin 64} \cong 10,6 \text{ uzlu}$$

Ve 1200 hodin, log 20,0 nm, loď se nacházela na pozici A. Úkoly navigátora jsou: vyznačení kurzu, jakým má kormidelník vést loď a určení rychlosti loď nad dnem ( $V_{nd}$ ) tak, aby loď doplula do pozice B. Elementy proudu jsou  $sp = 160^\circ$  (směr),  $vp = 3$  uzly (rychlost). Bezvětrí. Rychlost loď po vodě (z logu)  $V_{pv} = 10,0$  uzlů.

### Grafické řešení



Postup kreslení je shodný jako v prvním příkladě.

1. Z mapy odečteme hodnotu kurzu loď nad dnem  $K_{nd} = 263^\circ$ .
2. Následně odečteme hodnotu kurzu loď po vodě  $K_{pv} = 280^\circ$ .
3. Vypočteme hodnotu opravy na snos:

$$\bullet \quad o_s = K_{nd} - K_{pv} = 263^\circ - 280^\circ = -17^\circ \text{ (proud působí z pravoboku);}$$

4. Délka úsečky AY je naší rychlostí nad dnem  $V_{nd} = 8,9$  uzle.

### Početní řešení

Nejprve vypočteme hodnotu argumentu „p“ a ujasníme si argumenty „c“ a „v“ pro odečtení hodnoty opravy na snos z navigační tabulky C:

- $p = sp - K_{nd} = 160^\circ - 263^\circ = -103^\circ \cong -100^\circ$ ;
- $c = 3$  uzly;
- $v = 10,0$  uzlů;

Následně odečteme hodnotu opravy na snos ( $o_s$ ) z navigační tabulky C podle získaných třech vstupních argumentů. Jelikož argument „ $p$ “ má zápornou hodnotu, tak i hodnota opravy na snos bude záporná.

- $o_s = -6^\circ$ ;

Vypočteme hodnotu kurzu lodě nad dnem (kurz, kterým má kormidelník kormidlovat) jako:

- $Kn_d = Kpv - o_s = 263^\circ - (-17) = 280^\circ$ ;

Nakonec pomocí vzoru vypočteme rychlost lodě nad dnem ( $Vnd$ ) jako:

- $Vnd = \frac{\sin(180 - (o_s + p)) \cdot Vpv}{\sin p} = \frac{\sin(180 - (17 + 103)) \cdot 10}{\sin 103} \cong 8,9$  uzlu;

Poznámka: do vzoru pro výpočet rychlosti lodě nad dnem dosazujeme argument „ $p$ “ vždy jako kladnou hodnotu;

## Stanovení elementů proudu

V tomto případě je našim cílem stanovení průměrných hodnot elementů proudu, a to jeho průměrnou rychlost a průměrný směr.

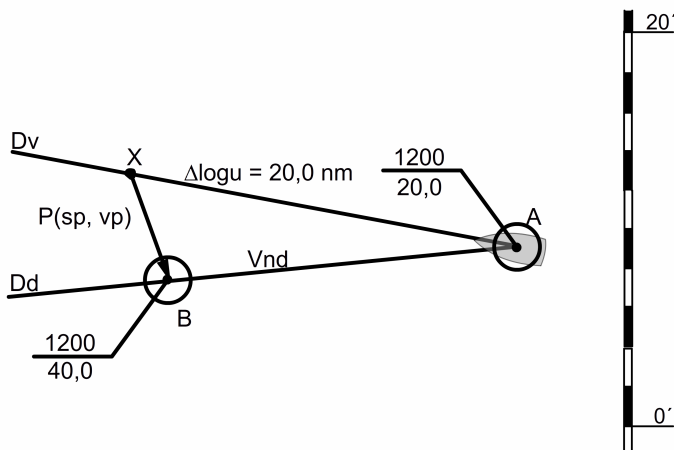
V tomto případě jsou našimi vstupními hodnotami . . .

- pozice observovaná A;
- pozice observovaná B;
- kurz lodě po vodě ( $Kpv$ );
- rychlost lodě po vodě ( $Vpv$ );

. . . a hledáme:

- směr proudu ( $sp$ );
- rychlost proudu ( $vp$ );

*Ve 1200 hodin, log 20,0 nm. Loď se nacházela v pozici observované A. Po uplutí vzdálenosti 20,0 nm (podle lodního logu) a uplynutí času  $t = 2^h$  loď doplula do pozice observované B. Kormidelník držel celé dvě hodiny kurz  $280^\circ$ . Pozice B neodpovídala předpokladu (pozici vypočítané bez působení větru a proudu) navigátora. Panovalo naprosté bezvětří, a tak se navigátor rozhodl provést výpočet elementů neznámého proudu, který způsobil snos jeho lodi.*



### Postup kreslení

1. Zaznačíme pozici A a B do mapy. Z pozice A vyneseme kurz lodě po vodě  $K_{pv} = 280^\circ$  (kurz, kterým kormidelník dvě hodiny kormidloval);
2. Z pozice a nanese na linii kurzu po vodě  $\Delta\text{logu} = 20,0 \text{ nm}$ , konec označíme jako bod X;
3. Z pozice A vyneseme polopřímku přes pozici B a získáme dráhu lodě nad dnem (kurz lodě nad dnem);
4. Pojení bodů X a B přímkou vytvoříme vektor proudu  $P(sp, vp)$ . Začátek vektoru proudu je v bodě X a konec v bodě B.
5. Tento vektor představuje dvojici elementů proudu za dobu  $t = 2^h$ . Odečteme z mapy jeho směr a rychlost (délku). Rychlost (délku) je nutné podělit dvěma, abychom získali jeho správnou rychlost v uzlech (1h).

## Pozice vypočítaná při působení větru a proudu

V případě, kdy při výpočtu naší pozice přihlédneme pouze k působení větru, tak získáme pozici loď pouze vzhledem k mořské hladině. Cílem je vždy vypočítat pozici loď vzhledem k mořskému dnu. Působení větru způsobuje snášení loď z linie kurzu (drif) nad dnem a loď se tak pohybuje kurzem po vodě ( $K_{pv}$ ) s rychlostí po vodě ( $V_{pv}$ ). Proud snáší loď z tohoto kurzu po vodě (dráhy po vodě) a loď se pohybuje kurzem nad dnem ( $K_{nd}$ ). Pokud chceme získat pozici vypočítanou vzhledem k mořskému dnu, musíme přihlédnout k působení větru i proudu. K řešení těchto jednoduchých zadání používáme následující vzorce:

- **A** – Výpočet kurzu, kterým má kormidelník vést loď (plavba s opravou na snos a drif);
- **B** – Výpočet kurzu jakým se loď bude pohybovat vzhledem ke dnu (plavba s drifem a snosem);

## A

<b>Knd</b>	..... (námi vybraný kurz);
<b>-o<sub>s</sub></b>	..... (oprava na snos získaná z tabulky nebo graficky);
<b>Kpv</b>	..... (vypočtený kurz po vodě);
<b>-o<sub>d</sub></b>	..... (oprava na drif určená odhadem);
<b>Kurz</b>	..... (opravdový kurz lodě);
<b>-d<sup>12</sup></b>	..... (odečtením a dopočtem z mapy);
<b>Km<sup>13</sup></b>	..... (magnetický kurz lodě);
<b>-δ<sup>14</sup></b>	..... (odečet z deviační tabulky lodi nebo 0);
<b>Kk<sup>15</sup></b>	..... (kompasový kurz lodě);

## B

<b>Kk<sup>15</sup></b>	..... (odečten z kompasu)
<b>+δ<sup>14</sup></b>	..... (odečet z deviační tabulky lodi nebo 0);
<b>Km<sup>13</sup></b>	..... (magnetický kurz lodě);
<b>+d<sup>12</sup></b>	..... (odečtením a dopočtem z mapy);
<b>Kurz</b>	..... (opravdový kurz lodě);
<b>+ drif</b>	..... (odhadnutý drif lodě);
<b>Kpv</b>	..... (vypočtený kurz po vodě);
<b>+ snos</b>	..... (snos získaný z tabulky nebo graficky);
<b>Knd</b>	..... (kurz, který vyznačíme na mapě);

*Ve 1200 hodin, log 20,0 nm. Loď se nacházela na observované pozici A. Kormidelník kormidloval kompasovým kurzem  $Kk = 088^\circ$ , deviace magnetického kompasu  $\delta = +4^\circ$  a magnetická deklinace  $d$  v místě A byla  $+2^\circ$ . Rychlost lodě podle logu  $V_{pv} = 10,0$  uzlů. Na loď působil proud o elementech  $sp = 170^\circ$  a  $vp = 4$  uzly. Vál jižní vítr a kapitán lodi pro tento den určil drif lodě  $\approx 4^\circ$ . Navigátor měl za úkol určit pozici lodě, kurz lodě nad dnem a rychlost lodě nad dnem po jedné hodině plavby za těchto podmínek. Ve 1300 hodin log ukazoval uplutou vzdálenost 30,0 námořních mil.*

### Grafické řešení

Nejprve navigátor určil (vypočítal) kurz lodě po vodě:

<b>Kk</b>	=	088°
<b>+ δ</b>	=	+4°
<b>Km</b>	=	092°
<b>+ d</b>	=	+2°
<b>Kurz</b>	=	094°
<b>+ drif</b>	=	-4°
<b><u>Kpv</u></b>	=	<b><u>090°</u></b>

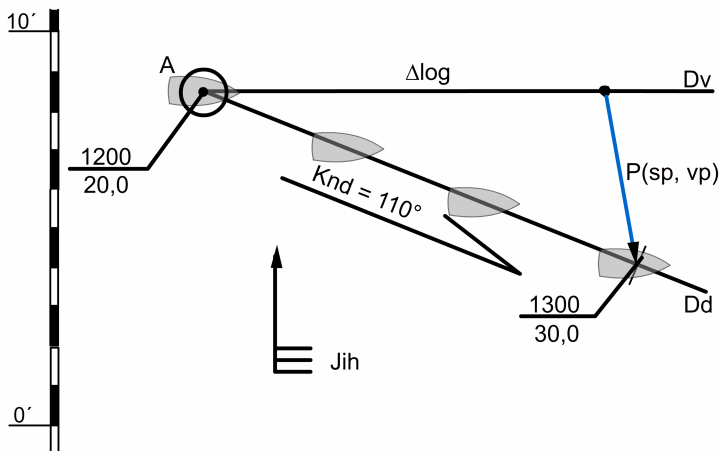
[<sup>12</sup>] Symbol „d” označuje magnetickou deklinaci místa kde se naše loď právě nachází a její hodnotu získáme z navigační mapy. Způsob určení hodnoty deklinace je vysvětlen v publikaci Vademekum začínajícího skippera na [www.vademekum-skippera.com](http://www.vademekum-skippera.com)

[<sup>13</sup>] Zkratka „Km” označuje magnetický kurz lodě.

[<sup>14</sup>] Symbol „δ” označuje deviaci magnetického kompasu lodě jejíž hodnotu získáme z deviační tabulky lodě a v případě malých plovoucích jednotek jakými jsou jachty ji můžeme prakticky zanedbat.

[<sup>15</sup>] Zkratka „Kk” označuje kompasový kurz lodě. Kormidelník kormidlující podle magnetického kompasu lodě povede loď právě tímto kurzem.

Následně nakreslil do mapy:



Postup kreslení je shodný jako postup kreslení při plavbě se snosem. Na obrázku je dobře viditelné proč navigátor kapitánův drif ve výpočtech použil jako zápornou hodnotu. Vítr je jižní a kurz loď východní tudíž loď bude snášena vlevo od kurzu (-).

Rychlost loď nad dnem a kurz loď nad dnem navigátor odečetl z mapy:

- $K_{nd} = 110^\circ$  a  $V_{nd} = 11,4$  uzlu;

Počtení řešení

Navigátor nejprve vždy určí kurz loď po vodě. Z předchozího výpočtu je  $K_{pv} = 090^\circ$ .

Následně vypočte vstupní argumenty „q“ a „m“ pro navigační tabulku A a navigační tabulku B.

- $q = sp - K_{pv} = 170^\circ - 090^\circ = 80^\circ$ ;
- $m = \frac{vp}{V_{pv}} = \frac{4}{10} = 0,4$ ;

Z navigační tabulky A odečetl hodnotu snosu pro argumenty „q“ a „m“ a vypočítal kurz loď nad dnem  $K_{nd}$ :

- $snos = 20,2^\circ \approx 20^\circ$
- $K_{nd} = K_{pv} + snos = 090^\circ + 20^\circ = 110^\circ$

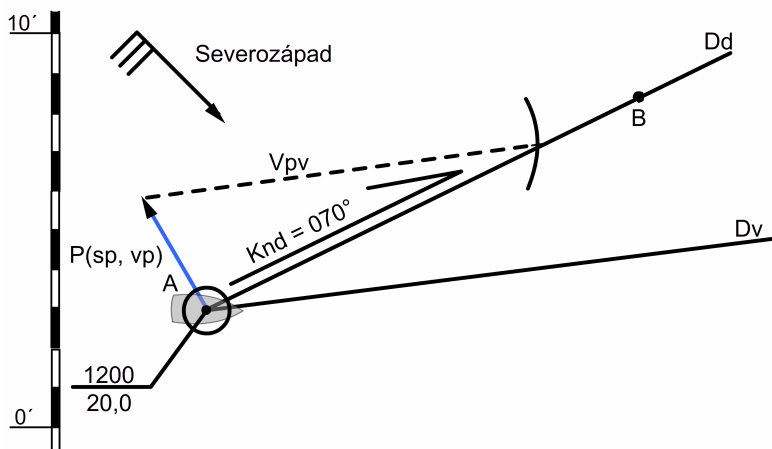
Následně z navigační tabulky B odečetl rychlost loď nad dnem ( $V_{nd}$ ) pro argumenty „q“ a „m“:

- $V_{nd} = 11,4$  uzlů;

Ve 1200 hodin, log 20,0 nm. Loď se nacházela na observované pozici A. Navigátor měl za úkol zjistit kurz, jakým má kormidelník vést loď a rychlost loď nad dnem, aby doplul do pozice B. Rychlost loď po vodě  $V_{pv} = 10,0$  uzlu. Na loď působil proud o elementech  $sp = 330^\circ$  a  $vp = 3$  uzly. Vítr vál severozápadní a kapitán určil pro tento den opravu (o<sub>d</sub>) na drif  $\approx 5^\circ$ . Magnetická deklinace (d) byla  $-5^\circ$  a deviace kompasu ( $\delta$ ) pro předpokládaný směr plavby byla  $\approx 4^\circ$ .

