

# NAVIGATSIION VÄIKELAEVAJUHILE

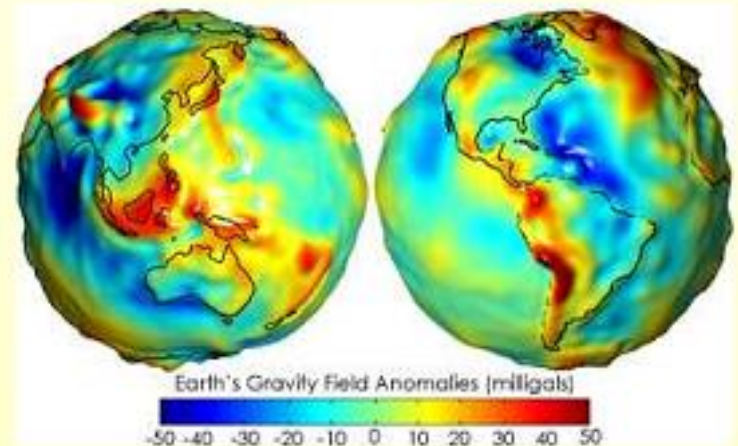
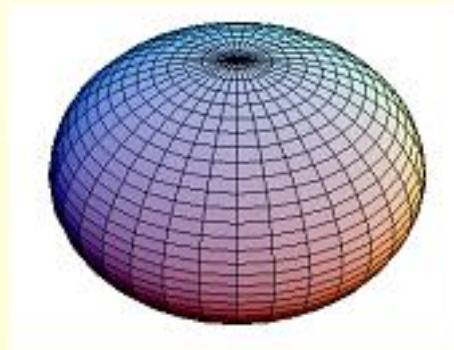
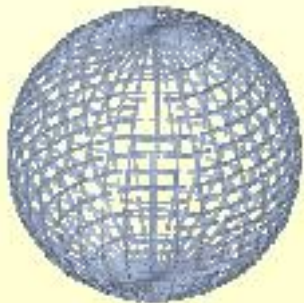
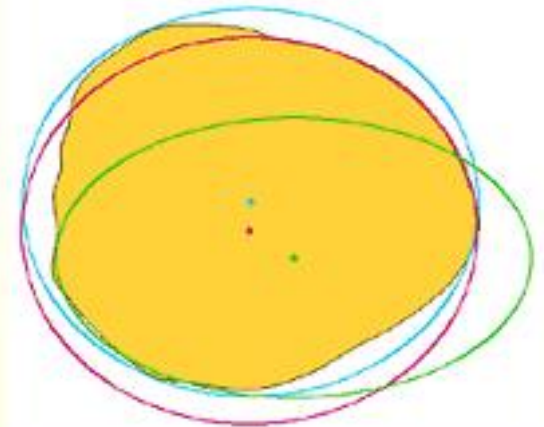
Navigatsioon I

# Sissejuhatus navigatsioon

- **Navis (Id.k) – LAEV**
- **Agere (Id.k) - JUHTIMA**
- **Navigatsioon** – protsess, mille eesmärk on juhtida alust ohutult ja efektiivselt lähtepunktist sihtpunkti
- **Navigaator** e. laevajuht – isik, kes vastutab navigatsiooni, kui protsessi tulemuste eest.