### Grafické řešení

Navigátor nejprve nákresem do mapy zjistil opravu na snos proudem:



Z nákresu na mapě navigátor odečetl hodnotu kurzu loď po vodě, rychlost nad dnem a vypočítal hodnotu opravy na snos:

- $K_{pv} = 087^\circ$ ;
- $V_{nd} = 9,0$  uzlů;
- $o_s = K_{nd} - K_{pv} = 070^\circ - 087^\circ = -17^\circ$  (proud snáší loď vlevo od kurzu);

Následně navigátor dopočítal kompasový kurz, kterým má kormidelník kormidlovat loď podle magnetického kompasu:

<b>Knd</b>	=	070°
- o <sub>s</sub>	=	-17°
<b>Kpv</b>	=	087°
- o <sub>d</sub>	=	+5°
<b>Kurz</b>	=	082°
- d	=	-5°
<b>Km</b>	=	087°
- δ	=	+4°
<b><u>Kk</u></b>	=	<b><u>083°</u></b>

## Počtení řešení

Navigátor vypočítal argument „p“ pro navigační tabulku C:

- $p = sp - K_{nd} = 330^\circ - 070^\circ = 260^\circ$  (je větší než  $180^\circ$ )  $\rightarrow 360^\circ - 260^\circ = 100^\circ$ ;
- argument „c“ pro navigační tabulku C je roven rychlosti proudu  $v_p = 3$ ;
- argument „v“ pro navigační tabulku C je roven rychlosti lodě po vodě  $V_{pv} = 10$ ;

Následně z navigační tabulky odečetl hodnotu opravy na snos ( $o_s$ ):

- $o_s = -17^\circ$  (proud snáší loď vlevo od linie kurzu);

Potom vypočítal kompasový kurz, kterým má kormidelník kormidlovat loď:

<b>Knd</b> =	070°
- <b>o<sub>s</sub></b> =	-17°
<b>Kpv</b> =	087°
- <b>o<sub>d</sub></b> =	+5°
<b>Kurz</b> =	082°
- <b>d</b> =	-5°
<b>Km</b> =	087°
- <b>δ</b> =	+4°
<b><u>Kk</u></b> =	<b><u>083°</u></b>

Na závěr dopočítal opravdovou rychlost lodě nad dnem ( $V_{nd}$ ):

- $V_{nd} = \frac{\sin(180 - (o_s + p)) \cdot V_{pv}}{\sin p} = \frac{\sin(180 - (17 + 100)) \cdot 10}{\sin 100} = 9,05 \cong 9$  uzlů;

## Přesnost pozice vypočítané

Jak bylo již dříve poznamenáno, tak je pozice vypočítaná prakticky vždy zatížena jistou chybou, tudíž je její přesnost snížena. V praxi tuto nepřesnost označujeme jako *střední chybu* ( $M$ ) pozice vypočítané

### Přesnost výpočtu pozice po vodě

Lod' plující z bodu A do bodu B, v případě, že na ni nepůsobí proud, se přemísťuje po linii AB, která je  $K_{nd} = K_{pv}$ . Na velikost střední chyby při určení pozice vypočítané v tomto případě mají následující činitelé:

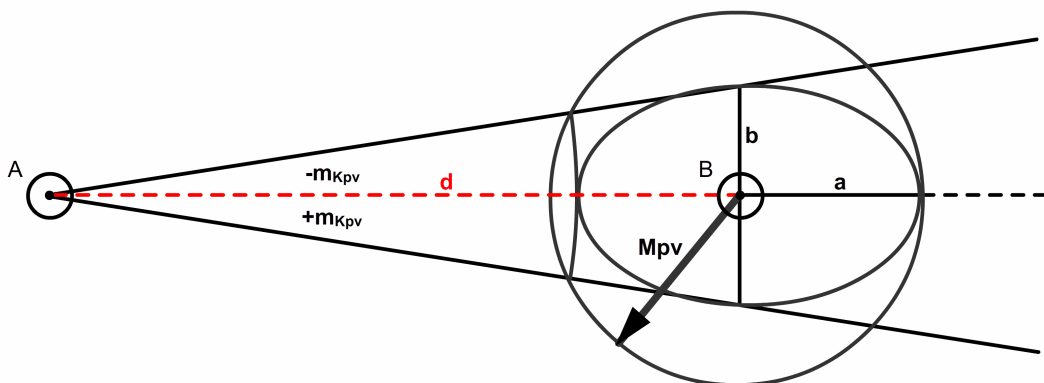


- střední chyba vyznačení směru plavby pomocí kompasu ( $m_k$ ); pro magnetické kompasy je  $m_k \approx \pm 1^\circ \div \pm 2^\circ$  a pro gyroskopický kompas  $m_k \approx \pm 0,5^\circ \div \pm 1^\circ$ ;
- střední chyba stanovení drifu lodě nebo opravy na drif ( $m_\alpha$ ); tato chyba odhadu drifu může činit  $m_\alpha \geq \pm 3^\circ$ ;
- střední chyba logu lodě ( $m_d$ );  $m_d = \pm 0,7\% \div \pm 1,5\%$  pro logy elektromechanické a hydromechanické;
- projetá vzdálenost ( $d$ );

Pokud stanovíme hodnoty výše vyjmenovaných středních chyb, tak můžeme vyznačit poloosy elipsy středních chyb (obrázek níže) a následně střední (průměrnou) chybu pozice vypočítané po vodě ( $M_{pv}$ ) pomocí kružnice o poloměru  $M_{pv}$ :

- $M_{pv} = \pm \sqrt{a^2 + b^2} = \pm \sqrt{\left(\frac{m_d}{100}\right)^2 + \left(\frac{m_{K_{pv}}^\circ}{57,3}\right)^2}$  ;
- kde:  $m_{K_{pv}} = \pm \sqrt{m_k^2 + m_\alpha^2}$  ;

V praxi je pravděpodobnost toho, že se pozice lodě nachází někde uvnitř kružnice o průměru střední chyby ( $M_{pv}$ ), rovna  $P = 0,68$  čili 68%.



*Lod' uplula vzdálenost 100 námořních mil, kormidelník kormidloval podle magnetického kompasu ( $m_k = 1,5^\circ$ ), střední chyba logu podle výrobce ( $m_d = 1,1\%$ ) a chyba odhadu drifu lodě činila ( $m_\alpha = 2^\circ$ ). Navigátor měl určit oblast (kružnici) kde se jeho loď pravděpodobně (68%) nachází.*

- $m_{K_{pv}} = \pm \sqrt{1,5^2 + 2^2} = 2,5^\circ$  ;
- $M_{pv} = \pm 100 \sqrt{\left(\frac{1,1}{100}\right)^2 + \left(\frac{2,5}{57,3}\right)^2} = 4,5 \text{ nm}$  ;

Střední chyba výpočtu po uplutí 100 nm je 4,5 nm v případě, že na loď působí pouze vítr.

## Přesnost výpočtu pozice nad dnem

**P**okud na vodní ploše kde navigujeme působí proud, tak je loď snášena ze svého kurzu po vodě a pluje kurzem nad dnem. Nepřesné určení elementů působícího proudu způsobuje vznik dalších nepřesností ve výpočtu pozice lodě. Následující činitele mají vliv na nepřesnost pozice:

- střední chyba určení směru proudu ( $m_{kp}^{\circ} = \pm 30^{\circ}$ );
- střední chyba určení rychlosti proudu ( $m_{vp} = \pm 3$  uzly);
- čas (t);

Výše vyjmenované veličiny způsobují střední chybu vyznačení dráhy proudu takto:

$$\bullet \quad Mnd = \pm t \sqrt{\left(\frac{vp \cdot m_{kp}^{\circ}}{60}\right)^2 + m_{vp}^2};$$

Celková střední chyba (M) určení pozice vypočítané lodě je kalkulována ze střední chyby výpočtu pozice po vodě a střední chyby vyznačení dráhy proudu:

$$\bullet \quad M = \pm \sqrt{Mpv^2 + Mnd^2}$$

*Navigátor má za úkol určit střední chybu pozice vypočítané po uplutí 300 námořních mil v čase 46,3 hodin. Rychlost lodě po vodě  $V_{pv} = 6,5$  uzlu.*

- a) na loď nepůsobí vítr ani proud;*
- b) na loď působí pouze vítr;*
- c) na loď působí vítr i proud;*

*Loď je vybavena magnetickým kompasem ( $m_k = 1,2^{\circ}$ ), log Pathfinder ( $m_d = 1,1\%$ ), chyba na odhadu drifu ( $m_{\alpha} = 2^{\circ}$ ), rychlost proudu  $vp = 3$  uzly,  $m_{pv} = 0,3$  uzle,  $m_{kp} = 15^{\circ}$ .*

a)

$$m_{kp} = \pm \sqrt{1,2^2 + 0^2} = 1,2^{\circ};$$

$$Mpv = \pm 300 \sqrt{\left(\frac{1,1}{100}\right)^2 + \left(\frac{1,2}{57,3}\right)^2} = 7,1 \text{ nm};$$

b)

$$m_{Kpv} = \pm\sqrt{1,2^2 + 2^2} = 2,3^\circ;$$

$$M_{pv} = \pm 300 \sqrt{\left(\frac{1,1}{100}\right)^2 + \left(\frac{2,3}{57,3}\right)^2} = 12,5 \text{ nm};$$

c)

$$M_{nd} = \pm 46,3 \sqrt{\left(\frac{3 \cdot 15}{60}\right)^2 + 0,3^2} = 37,4 \text{ nm};$$

$$M = \sqrt{12,5^2 + 37,4^2} = 39,4 \text{ nm};$$

Řešení tohoto příkladu poukazuje na malou přesnost pozice vypočítané a její velkou závislost na hydrometeorologických podmínkách. V případě kdy nepůsobí vítr ani proud (velmi málo pravděpodobné podmínky) se po dvou dnech plavby a neustálé kalkulace pozice dostáváme k chybě 7,1 námořní míle, která je při oceánské plavbě přijatelná. Pokud na loď začne působit vítr a proud, tak se v našem případě přesnost výpočtu třikrát pohorší a střední chyba pozice již činí po dvou dnech plavby téměř 40 námořních mil. Proto je nezbytné při oceánské plavbě pozici vypočítanou opravovat jak nejčastěji pozicí observovanou z nebeských těles a při plavbě příbřežní zase z pevných objektů například na pobřeží.

## Praktická navigace s pozicí vypočítanou

**T**eoreticky, o vedení lodi při působení větru a proudu, bylo již napsáno mnoho. K navigaci pomocí pozice vypočítané je ovšem nezbytné znát i praktický postup. Ne každému musí být ihned zřejmé jaký postup je optimální a jaké jsou možnosti této navigace.

Praktickým základem této navigace je vedení lodě po předem vyznačené trase. Vždy se snažíme stanovit kurz, kterým bude kormidelník kormidlovat z čehož vyplývá, že budeme kalkulovat s opravou na drif a opravou na snos lodě. Pokud je hloubka pod lodí v dosahu hloubkoměru, tak ji porovnáváme se zjištěnou hloubkou na každé nové vypočítané pozici. Pokud je to jen trochu možné, tak vždy opravujeme pozici vypočítanou pomocí pozice observované (viz kapitola 2). Vždy reagujeme na změnu povětrnostních podmínek a přizpůsobíme kurz této změně.

Možnosti jak můžeme navigovat loď pomocí pozice vypočítané jsou tři:

- stanovení elementů proudu každou hodinu;
- stanovení elementů proudu na celou wachtu<sup>16</sup> (či delší čas);

[16] Mořská wachta: zpravidla čtyřhodinová služba navigátora na navigačním můstku lodě.

- pomocí integrovaných navigačních systémů a radaru;

## Stanovení elementů proudu každou hodinu

Tento způsob provádění navigace je poměrně přesný díky častému vyhodnocení aktuálních elementů proudu a rychlosti lodě nad dnem. Provedení je ovšem časově náročnější. Tento způsob se v praxi nepoužívá příliš často. Jeho využití najdeme především v oblastech, kde proudy podléhají častým a výrazným změnám. Obzvláště výhodný je pak na lodích pohybujících se malou rychlostí (jachty).

*Ve 1200 hodin, log 10,0 nm. Lod' se nacházela na výchozí pozici A (tak jak v horní části na obrázku níže). Plánovaný kurz lodě nad dnem 270°, rychlost po vodě 10,0 uzlů (podle logu). Vítr severní (oprava na drif 5°). Elementy proudu (stanovené navigátorem každou hodinu):*

*Od hodiny 1200 do 1300 – sp = 225°, vp = 2 uzly;*

*Od hodiny 1300 do 1400 – sp = 180°, vp = 2,5 uzlu;*

*Od hodiny 1400 do 1500 – sp = 170°, vp = 2 uzly;*

*Od hodiny 1500 do 1600 – sp = 230°, vp = 3 uzly;*

Navigátor každou hodinu vypočítá opravu na snos ( $o_s$ ), opravu na drif ( $o_d$ ) má stanovenou 5° od kapitána. Kurz po vodě odečítá z každého nového nákresu na mapě (viz horní část obrázku níže).

Od 1200 do 1300 hodin;

$K_{nd} = 270^\circ$	$K_{nd} = 270^\circ$	$V_d = 11,3$ uzlu
- $K_{pv} = 277,5^\circ$	- $o_s = -7,5^\circ$	$V_v = 10,0$ uzlu
$o_s = -7,5^\circ$	$K_{pv} = 277,5^\circ$	
	- $o_d = -5^\circ$ (severní vítr)	
	$Kurz = 282,5^\circ$	

Od 1200 do 1300 hodin má kormidelník kormidlovat opravdovým kurzem 282,5°.

Od 1300 do 1400 hodin;

$K_{nd} = 270^\circ$	$K_{nd} = 270^\circ$	$V_d = 9,6$ uzlu
- $K_{pv} = 283,5^\circ$	- $o_s = -13,5^\circ$	$V_v = 10,0$ uzlu
$o_s = -13,5^\circ$	$K_{pv} = 283,5^\circ$	
	- $o_d = -5^\circ$ (severní vítr)	
	$Kurz = 288,5^\circ$	

Ve 1300 hodin má kormidelník opravit kurz na 288,5°.

Od 1400 do 1500 hodin;

$K_{nd} = 270^\circ$	$K_{nd} = 270^\circ$	$V_d = 9,5$ uzlu
$- K_{pv} = 280,5^\circ$	$- o_s = -10,5^\circ$	$V_v = 10,0$ uzlu
$o_s = -10,5^\circ$	$K_{pv} = 280,5^\circ$	
	$- o_d = -5^\circ$ (severní vítr)	
	$Kurz = 285,5^\circ$	

Ve 1400 hodin má kormidelník opravit kurz na  $285,5^\circ$ .

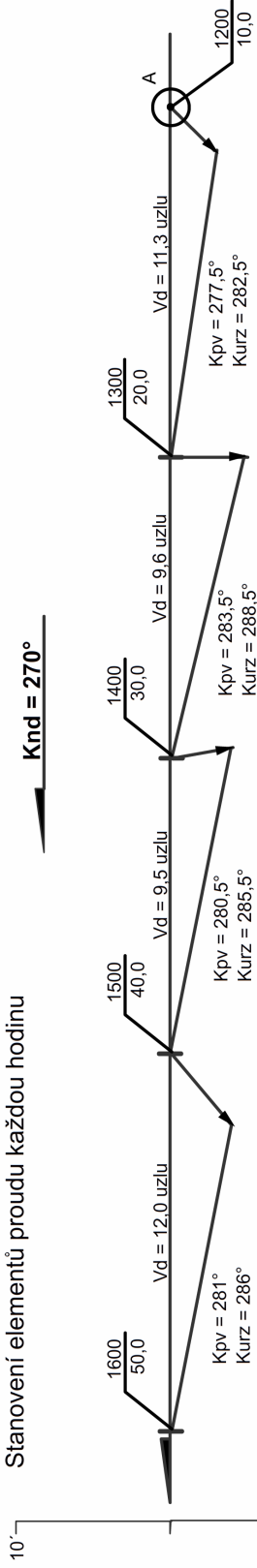
Od 1500 do 1600 hodin;

$K_{nd} = 270^\circ$	$K_{nd} = 270^\circ$	$V_d = 12,0$ uzlu
$- K_{pv} = 281^\circ$	$- o_s = -11^\circ$	$V_v = 10,0$ uzlu
$o_s = -11^\circ$	$K_{pv} = 281^\circ$	
	$- o_d = -5^\circ$ (severní vítr)	
	$Kurz = 286^\circ$	

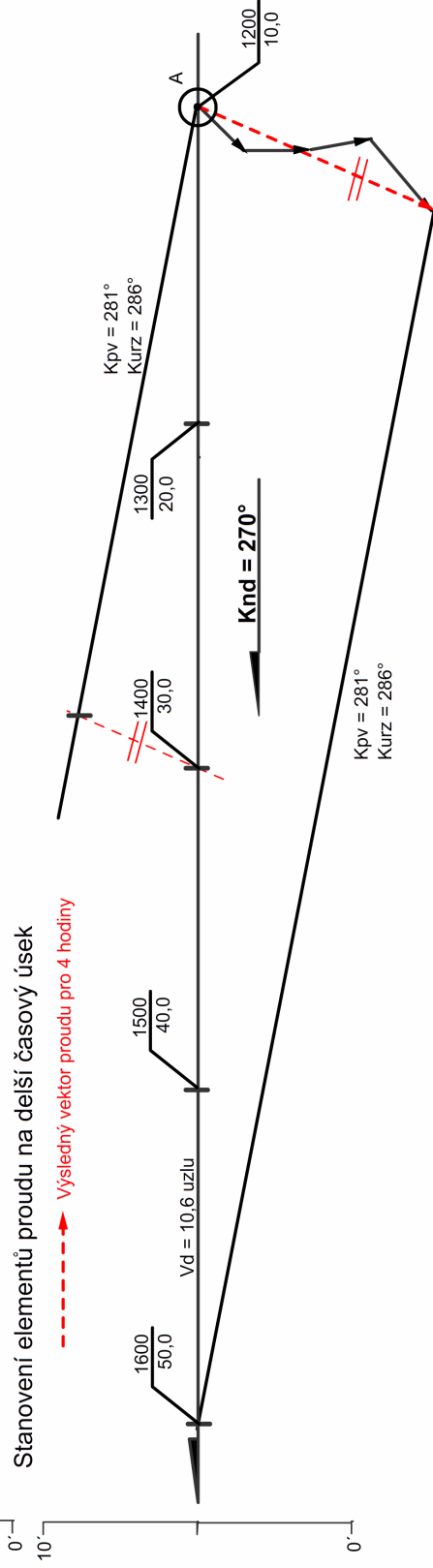
V 1500 hodin má kormidelník opravit kurz na  $286^\circ$ .

Na obrázku níže (nahore) je grafické řešení příkladu jak navigátor zapisoval pozice a odečítal kurz lodě po vodě.

### Stanovení elementů proudu každou hodinu



### Stanovení elementů proudu na delší časový úsek



## Stanovení elementů proudu na delší časový úsek

Tento způsob je poněkud méně přesný než ten předchozí. Již při porovnání dvou obrázků výše, jsou patrné rozdíly mezi jednotlivými pozicemi a rychlostmi lodě nad dnem. Tento způsob navigace používáme vždy když jsme ve větší vzdálenosti od navigačních nebezpečí (např. mělčin). Jeho hlavní využití najdeme při oceánských přeplavbách nebo v oblastech kde jsou proudy stálé (informace o proudech jsou podány na delší časový úsek). V takovém případě vyznačujeme kurz, kterým má kormidelník kormidlovat, podle předpokládaného času trvání jednotlivých proudů. Tento způsob není nijak časově náročný a snižuje množství oprav kurzu, kdy kurz měníme jednou za wachtu a někdy i jednou za den.

*Ve 1200 hodin, log 10,0 nm. Lod' se nacházela na výchozí pozici A (tak jak na obrázku výše - dole). Plánovaný kurz lodě nad dnem 270°, rychlost po vodě 10,0 uzlů (podle logu). Vítr severní (oprava na drif 5°).*

Pro větší přehlednost a možnost porovnání jsou zvolené elementy proudu stejné jako v předchozím příkladě. Navigátor ovšem v tomto případě vyznačil jen jeden kurz, kterým má kormidelník kormidlovat, aby se lod' držela kurzu nad dnem 270°. Kurz lodě po vodě odečetl z mapy pro celé čtyři hodiny.

Od 1200 do 1600 hodin;

$K_{nd} = 270^\circ$	$K_{nd} = 270^\circ$	$V_d = 10,6$ uzlu
$- K_{pv} = 281^\circ$	$- o_s = -11^\circ$	$V_v = 10,0$ uzlu
$o_s = -11^\circ$	$K_{pv} = 281^\circ$	
	$- o_d = -5^\circ$ (severní vítr)	
	$K_{urz} = 286^\circ$	

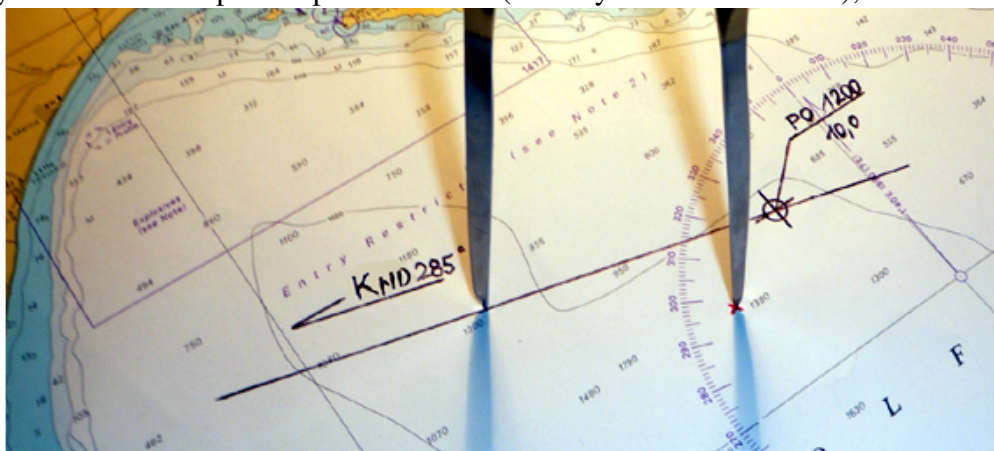
Navigátor vyznačil konečný kurz pro celé čtyři hodiny, stejně tak je možné vyznačit kurz po vodě a rychlost lodě nad dnem pro každou hodinu zvlášť.

V obou předchozích případech je při kreslení na mapě nutné omezit množství kreslených čar. Nevykreslujeme celé vektory proudu, ale pouze jejich konce, které označujeme křížkem. Odpichovátkem nanese rychlost lodě po vodě z křížku (konce vektoru proudu nebo celého souboru vektorů proudů) na vyznačený kurz (270°) a navigačním (pravítkem) trojúhelníkem po jeho přiložení k hrotům odpichovátko odečteme výsledný kurz lodě po vodě. Následně kurz po vodě opravíme opravou na snos a získáme kurz, kterým má kormidelník kormidlovat (viz obrázky níže).

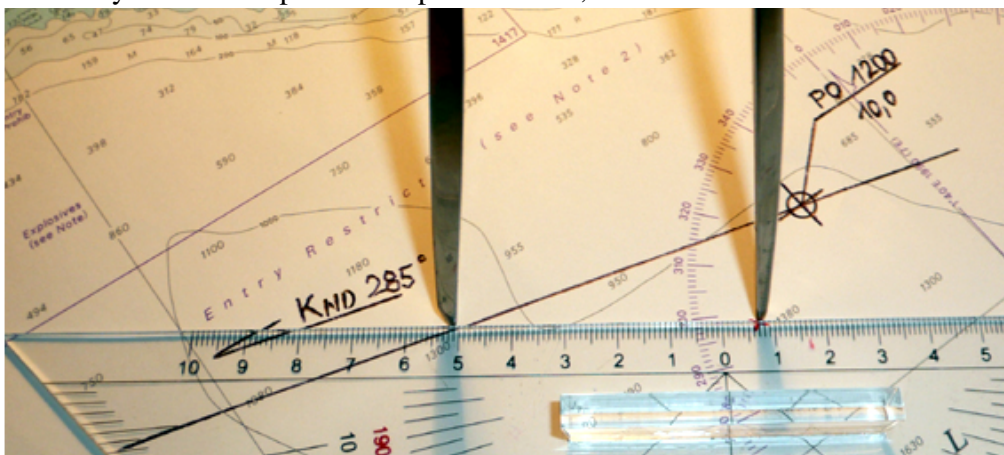
# Postup kreslení na navigační mapě



1. Vyznačení vektoru proudu pomocí křížku (červený křížek na obrázku);

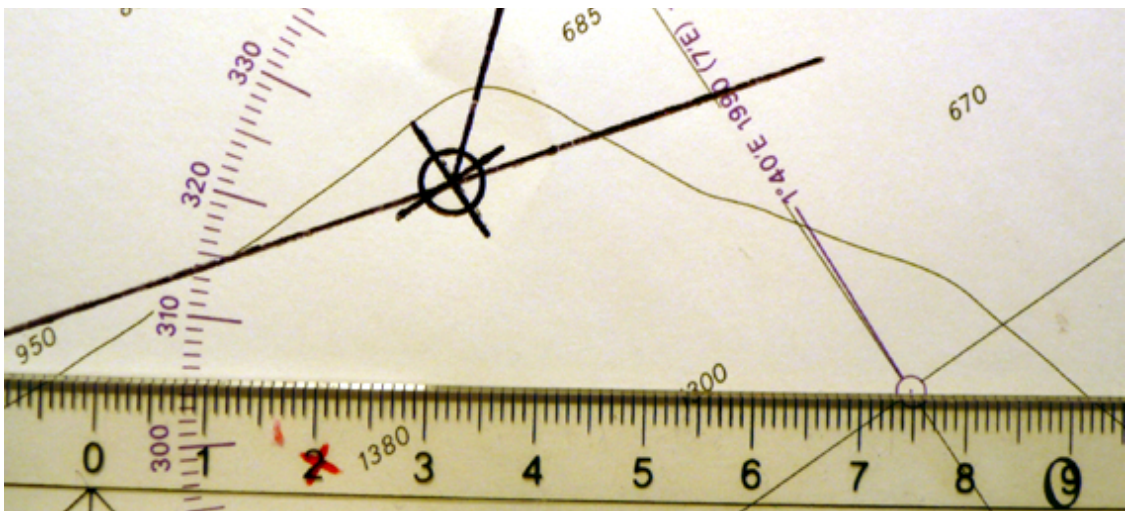


2. Nanesení rychlosti loď po vodě odpichovátkem;



3. Přiložení přepony navigačního trojúhelníku (pravítka) k hrotům odpichovátka;





5. Odečtení kurzu lodě po vodě z nejbližší rúžice směrů nebo poledníku ( $305^\circ$ );

Pozn.: do mapy vše kreslíme pouze měkkou tužkou;

### Stanovení elementů proudu pomocí integrovaných navigačních systémů a radaru

**T**ento způsob navigace by bylo náročné zde popsat. K jeho porozumění je nezbytná znalost ovládání námořních radarů a funkcí k nim přidružených. Publikace je určena především pro středně pokročilé navigátory (jachtaře, námořníky) u kterých je málo pravděpodobná dobrá znalost ovládání námořních radarů. V připravované publikaci „*Námořní radary v praxi*“ se bude možné seznámit s tímto efektním navigačním zařízením a posléze bude tato část skript doplněna o techniku monitoringu plavby pomocí radaru.

# Dostupnost navigační informace o proudech

Nyní by měl mít pozorný čtenář již ucelenou představu o tom jak vést loď po moři či oceáně za pomoci výpočtu pozice, a také o tom jak si poradit s působením větru a proudu. Samotná znalost eliminace negativních jevů spojených s působením větru a proudu na loď ovšem není vystačující k správnému vedení lodě. Ke správnému vyznačení kurzu či vyhodnocení příští pozice je také nezbytné určit jaký je v dané oblasti proud a vítr.

Jak již bylo řečeno, vyznačit správný drif lodě („odhadnout vítr“) je zadáním složitým. Zpravidla ho provádí kapitán lodi a oprava na drif lodě je určena „na oko“. Jako pomůcka samozřejmě poslouží navigační zařízení tzv. „windmeter“, který nám ukáže z jakého směru vítr vane a jakou má rychlost. Podle těchto dvou informací můžeme stanovit drif lodě či opravu na drif. Třetím pomocným vodítkem nám může být úhel sevřený mezi osou lodě a keel-waterem (vodní brázdou za lodí). Keel-water za malou lodí může být často značně nevýrazný obzvláště při neklidném moři. Vyznačení správného snosu či opravy na snos je obvykle zadáním navigátora. Snos lodě se již nevyznačuje „na oko“, ale odečítá se či dopočítává z navigačních map, atlasů proudů či jiných publikací. Způsoby či možnosti jakými navigátor může zjistit elementy aktuálního proudu v oblasti kde naviguje jsem rozdělil do čtyřech hlavních kategorií následovně:

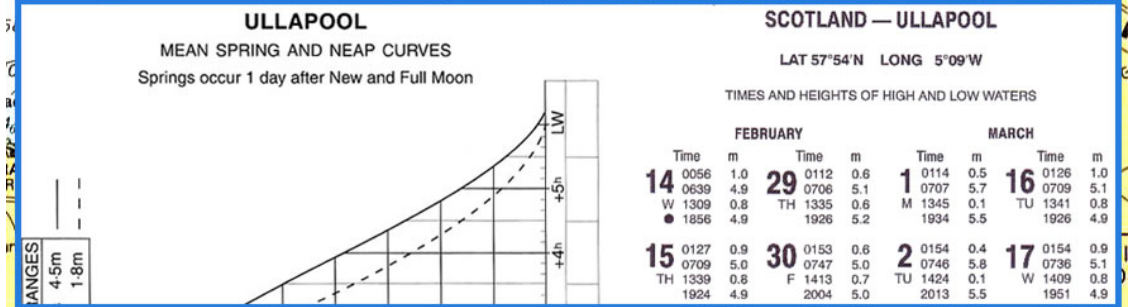
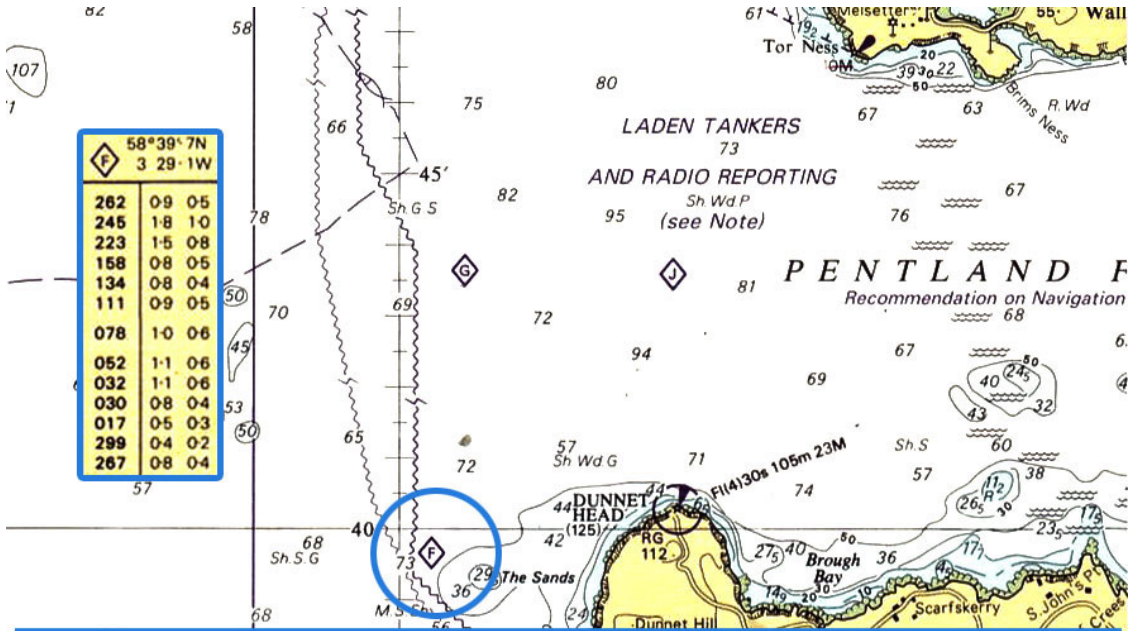
- přímo z navigační mapy (angl. Navigation Chart);
- z navigační mapy a k ní příslušné plavební směrnice (angl. Navigation Chart and Sailing Directions);
- z atlasu proudů (angl. Tidal Stream Atlas);
- z mapy určené k plánování námořních přeplaveb či cest (angl. Routeing Chart);