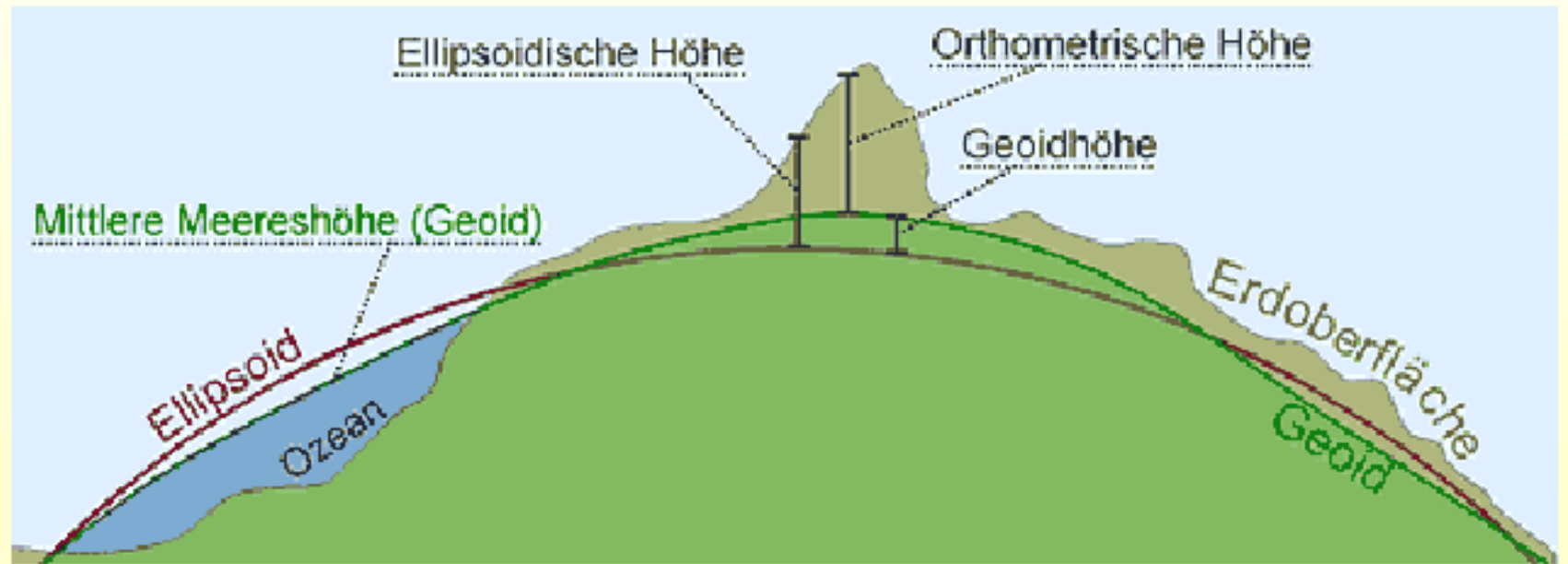
# Põhimõisted

- Maakera ei ole täiuslik kera
  - Kera
  - Ellipsoid / Sferoid
  - Geoid



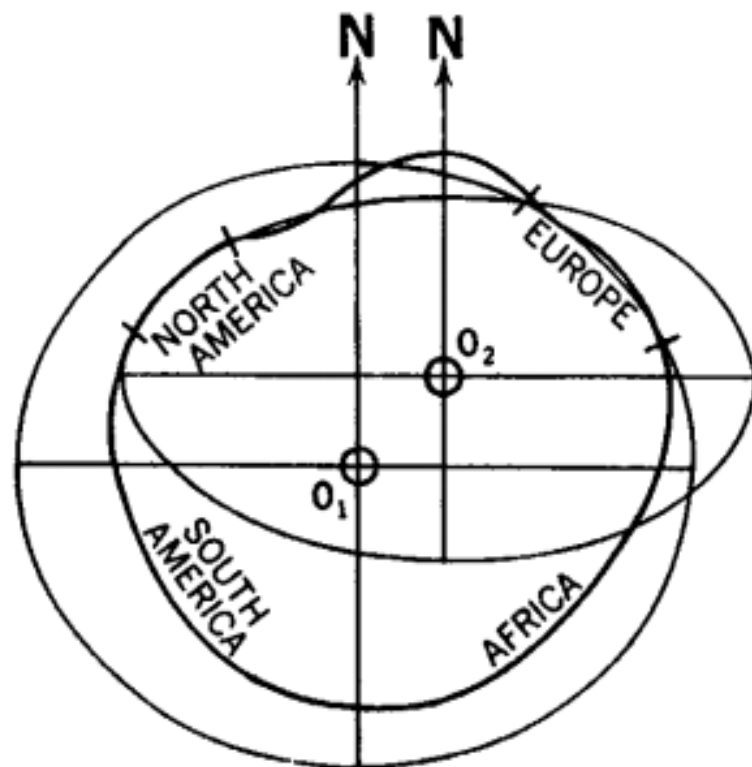
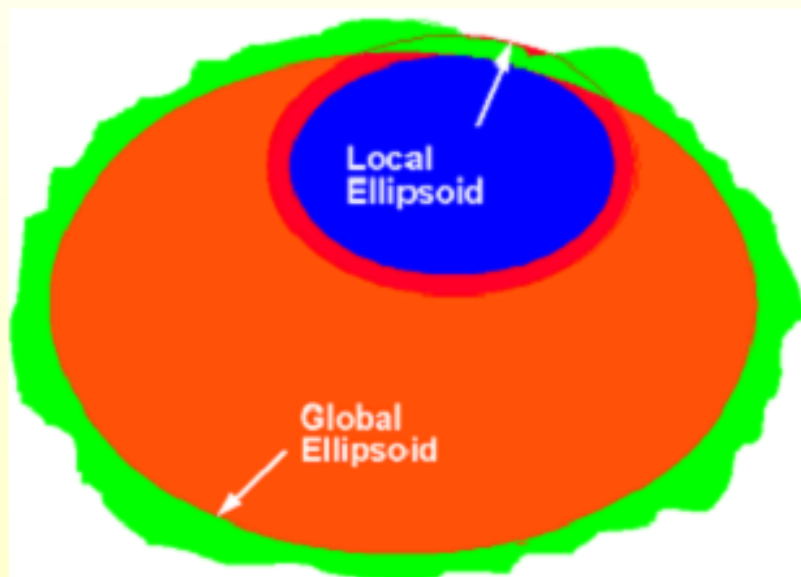
# Põhimõisted