## Určení elementů proudu přímo z navigační mapy

Ne z každé navigační mapy můžeme odečíst elementy proudu. To zda-li můžeme odečíst elementy proudu z mapy je na první pohled jasné podle toho či je mapa vybavena tabulkou proudů (viz. následující obrázek), která je často umístěna ve spodní části mapy. Na mapě jsou v tomto případě umístěny také fialové kosočtverce a v každém kosočtverci je umístěno jedno písmeno abecedy. Každý z těchto fialových kosočtverců na mapě označuje místo kde působí proud. Každému písmenu uvnitř kosočtverce odpovídá příslušná kolonka tabulky proudů, která je označena stejným písmenem. V příslušné kolonce, pod kosočtvercem s alfabetickým označením, jsou zapsány ve třech sloupcích základní elementy proudu. První sloupec (tučným písmem) je směr proudu (sp) a vpravo od něj jsou zapsány rychlosti proudu (vp) v uzlech. První sloupec rychlostí proudu je pro období silných přílivů (angl. spring tides)<sup>17</sup> a druhý pro období slabých / kvadrurních přílivů (angl. neap tides).<sup>16</sup>

---

[<sup>17</sup>] „Spring tides“ a „Neap tides“ jsou vysvětleny v publikaci Vademekum začínajícího skippera.



Hours	Geographical Position	A	B	C	D	E	F	G	H								
		58°43'6N 3 22'6W	59°16'0N 3 17'4W	59°13'7N 3 03'0W	58°38'5N 2 45'5W	59°06'1N 2 45'0W	58°49'4N 2 44'8W	58°34'4N 2 39'7W	58°58'5N 2 32'0W								
-6	320	16 06	238	05 02	291	21 08	252	14 06	322	26 10	273	19 09	245	03 01	272	14 06	-6
-5	311	27 11	233	07 03	293	29 11	292	12 05	328	33 13	294	14 07	275	07 03	288	11 04	-5
-4	292	30 12	232	07 03	286	30 12	327	11 05	328	34 14	308	12 06	279	09 04	305	08 03	-4
-3	268	32 13	231	05 02	287	22 09	358	10 05	328	29 12	323	11 05	283	09 04	348	10 04	-3
-2	255	24 09	250	03 01	288	12 05	032	10 04	332	18 08	348	09 04	284	06 03	015	12 05	-2
-1	230	11 04	308	01 00	087	04 02	061	11 05	335	03 01	023	08 04	220	02 01	045	12 05	-1
0	157	13 05	037	04 02	094	20 08	088	13 06	146	16 06	042	06 03	165	06 03	082	13 05	0
+1	107	25 10	056	06 03	102	28 11	108	14 06	142	36 15	060	05 02	164	09 04	115	17 07	+1
+2	104	32 13	057	08 04	110	28 11	126	11 05	148	42 17	195	01 01	164	11 05	138	18 07	+2
+3	105	30 12	057	07 03	119	21 08	163	08 04	150	34 14	248	06 03	164	09 04	157	13 05	+3
+4	100	20 08	063	03 01	135	10 04	210	10 04	145	16 06	259	08 04	164	05 02	203	10 04	+4
+5	057	08 04	238	01 00	195	08 03	234	12 05	350	04 02	262	14 07	185	03 02	246	12 05	+5
+6	356	11 05	239	04 02	280	16 06	245	14 06	328	20 08	267	19 10	210	01 01	266	15 06	+6

Vpravo a vlevo na konci celé tabulky proudů jsou uvedeny čísla od -6 do 6. Tato čísla označují čas v hodinách před a po vysoké vodě (angl. High Water) v přístavu od kterého je tabulka odvozena. V nadpise tabulky je napsáno: *Tidal Streams referred to HW at ULLAPOOL*. To znamená, že čísla vpravo a vlevo na konci tabulky označují čas před a po vysoké vodě v přístavu Ullapool.

Ke správnému odečtení elementů proudu z této tabulky potřebujeme tabulku slapových jevů (přílivu a odlivu) pro přístav Ullapool. Fragment této tabulky je na obrázku výše v modrém rámečku označen jako *Scotland-Ullapool*. Vlevo je podána informace o tom kdy se vyskytují silné přílivy: „*Springs occur 1 day after New and Full Moon.*“ To znamená, že silný příliv a odliv je jeden den po novu a úplňku Měsíce. Vpravo je tabulka přílivů a odlivů (vysoké a nízké vody) v přístavu Ullapool, která je rozdělena na měsíce a dny. Ke každému dnu v měsíci jsou uvedeny časy vysoké a nízké vody. Nyní, když už máme informaci o vysoké vodě (HW) v přístavu Ullapool, můžeme jednoduše určit z jakého řádku příslušné kolonky máme elementy proudu odečíst. Poslední neznámou je to, či odečíst hodnotu rychlosti proudu pro „spring tide“ či „neap tide“. Tabulka přílivů a odlivů je vybavena jednoduchými značkami úplňku a novu Měsíce. Úplněk je označen prázdným kolečkem (○) a nov plným kolečkem (●).

Jelikož „spring tide“ se vyskytují jeden den po úplňku či novu Měsíce, tak v tento jeden den budeme odečítat hodnotu rychlosti proudu z levého sloupce příslušné kolonky a po zbytek dnů v měsíci budeme odečítat hodnotu proudu z pravého sloupce rychlostí proudu<sup>18</sup>.

*Navigátor měl dne 15. února 2010 v 1000 hodin určit elementy proudu. Jeho loď se nacházela v blízkosti mělčiny The Sands (viz obrázek výše).*

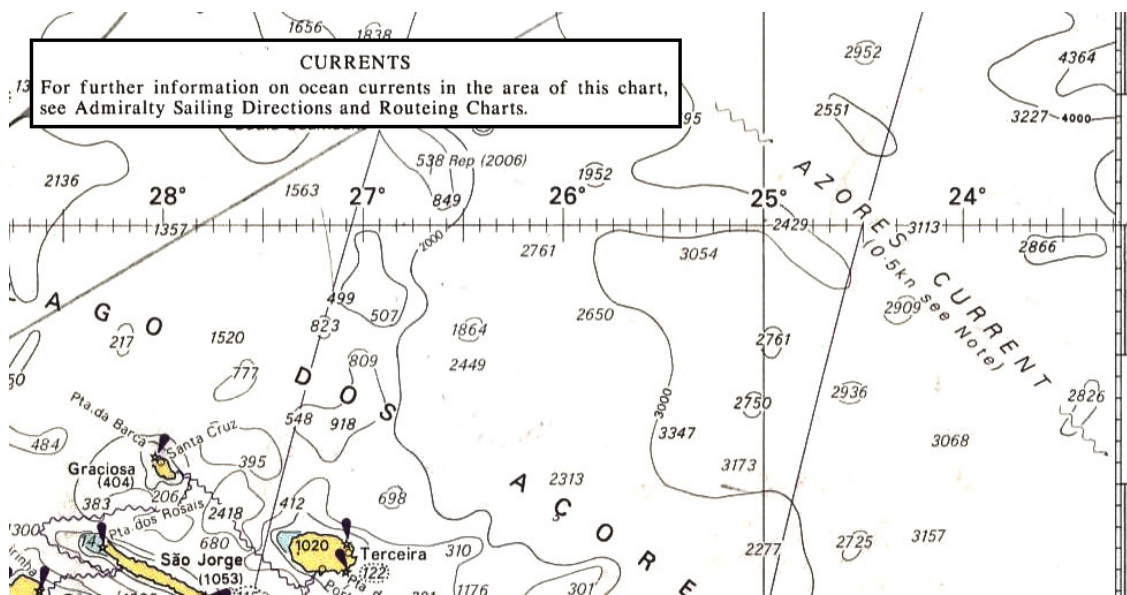
1. Navigátor vyhledal nejbližší značku proudu (kosočtverec s písmenem) vzhledem k jeho pozici. (našel kosočtverec F)
2. Podle nadpisu tabulky proudů vyhledal v tabulkách přílivů a odlivů přístav Ullapool a k němu příslušný den, kterým je 15. únor. Pro tento den jsou v tabulkách zaznačeny dvě vysoké vody. První vysoká voda je v 0709 hodin a druhá v 1924 hodin (viz obrázek výše).
3. Podle údaje o vysoké vodě zjistil, že v 1000 hodin jeho času je 2h 51minut po vysoké vodě v přístavu Ullapool (cca +3 hodiny).
4. Zkontroloval značky novu a úplňku Měsíce. Zjistil, že den 14. únor je v tabulce označen jako den novu Měsíce. Dne 15. února je tedy 1 den po novu měsíce, tudíž se v oblasti vyskytují silné přílivy.
5. Podle kosočtverce a jeho písmene vyhledal příslušnou kolonku tabulky proudů. Podle údaje o vysoké vodě vyhledal řádek + 3 a jelikož bylo jeden den po novu Měsíce, tak rychlost proudu odečetl z levého sloupce rychlostí proudu.
6. Získal následující elementy proudu: *sp = 030°*, *vp = 0,8 uzlu*;

[<sup>18</sup>] Pokud bychom chtěli zvýšit přesnost určení rychlosti proudu, tak bychom mohli „na oko“ interpolovat mezi hodnotami rychlosti proudu od novu k první čtvrti Měsíce a následně k úplňku a třetí čtvrti Měsíce. V tabulkách jsou tyto čtvrt Měsíce označeny znakem půl měsíce. Většinou je ovšem rozdíl zanedbatelný.

## Určení elementů proudu z navigační mapy a k ní příslušné plavební směrnice

Na generálních mapách bývají často vyznačené vlnovkou šipky, které znázorňují přibližný směr mořského proudu, tak jak je tomu na obrázku níže. Fragment generální mapy oceánu znázorňuje oblast u Azorských ostrovů, kde se vyskytuje azorský mořský proud (angl. *Azores Current*). Velkými písmeny je označen název proudu a v závorce pod názvem proudu je poznámka, která většinou udává přibližnou rychlost proudu a odkaz na poznámku v titulu mapy (angl. *(0.5kn see Note)*).

Pokud bychom nechtěli zabíhat do detailů a spokojili se s malou přesností určení elementů proudu, tak můžeme stanovit tyto elementy přímo z tohoto jednoduchého označení na mapě. Rychlost proudu (*vp*) je udána v závorce a směr proudu (*sp*) bychom určili podle přibližného směru šipky, kterou tvoří již výše zmiňovaná vlnovka. V tomto případě *sp*  $\approx 130^\circ$ , *vp*  $\approx 0,5$  uzlu.



Pokud bychom chtěli zjistit elementy proudu s větší přesností, tak se musíme věnovat nápisu v závorce „see Note“. Tento nápis nás odkazuje na poznámku v titulu mapy, která je na obrázku výše v černém rámečku. Poznámka v černém rámečku (viz obrázek výše) nám říká, že pokud chceme získat bližší informace o oceánských proudech, tak máme použít příslušné plavební směrnice (angl. *Sailing Directions*) a nebo plánovací mapu (angl. *Routeing Chart*).

Pokud nalistujeme v plavební směrnici stránku s příslušnou oblastí, tak najdeme schematické znázornění naší oblasti s diagramy, které nám podávají podrobnější informace o oceánských proudech (viz obrázek níže). Jedná se o tzv. růžice proudů.

Na schématu oblasti jsou vyznačeny černé kružnice ve kterých je vždy jedno písmeno abecedy. Toto písmeno nám říká, ze které růžice máme odečítat elementy proudu.

Roses - legend  
764 Observations

1 % No current

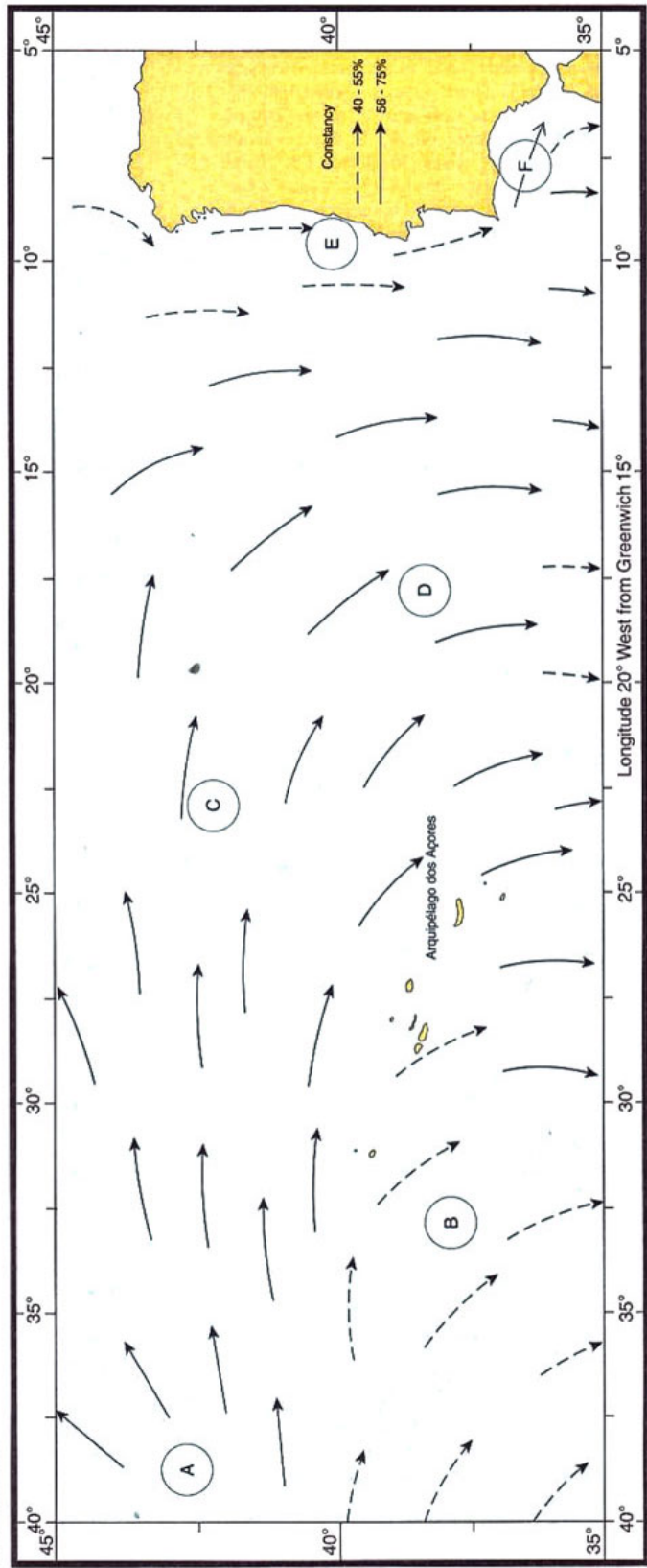
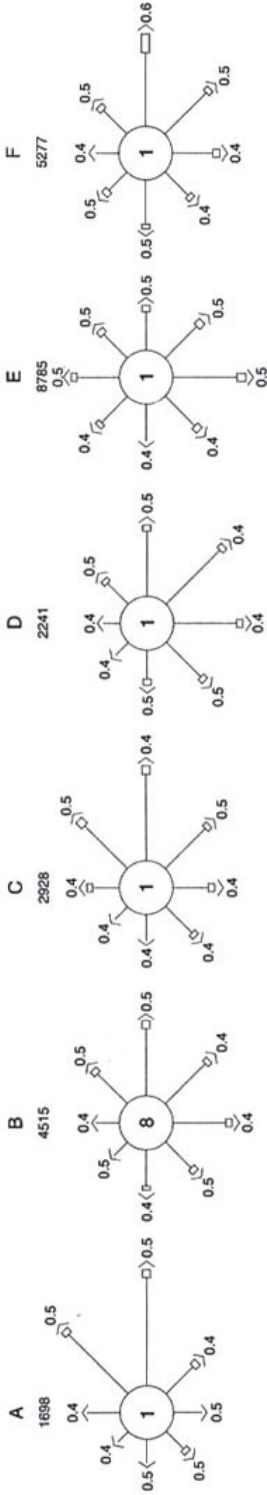
0.1 - 0.9

1.0 - 1.9 knots

2.0 - 2.9

1.5 Mean speed

Percentage frequency  
0 10 20 30%



Složení růžice proudu je jednoduché. Nahoře je písmeno, které koresponduje s označením v schématu. Pod tímto písmenem je číslo, které udává počet observací (pozorování, měření) proudu v oblasti. Střed růžice tvoří černá kružnice uvnitř které je číslo označující procentuelní výskyt žádného proudu (bezproudí) v rámci všech provedených observací. Nejdůležitějším prvkem růžice proudu jsou její ramena. Šipky na konci ramen znázorňují směr proudu a číslo uvedené před šipkou označuje střední rychlost proudu. Délka každého ramene znázorňuje procentuelní výskyt jednotlivých proudů v rámci všech provedených observací (měřítka procent je uvedeno pod legendou vlevo nahoře). Součet délek všech ramen je roven 100%. Ramena růžice mohou mít tři různé podoby a každá podoba představuje jiný rozptyl rychlosti proudu následovně:

- tenká čára – rychlost proudu (vp) od 0,1 do 0,9 uzlu;
- tlustá prázdná čára – rychlost proudu (vp) od 1,0 do 1,9 uzlu;
- tlustá plná čára – rychlost proudu (vp) od 2,0 do 2,9 uzlu;

Typy čar mohou být různě kombinované v rámci jednoho ramene růžice. Měřítka procentuelního výskytu vždy odpovídá délce ramene či jeho části.

Pokud bychom porovnali již dříve získanou informaci o proudu z generální mapy s informací o proudu z plavební směrnice získáme následující rozdílné výsledky:

- z generální mapy ( $sp \approx 130^\circ$ ,  $vp \approx 0,5$  uzlu);
- z plavební směrnice a růžice C, největší pravděpodobnost ( $sp = 090^\circ$ ,  $vp = 0,1 \div 0,9$  uzle, střední  $vp = 0,5$  uzle);

Schéma je doplněno také o šipky, které znázorňují směr a stálost proudu. Přerušovaná šipka znázorňuje proud o stálosti 40÷55% a šipka nepřerušovaná znázorňuje proud o stálosti 56÷75%.

## Určení elementů proudu z atlasu proudů

**P**ro některé specifické námořní oblasti byly vytvořeny tzv. atlasy proudů. Jedná se o oblasti kde je výskyt proudů pravidelný a proudy značně mění svůj směr a rychlost. Ve většině případů se jedná o oblasti kde se vyskytují proudy vytvářené přílivem a odlivem. Mezi tyto oblasti patří např.: „English Channel“, „North Sea“, „Dover Strait“, atd.;

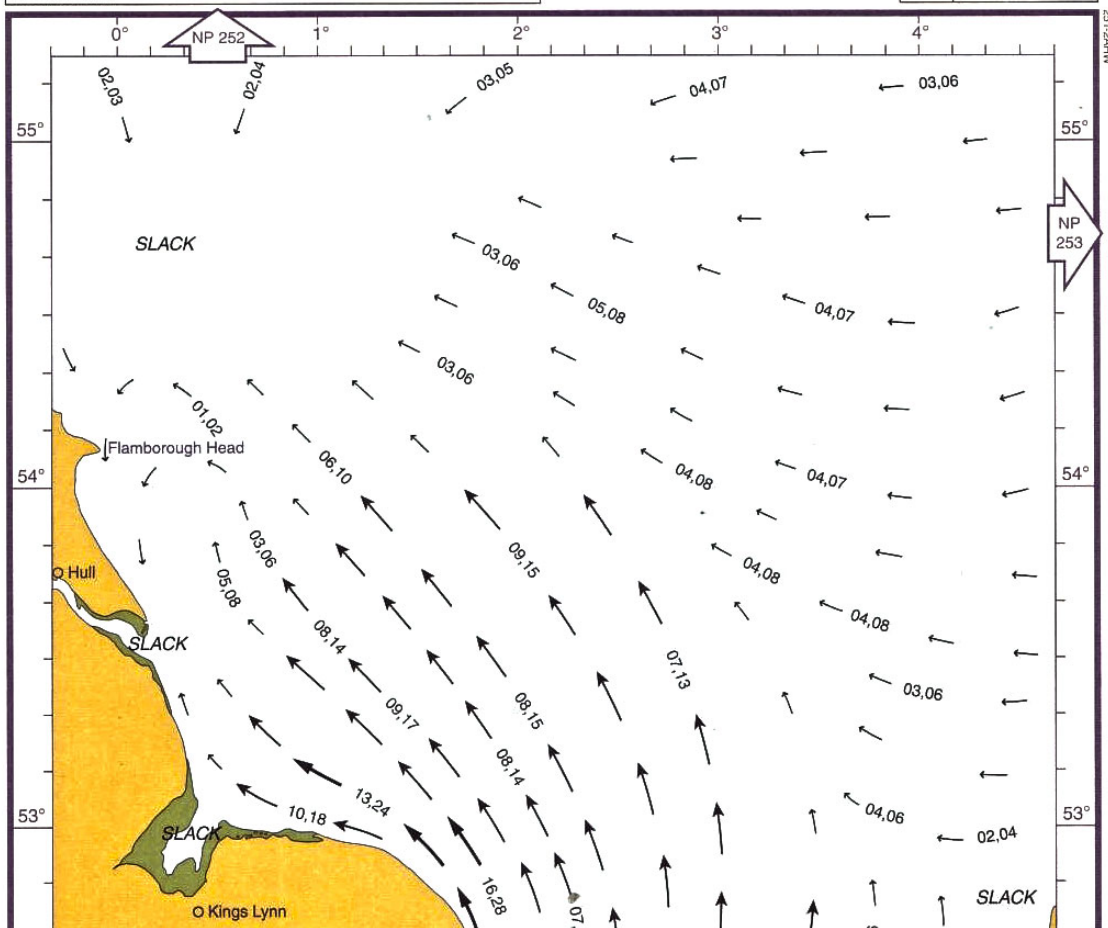
Atlas proudů je uspořádán podobně jako tabulka proudů na navigační mapě. Každá stránka atlasu odpovídá momentu jedné hodiny před anebo po vysoké vodě v přístavu od kterého je atlas odvozen. Informace o čase je na každé stránce atlasu uvedena v horní části v černém rámečku, tak jak je tomu na obrázku níže (**2 AFTER HW DOVER**). Jedná se tedy o fragment stránky atlasu proudů pro „Dover Strait“, atlas je odvozen od vysoké vody (HW) v přístavu Dover a vybraná stránka představuje rozložení proudů dvě hodiny po tom co byla v přístavu Dover vysoká voda. Postup při výběru správné stránky atlasu, je shodný jak výběr správného řádku v navigační tabulce na mapě. Je nutné zjistit kdy je v Doveru vysoká voda (HW) a následně tento údaj porovnat

s aktuálním časem. Rozdíl těchto dvou hodnot je plus či mínus (+ = after, - = before) počet hodin před anebo po vysoké vodě.

CAUTION:- Due to the very strong rates of tidal streams in some of the areas covered by this Atlas, many eddies and overfalls may occur. Where possible some indication of these has been included. In many areas there is either insufficient information or the eddies are unstable.

**2**

**AFTER  
HW DOVER**



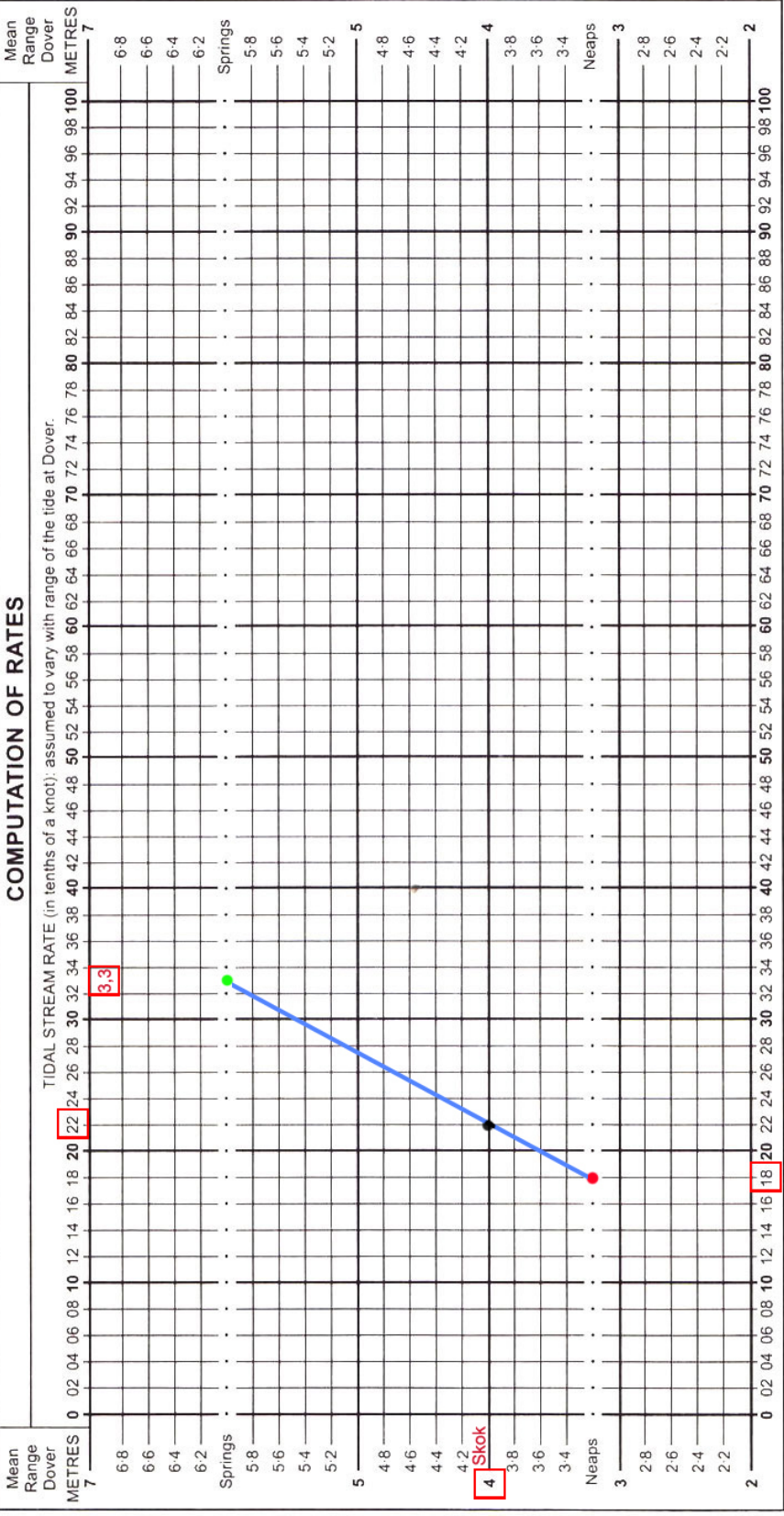
Orientace v atlasu je tedy poměrně snadná záležitost. O něco složitější je určení elementů proudu vzhledem k naší pozici. Atlas je orientován stejně jako navigační mapa. Na ose vertikální je vyznačená zeměpisná šířka a na ose horizontální je vyznačena zeměpisná délka. Naši pozici vyznačíme tedy snadno. Směr proudu (sp) odpovídá směru šipky, která je nejbližší naší pozici. Rychlost proudu je na stránce atlasu vyznačena pomocí číselných údajů v blízkosti šipek. Například údaj 13,24 znamená, že rychlost proudu je od 1,3 do 2,4<sup>19</sup> uzlu a přesné místo kde byl proud měřen označuje desetinná čárka mezi číselnými údaji.

Přesnou rychlost proudu „musíme“ ovšem odečíst z tabulky (grafu), která je uvedena na první stránce atlasu (viz obrázek níže).

[<sup>19</sup>] První číselný údaj o rychlosti proudu je pro „neap tides“ a druhý pro „spring tides“.



## COMPUTATION OF RATES



Postup odečtu aktuální rychlosti proudu je následující:

- 1) Nejprve vyhledáme příslušný přístav (Dover) a den ve kterém chceme rychlost proudu předpovědět.

*Hodnoty pro daný den z tabulky přílivů a odlivů*

*DOVER - ENGLAND*

*LW 0254 1,7m*

*HW 0839 5,7m*

*LW 1537 1,9m*

*HW 2059 5.9m*

- 2) Následně spočítáme tzv. „*skok*“ (angl. Range) přílivu a odlivu. Tento skok je rozdíl mezi vysokou vodou a nízkou vodou v daný den.

$$\text{Skok} = HW - LW = 5,7 - 1,7 = 4,0m$$

- 3) Potom odečteme hodnoty rychlosti proudu (např. 18,33) nejbližše naší pozici.
- 4) V tabulce na začátku atlasu označíme na horizontální ose (tečkovaná čára) NEAPS hodnotu rychlosti proudu pro NEAP TIDE = 1,8 uzlu (na obrázku výše červená tečka). Stejně tak vyznačíme hodnotu rychlosti proudu pro SPRING = 3,3 uzlu na horizontální ose (tečkovaná čára) SPRINGS (na obrázku výše zelená tečka).
- 5) Obě vyznačené hodnoty spojíme úsečkou (modrá čára na obrázku výše).
- 6) Na vertikální ose tabulky vyhledáme hodnotu vypočítaného skoku přílivu a odlivu (4,0m). Místo protnutí se linie skoku a vyznačené čáry průběhu rychlosti proudu (modrá čára na obrázku výše) nějak označíme (černá tečka na obrázku výše).
- 7) Z vyznačeného bodu (černá tečka na obrázku výše) vztyčíme svislou přímkou na horizontální osu tabulky ze které odečteme aktuální hodnotu rychlosti proudu (vp = 2,2 uzlu);

## **Určení elementů proudu z mapy určené k plánování námořních přeplaveb a cest**

**P**osledním způsobem vyznačení či určení elementů proudu je odečtení směru a rychlosti přímo z mapy určené k plánování. Plánovací mapy (angl. Routeing Chart) jsou tvořeny pro světové oceány podle ročních období, nejčastěji jsou děleny podle měsíců v roce (leden – prosinec). Obsahují nejen informace o mořských proudech, ale i jiné přínosné informace, které jsou potřebné při plánování oceánských přeplaveb.

Mořské proudy jsou na těchto mapách označeny šípkami většinou modré barvy. Pro označování se používá několik typů čar, které označují stálost proudu. Na obrázku níže (fragment plánovací mapy severního Atlantiku pro měsíc leden) je vlevo pod titulem mapy znázorněno jaké se používají šípky k označení stálosti proudu. Vpravo pod titulem mapy je malá část velké plánovací mapy na níž můžeme vidět šípky proudů v karibské oblasti.



# ROUTEING CHART NORTH ATLANTIC OCEAN JANUARY

SCALE 1: 20 000 000 AT THE EQUATOR

Projection : Mercator

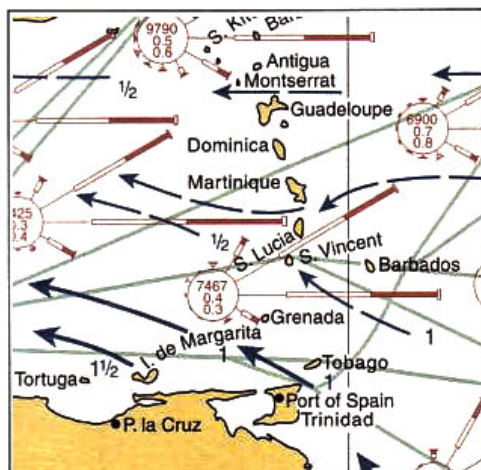
## OCEAN CURRENTS

The blue arrows show the predominant direction of sea surface currents during the quarter November to January.

Average rate in knots is indicated in figures, eg 1½

- High constancy >75%
- Moderate constancy 50%-75%
- Low constancy <50%
- Probable direction when observation count is low

Taken from the Atlantic Ocean Current Atlas and other Met Office data to 2001.



Směr proudu (sp) je čitelný přímo z mapy podle směru šipky v místě kde se nacházíme. Rychlost proudu (přibližnou) odečítáme také přímo z této mapy. Rychlosti jsou označeny čísla téže barvy co šipky (viz obrázek výše vpravo). Poloviny uzlů jsou značeny pomocí zlomku (1/2). Například rychlost proudu 1,5 uzlu je značena takto: **1½**.

## 2.

### Pozice observovaná

#### Definice a základní pojmy

**P**ozice observovaná (pozorovaná) je místo (bod) ve kterém se nachází naše loď. Zeměpisné souřadnice tohoto bodu jsme určili na základě pozorování nepohyblivých objektů znázorněných na mapě a nebo pozorováním nebeských těles.

Pozice vypočítaná obsahuje vážné chyby, které ovlivňuje mnoho faktorů. Při vedení lodi pomocí pozice vypočítané bude každá následující pozice vypočítaná vždy zatížena chybou pozice předešlé. Proto je nezbytné jak nejčastěji vytyčovat pozici observovanou (PO).

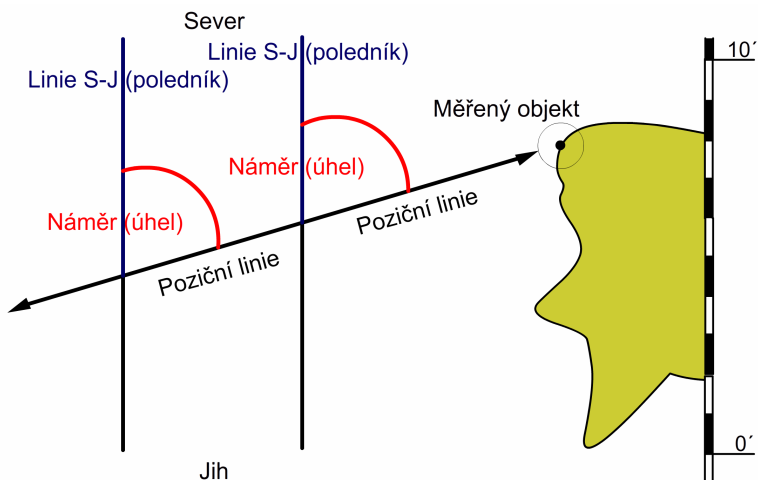
Pozici observovanou tvoří průsečík dvou pozičních linií (PL). Poziční linie je množina bodů na povrchu Země. Každý z těchto bodů má stejnou hodnotu měřeného navigačního parametru. Navigačním parametrem je úhel nebo vzdálenost. Z jednoho měření získáme vždy jednu poziční linii.

V terestrické navigaci rozlišujeme následující poziční linie:

- poziční linie z náměru;
- poziční linie ze vzdálenosti;
- poziční linie z horizontálního úhlu;

#### Poziční linie z náměru

**L**inii náměru získáme propojením pozice observátora z měřeným předmětem (např. navigačním světlem, majákem). Jestliže změříme úhel mezi linií náměru a severní částí linie sever-jih a nakreslíme na mapě odpovídající poziční linii tak získáme přímku (viz obrázek níže).



Náměry na navigační objekty provádíme pomocí ručního magnetického zaměřovacího kompasu, gyrokompasu<sup>20</sup> nebo radaru. Ručním magnetickým kompasem získáme magnetický „směr“ ve kterém je objekt (např. maják) vidět. Tento směr (náměr) vždy udáváme ve stupních. Náměr vždy zaokrouhlujeme na celé poloviny stupňů (např.  $200,3^\circ = 200,5^\circ$ ) nebo na celé stupně (např.  $200,2^\circ = 200^\circ$ ).

Poziční linie z náměru je často zatížena jistou chybou. Navigátor by měl mít hrubou představu o tom jak přesná či nepřesná je pozice či poziční linie jím vyznačená. Přesnost je závislá především na tom, jak přesně změříme či jak přesně můžeme změřit úhel náměru a také jak daleko je od nás měřený objekt. Jiné přesnosti docílíme při měření objektu pomocí náměrníku gyrokompasu a jiné při měření objektu ručním magnetickým zaměřovacím kompasem. Obecně je střední chyba této pozice (m) vyjádřena vzorem:

- $$m = \frac{m_n^\circ \cdot D}{57,3};$$

Kde  $m_n^\circ$  je chyba při měření úhlu náměru (zpravidla  $\pm 1^\circ$ , u magnetických ručních zaměřovacích kompasů může být až 3x větší). D je vzdálenost od měřeného objektu udávaná v námořních mílích.

*Navigátor provedl náměr na objekt s přesností  $\pm 3^\circ$ . Objekt byl od něj vzdálen 6 námořních mil. Jaké je maximální přesunutí (nepřesnost) jeho poziční linie z toho náměru?*

- $$m = \frac{3 \cdot 6}{57,3} = 0,31 \text{ námořní míle};$$

[<sup>20</sup>] Gyrokompas je zařízení jehož základním konstrukčním prvkem je velmi rychle se otáčející setrvačnick v kardanovém závěsu. Tento setrvačnick se při prvním spuštění za několik hodin ustaví rovnoběžně s poledníkem a ukáže tak opravdový sever Země.

## Poziční linie ze vzdálenosti

Poziční linii získáme ze vzdálenosti měřené mezi objektem a místem pozorovatele. Vzdálenost můžeme určit pomocí:

- radaru;
- změřením vertikálního úhlu;
- odhadem;

Poziční linii v tomto případě netvoří přímka, ale kružnice. Každý bod této kružnice je ve stejné vzdálenosti od měřeného objektu.

### *Vzdálenost z radaru*

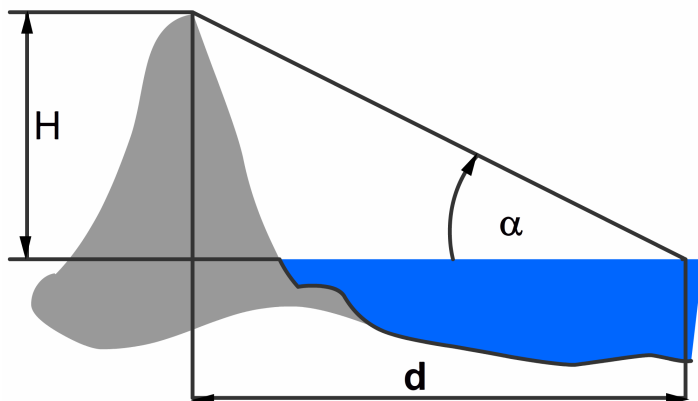
Měření vzdálenosti mezi pozorovatelem (anténou radaru) a měřeným objektem je velmi často v praxi využíváno. Výhodou je možnost měření i v případě, kdy objekt nevidíme pouhým okem (např. snížená viditelnost, objekt je příliš daleko). Bohužel většina jachet a menších plavidel není vybavena radarem, proto nechci toto téma dále rozvádět.

### *Vzdálenost z horizontálního úhlu*

V případě, že naše loď není vybavená radarem můžeme vzdálenost k objektu určit pomocí vertikálního úhlu ( $\alpha$ ) pod kterým vidíme vrchol objektu. Tento vertikální úhel změříme sextantem. Ideálními objekty k měření jsou majáky nebo třeba hory. K výpočtu vzdálenosti potřebujeme samozřejmě znát i výšku měřeného objektu ( $H$ ) v metrech (pozn. výška nad hladinou moře), která je zpravidla uvedena v navigační mapě. Vzdálenost ( $d$ ) vypočteme pomocí vzoru:

- $d = \frac{13}{7} \cdot \frac{H}{\alpha} [nm]$  (vertikální úhel dosadíme v minutách);

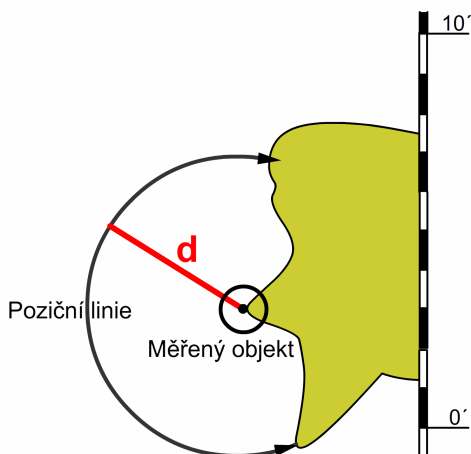
Na obrázku níže je viditelné o jakou výšku objektu jde a jakou vzdálenost vypočteme. Nejedná se o vzdálenost vrchol objektu - linie břehu, ale o vzdálenost hladina moře - vrchol objektu. Pokud je na mapě uvedená výška objektu, tak je vždy označen i příslušný bod ke kterému je tato výška vztažena.



### Vzdálenost určená odhadem

Pokud je vzdálenost od objektu menší než 0,5 námořní míle, tak můžeme vzdálenost odhadovat. Přesnost odhadu je přímo úměrná zkušenosti navigátora. Správný odhad vzdálenosti na moři je složitý a vždy obsahuje nemalou chybu. Objekt, který je vzdálen od lodi jednu námořní míli se bude zdát za dobré viditelnosti na dosah a naopak při zhoršené viditelnosti se bude zdát na míle daleko.

Jak již bylo výše řečeno, tak poziční linií získanou ze vzdálenosti je kružnice. Poloměrem této kružnice je právě ona vzdálenost (viz obrázek níže).



Tak jako poziční linie získaná z náměru, tak i poziční linie získaná měřením vzdálenosti od objektu je zatížena chybou. V případě radaru se jedná o chybu  $\pm 1\%$  z rozsahu ve kterém radar momentálně pracuje (3nm, 6nm, 12nm, 24nm). V případě odhadu vzdálenosti je chyba přímo úměrná zkušenosti navigátora. Při měření vertikálního úhlu je možné chybu (m) vypočítat pomocí vzoru:

- $$m = \pm \frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{169}{49} \cdot m_H^2 \cdot D^2 \cdot m_\alpha^2};$$

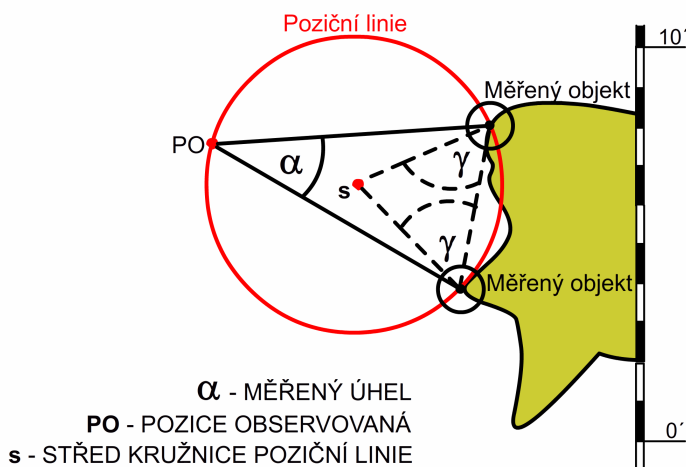
Kde  $\alpha$  je změřený vertikální úhel,  $m_H$  je přesnost výšky objektu od hladiny moře,  $D$  je vypočtená vzdálenost od objektu a  $m_\alpha$  je přesnost námi měřeného vertikálního úhlu.

*Navigátor změřil vertikální úhel, sevřený mezi hladinou moře a vrcholem majáku,  $\alpha = 8'$ . Přesnost měření sextantem  $m_\alpha = \pm 1'$ . Výška majáku 40m vzhledem k tomu, že je v přílivových vodách určil přesnost určení výšky tohoto majáku na  $m_H = \pm 0,5m$ . Jeho úkolem bylo vyznačit střední chybu vzniklé poziční linie.*

- Nejprve vypočítal vzdálenost  $D$  od objektu:  $D = \frac{13}{7} \cdot \frac{40}{8} = 9,29nm$  ;
- Potom vypočítal možnou chybu této PL:  $m = \pm \frac{1}{8} \sqrt{\frac{169}{49} \cdot 0,5^2 + 9,29^2 \cdot 1^2} = 1,17nm$  ;

### Poziční linie z horizontálního úhlu

Tuto poziční linii tvoří kružnice, která prochází přes pozici lodě a dva měřené objekty.



Poziční linii z horizontálního úhlu můžeme do navigační mapy vyznačit přímo pomocí navigačního úhloměru nebo konstrukčně - graficky. Před použitím grafické metody musíme ještě určit střed kružnice poziční linie ( $s$ ). K tomuto určení středu ( $s$ ) dopočítáme úhel  $\gamma$  následovně:

- $\gamma = 90^\circ - \alpha$ , když  $\alpha < 90^\circ$  ;
- $\gamma = \alpha - 90^\circ$ , když  $\alpha > 90^\circ$  ;



Po vypočtení úhlu  $\gamma$  spojíme oba dva měřené objekty úsečkou. Z každého měřeného objektu vztyčíme polopřímku - úhel  $\gamma$  - od úsečky, která spojuje objekty. Protnutím se dvou polopřímek nám vznikne střed kružnice (s).

Horizontální úhly v námořní navigaci měříme především pomocí sextantu, ale můžeme k jejich změření použít také libovolný zaměřovací kompas (magnetický ruční zaměřovací kompas). V takové případě provedeme rychle po sobě náměr na každý objekt a hodnoty náměrů od sebe odečteme (menší od většího). Získaný rozdíl těchto dvou náměrů je horizontální úhel mezi objekty.

Průměrnou chybu (m), která může vzniknout při měření horizontálního úhlu vypočteme vzorem:

- $$m = \frac{m_\alpha^\circ \cdot D_A \cdot D_B}{57,3 \cdot D_{AB}}, \text{ pokud } m_\alpha \text{ udáváme v minutách tak: } m = \frac{m_\alpha^\circ \cdot D_A \cdot D_B}{3438 \cdot D_{AB}};$$

Kde  $m_\alpha^\circ$  je chyba při měření horizontálního úhlu sextantem nebo chyba při měření úhlu kompasem (zpravidla  $\pm 1^\circ$ , u magnetických ručních zaměřovacích kompasů může být až 3x větší, u sextantu zpravidla  $\pm 1'$ ).  $D_A$  a  $D_B$  je vzdálenost lodě od navigačního objektu A a B v námořních mílích.  $D_{AB}$  je vzdálenost mezi navigačními objekty A a B v námořních mílích.

*Navigátor změřil horizontální úhel sextantem s přesností ( $m_\alpha = 1'$ ) a zaměřovacím kompasem s přesností ( $m_\alpha = 1^\circ$ ) mezi dvěma objekty od nichž byl vzdálen 7 a 12 námořních mil. Vzdálenost mezi objekty byla 9 námořních mil. Jeho úkolem bylo vypočítat střední chybu (m) vzniklé poziční linie při měření sextantem a zaměřovacím kompasem.*

- Sextantem:  $m = \frac{1 \cdot 7 \cdot 12}{3438 \cdot 9} = 0,003nm;$
- Zaměřovacím kompasem:  $m = \frac{1 \cdot 7 \cdot 12}{57,3 \cdot 9} = 0,16nm;$

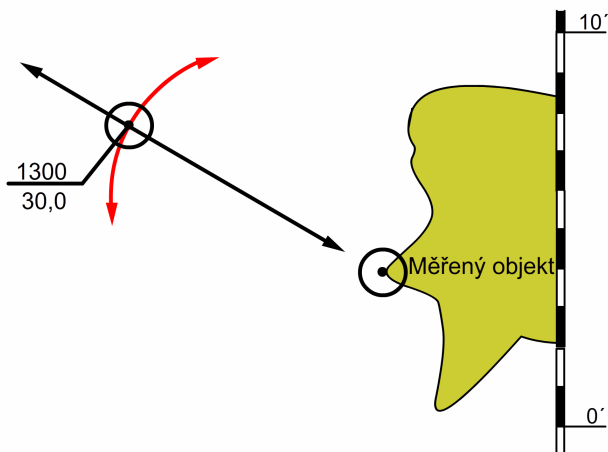
## Pozice observovaná z jednoho viditelného navigačního objektu

**P**okud z naší pozice vidíme pouze jeden navigační objekt (světlo, horu, maják, bóji atp.) můžeme k vyznačení pozice observované použít tři následující způsoby:

- náměr a vzdálenost;
- náměr a hloubku;
- přesun náměru;

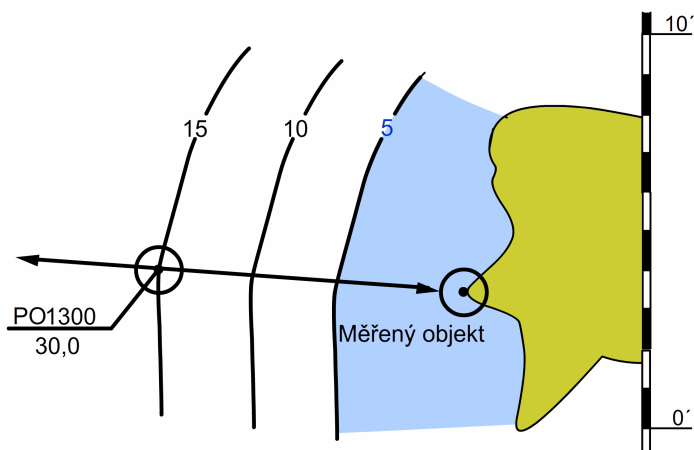
## Náměr a vzdálenost

Tento způsob je výhodný především tehdy, pokud máme loď vybavenou radarem. Pokud radar nemáme, tak náměr zjistíme pomocí kompasu a vzdálenost dopočítáme z vertikálního úhlu což může být poněkud zdlouhavé.



## Náměr a hloubka

Police observovaná z náměru a hloubky se nachází v místě protnutí se linie náměru s linií hloubky (izobáty). Tento způsob používáme především v oblastech kde se hloubky mění a jejich změna je regulární.



V přílivových oblastech je nezbytné hloubku odečtenou z hloubkoměru opravit o aktuální výšku přílivu či odlivu. Tento způsob vyznačení pozice observované může být

zatížen značnou chybou. Proto jej uvažujeme spíše za orientační. Hloubku je nezbytné často kontrolovat a porovnávat s pozicemi, které vykreslujeme na základě observace objektů na pevnině.

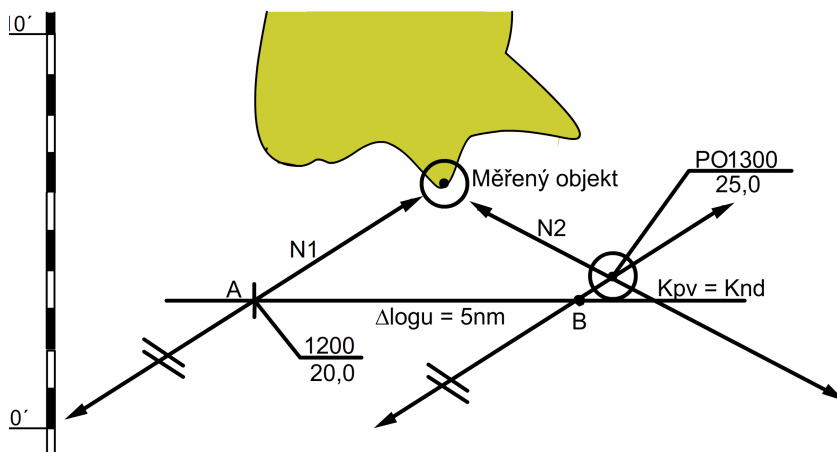
## Přesun náměru

Tento způsob určení pozice používáme v případě, kdy mezi prvním a druhým měřením objektu uplynul pevný čas ve kterém loď uplula jistou vzdálenost. Pozici observovanou najdeme díky přesunutí první poziční linie o vzdálenost, která odpovídá uplynulému času a rychlosti lodě. Před provedením druhého měření se ujistíme, že se náměr na objekt změnil o minimálně 30°. Ostrý úhel protnutí se těchto dvou pozičních linií má velmi negativní vliv na přesnost vyznačení pozice.

Tato metoda vyznačení pozice má dvě varianty:

- přesun náměru kdy nepůsobí na loď vítr ani proud;
- přesun náměru kdy na loď působí vítr a proud;

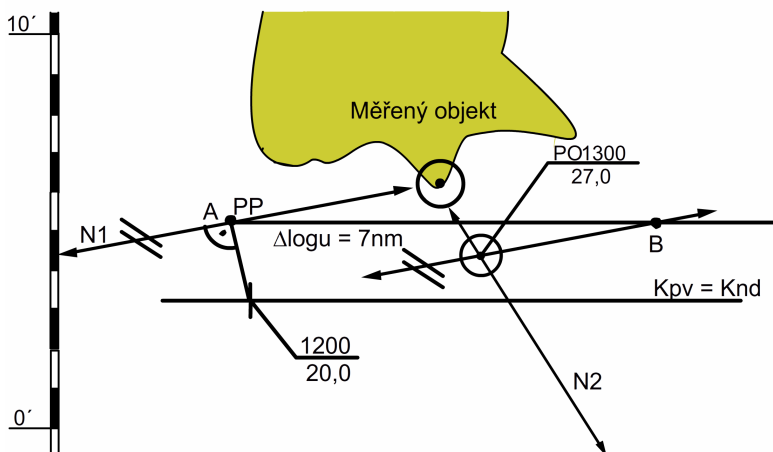
*Přesun náměru kdy na loď nepůsobí ani vítr ani proud*



## Postup kreslení

- 1) V libovolném místě vyznačíme  $K_{pv}$ , následně náměr 1 ( $N_1$ ) v místě protnutí se  $K_{pv}$  s  $N_1$  vznikne bod (pozice) A;
- 2) Z bodu A po přímce  $K_{pv}$  nanese se vzdálenost odpovídající  $\Delta \log u = 5$  námořních mil a na konci vyznačíme bod B;
- 3) Přes bod B vedeme rovnoběžku s  $N_1$  a následně vykreslíme náměr 2 ( $N_2$ );
- 4) V místě protnutí se  $N_1$  a  $N_2$  vyznačíme pozici observovanou v momentě, kdy jsme změřili druhý náměr (1300);

Pokud nepůsobí vítr ani proud a náměr 1 (N1) protíná přímkou K<sub>pv</sub> pod velmi ostrým úhlem, tak že bod A by mohl vyjít mimo rámeček mapy, použijeme pozici pravděpodobnou ke konstrukci pozice observované (viz obrázek níže).



### Postup kreslení

- 1) Z pozice vypočítané ve 1200/20,0 vedeme kolmici na náměr 1 (N1). Místo protnutí se kolmice s náměrem 1 je naší pozicí pravděpodobnou (PP);
- 2) Z pozice pravděpodobné (PP) vedeme rovnoběžku s K<sub>pv</sub> = K<sub>nd</sub> a na ní z bodu A vyznačíme uplutou vzdálenost podle logu ( $\Delta\text{logu}$ ), tím nám vznikne bod B;
- 3) Vykreslíme náměr 2 (N2) a přes bod B vedeme rovnoběžku s náměrem 1 (N1);
- 4) V místě protnutí se náměru N1 s náměrem N2 vznikne pozice observovaná v 1300 hodin a stav logu 27,0 nm;

### Přesun náměru kdy na loď působí vítr a proud

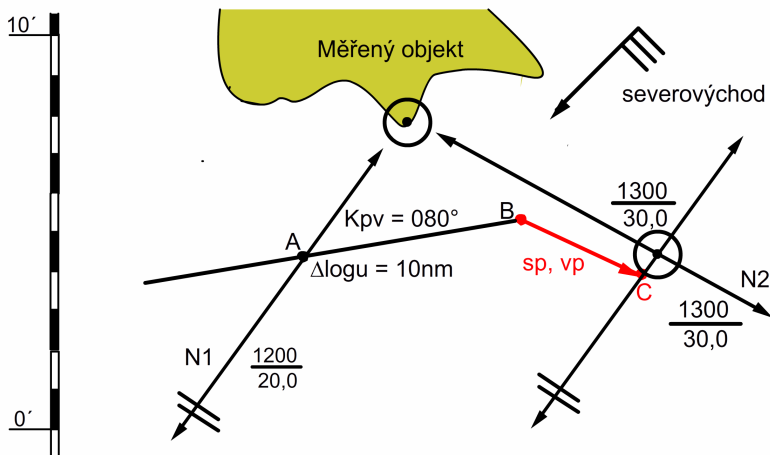
V případě kdy na loď působí vítr a proud můžeme poziční linii náměru přesunout po tom co přihlídneme k působení těchto dvou jevů. Způsob řešení je představen na následujícím příkladě.

*Kormidelník kormidluje loď kurzem (K) 075°. Severovýchodní vítr způsobuje drif 5°. V oblasti působí proud o elementech: sp = 115°, vp = 3,0 uzly; Ve 1200 hodin, log 20,0 nm navigátor provedl náměr 1 (N1) na měřený objekt 035° (např. maják). Následně ve 1300 hodin, log 30,0 nm navigátor provedl druhý náměr (N2) na stejný měřený objekt 304°. Úkolem navigátora je vyznačit pozici observovanou lodě ve 1300 hodin.*

### Postup kreslení

- 1) Vypočítáme kurz lodě po vodě:  $K_{pv} = K + \text{drif} = 075^\circ + 5^\circ = 080^\circ$ ;
- 2) Nakreslíme do mapy náměr N1 a náměr N2;
- 3) V libovolném místě na linii náměru N1 vyznačíme bod A.
- 4) Z bodu A vedeme přímkou K<sub>pv</sub> na kterou nanese  $\Delta\text{logu} = 10,0$  nm (bod B);

- 5) Z bodu B vyneseme vektor proudu ( $sp = 115^\circ$ ,  $vp = 3,0$  uzly) (bod C);
- 6) Bodem C vedeme přímkou rovnoběžnou s linií náměru N1;
- 7) V místě protnutí se linie náměru N2 a přímkou rovnoběžné s náměrem N1 vyznačíme pozici observovanou v momentě druhého náměru (1300/30,0);



### Poznámka autora

Při vyznačení pozice observované z jednoho objektu za pomoci přesunutí linie náměru je nutné (dobrá námořní praxe) dodržovat jistá nepsaná pravidla.

- a) Rozdíl mezi prvním a druhým náměrem by měl být minimálně  $30^\circ$ ;
- b) Čas, který uplynul mezi prvním a druhým náměrem by neměl být delší než 1,5h;
- c) Loď by měla plout stálým kurzem a ne příliš pomalu.

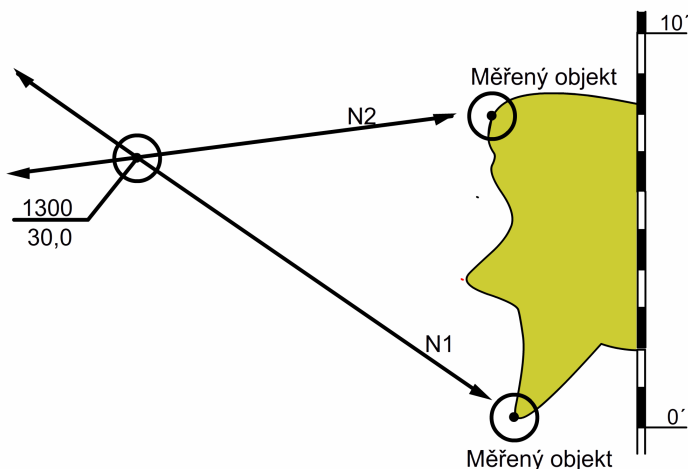
### Pozice observovaná ze dvou viditelných navigačních objektů

**P**okud z naší pozice vidíme dva navigační objekty a známe jejich položení na mapě, tak můžeme použít následující způsoby vyznačení pozice observované.

- dva náměry;
- náměr a horizontální úhel;
- horizontální úhel a vzdálenost;
- dvě vzdálenosti;

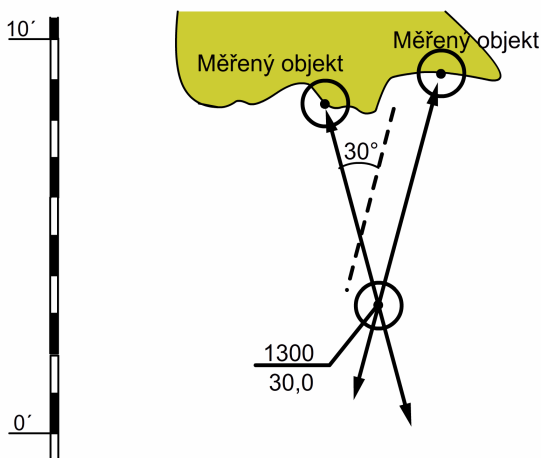
## Dva náměry

Měříce dva objekty, získáváme pozici observovanou v momentě měření v průsečíku těchto dvou náměrů. Náměry je nezbytné provést jak nejrychleji (ne déle jak několik vteřin), jeden po druhém, abychom nemuseli přihlížet k upluté vzdálenosti mezi prvním a druhým náměrem. Nejprve měříme objekt jehož náměr se mění pomaleji (objekt blíže k ose symetrie lodě). Následně měříme objekt jehož náměr se mění rychleji (objekt poblíž traversu lodě). Při výběru objektů dodržujeme pravidlo  $30^\circ$  v rozdílu náměrů.



## Náměr a horizontální úhel

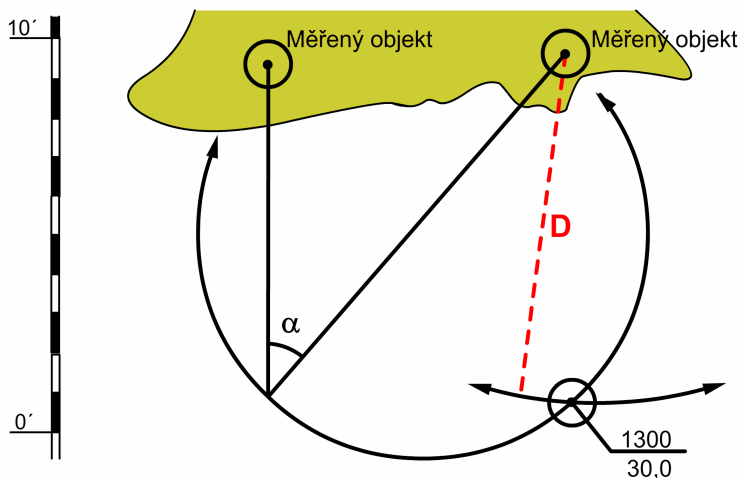
V případě, že je úhel mezi objekty příliš malý ( $\alpha < 30^\circ$ ) nebo jeden z objektů nemůžeme z místa kde je umístěn kompas zaměřit, tak provedeme náměr na jeden z objektů a následně změříme úhel mezi nimi.



## Horizontální úhel a vzdálenost

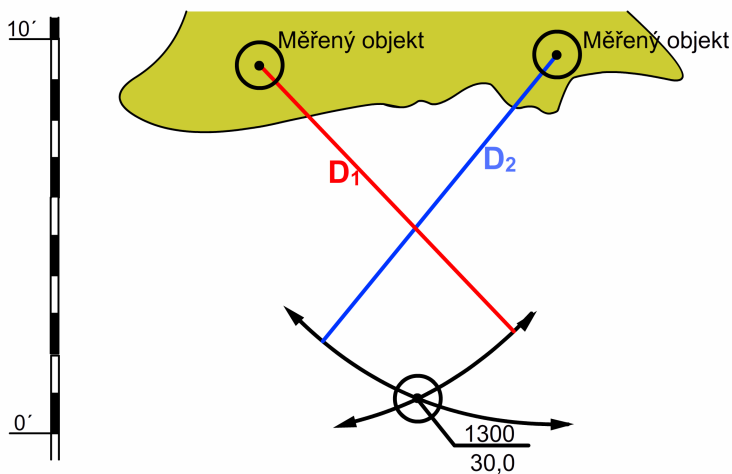
**P**okud máme možnost změřit pouze vzdálenost jednoho objektu (které se nacházejí dále od pobřežní linie), tak nejprve změříme tuto vzdálenost a následně změříme horizontální úhel sevřený mezi těmito objekty.

Podmínkou je, že:  $30^\circ < \alpha < 120^\circ$ ;



## Dvě vzdálenosti

**J**edná se o velmi často používanou metodu vyznačení pozice observované v námořní praxi. K efektivnímu využití této metody ovšem potřebujeme radar, kterým většinou menší lodě nejsou vybaveny. Vypočet vzdálenosti od objektu pomocí vertikálního úhlu je poněkud zdlouhavý a vyznačení pozice značně znesnadňuje.



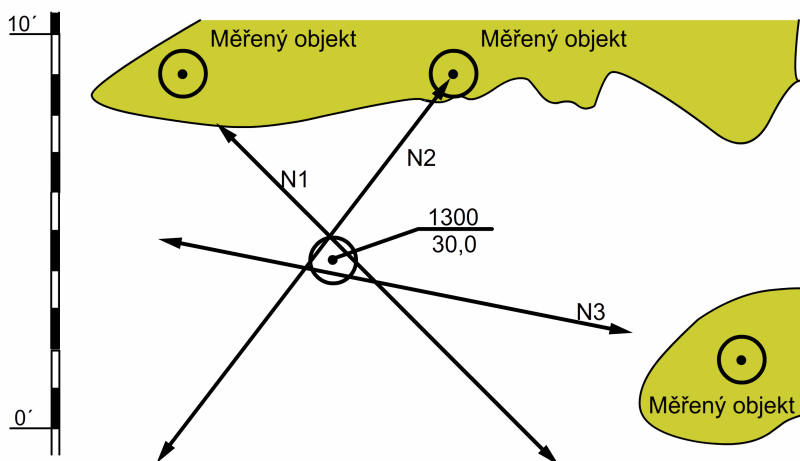
# Pozice observovaná ze třech viditelných navigačních objektů

**T**ři pevné, zidentifikované a označené objekty v navigační mapě nám dávají možnost nejpřesnějšího vyznačení pozice observované terestrickými metodami. Pozici ze třech viditelných objektů vyznačujeme následujícími způsoby:

- tři náměry;
- dva horizontální úhly;
- tři vzdálenosti;

## Tři náměry

**P**okud chceme získat velmi přesnou observovanou pozici ze třech náměrů, tak musíme tyto náměry provést v nejkratším možném čase. Pokud náměry změříme přesně a ve velmi krátkém čase, tak se nám všechny tři poziční linie protnou prakticky v jednom bodě. Nepřesnost měření a větší časový odstup mezi nimi způsobí, že se poziční linie neprotnou v jenom místě a vytvoří trojúhelník. Pokud je vzniklý trojúhelník malý, tak pozici vyznačíme „uprostřed“ tohoto trojúhelníku (střed kružnice vepsané). V blízkosti navigačního nebezpečí (např. mělčiny, ostrova) je naší pozicí observovanou ten vrchol vzniklého trojúhelníku, který je nejbližší tomuto nebezpečí. Pokud je trojúhelník příliš velký, tak bychom měli měření zopakovat. O tom či je trojúhelník malý či příliš velký rozhoduje s konečnou platností navigátor na základě toho kde loď momentálně naviguje.



V případě kdy jsou všechny tři náměry změřeny se stejnou chybou se nám náměry protnou v jednom místě.



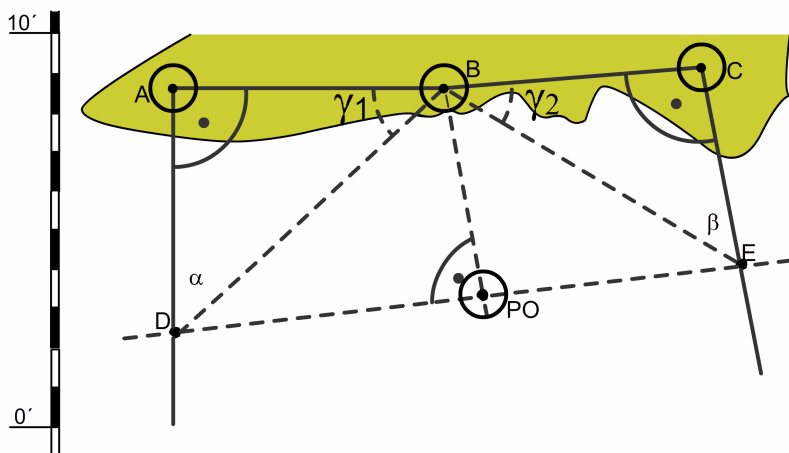
## Dva horizontální úhly

**P**ozice observovaná ze dvou horizontálních úhlů je nejpřesnější pozicí získanou pomocí metod terestrických. Měření dvou úhlů mezi třemi objekty provádíme pomocí sextantu, ručního zaměřovacího kompasu nebo optického zaměřovacího kompasu. Sextant nám umožňuje změřeni úhlu s přesností  $1'$  a celkově eliminuje chyby, které mohou vzniknout díky kolíbání se lodě při měření zaměřovacími kompasu.

Ze dvou horizontálních úhlů mezi objekty AB a BC získáme dvě poziční linie (kružnice) jejichž průsečíkem je pozice observovaná. Pozici můžeme vykreslit pomocí navigačního úhloměru nebo konstrukčně (graficky).

### Konstrukce pozice

- 1) Změříme uhly  $\alpha$  (mezi objektem A a B) a  $\beta$  (mezi objektem B a C);
- 2) Objekt B s objektem A a objekt B s objektem C propojíme polopřímkami;
- 3) Z bodu A a C na vzniklé polopřímky vedeme kolmice;
- 4) Vypočítáme uhly  $\gamma_1 = 90^\circ - \alpha$  a  $\gamma_2 = 90^\circ - \beta$ ;
- 5) Z bodu B vyneseme uhly  $\gamma_1$  a  $\gamma_2$  (získáme body D a E);
- 6) Spojíme body D a E přímkou;
- 7) Z přímky spojující body D a E vztyčíme kolmici, tak aby procházela objektem B;
- 8) Bod PO je pozicí observovanou;

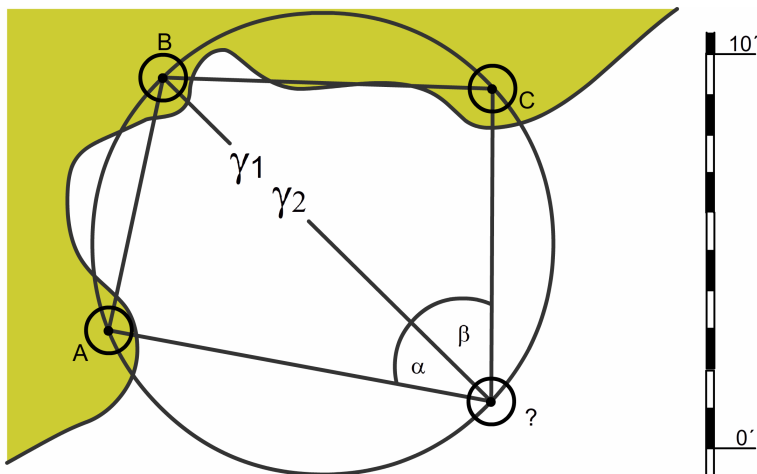


Pokud se pozorovatel (navigátor) a tři viditelné objekty nachází na obvodě jedné kružnice, tak je nemožné vyznačit tuto pozici. Vyznačení je nemožné především z toho důvodu, že obě dvě poziční linie (kružnice) se pokrývají. Tento problém můžeme odkrýt jednoduchým součtem všech třech úhlů.

Pozici nemůžeme určit když:  $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$  nebo  $\alpha + \beta + \gamma = 360^\circ$ ;

Naopak nejpřesnější pozici získáme když:  $\alpha + \beta + \gamma = 270^\circ$ ;

Na obrázku níže je graficky znázorněn případ kdy nemůžeme určit pozici ze dvou horizontálních úhlů.

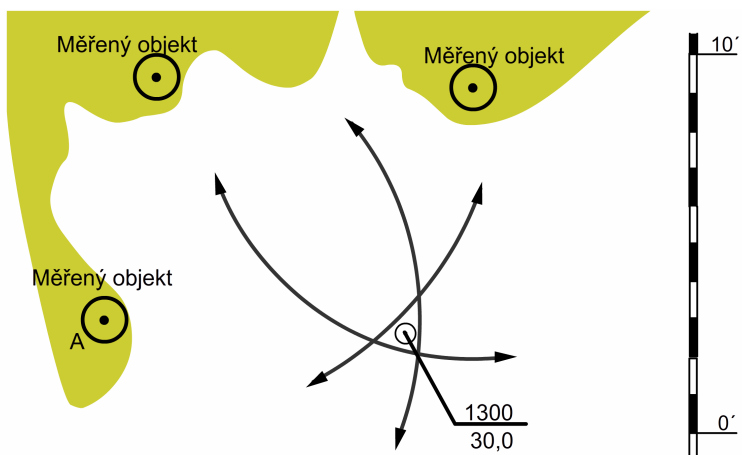


Abychom unikly problému pokrytí se pozičních linií, tak musíme dodržet pevně dané zásady.

- a) objekty leží na jedné linii;
- b) prostřední objekt (B) a pozorovatel se nacházejí na stejné straně linie, která spojuje krajní objekty;
- c) objekty jsou vrcholy trojúhelníka uvnitř kterého se nachází pozorovatel.

### Tři vzdálenosti

**P**okud můžeme změřit tři vzdálenosti od třech objektů pomocí radaru, je nezbytné využít tuto možnost a vyznačit pozici tímto způsobem, vzhledem k její velké přesnosti a rychlosti konstrukce. V případě, že se tři poziční linie (kružnice) neprotnou v jednom místě a vznikne trojúhelník, tak považujeme za pozici střed tohoto trojúhelníku.



## Použitá literatura

- [1] Brown, Son & Ferguson Ltd.: *Brown's Nautical Almanac*, 2009;
- [2] British Admiralty: *Charts, Routeing Charts, Sailing Directions, Tidal Atlas – Dover Strait*;
- [3] Gucma S., Jagniszczak I.: *Nawigacja morska dla kapitanów*, Szczecin 1997;
- [4] Wolski A.: *Nawigacja terestryczna statku*, Warszawa 2000;
- [5] Wróbel F.: *Vademecum nawigatora*, Gdynia 2002;