## Maa – Ellipsoidi – Geoidi erinevus



# Põhimõisted

- Referentsellipsoidi



# Põhimõisted

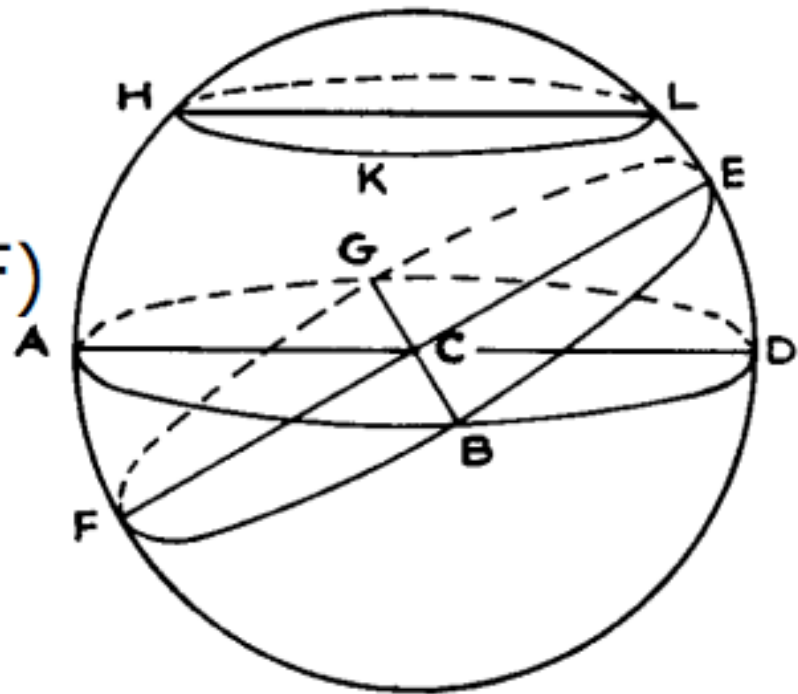
- WGS 84 raadiused:
  - Ekvaatoril (a) 6 378 137 m
  - Poolustel (b) 6 356 752,3 m
  - Kokkusurutus  $(a-b)/a$  298,26 m
- Mount Everest = 9 100 m
- Mariaani sügavik = 11 500 m



# Põhimõisted

## PÕHIJÕONED MAAKERAL:

- *Maakera pöörlemistelg*
- **Põhjapoolus** ( $P_N$ )
- **Lõunapoolus** ( $P_S$ )
- SUURRING (ABD & EBF)
- VÄIKERING (HKL)
- **Ekvaator** (ABDG)
- *Paralleelid*
- *Meridiaanid*
- **Greenwichi e. algmeridiaan**



# Põhimõisted

PARALLEELID

(laiused)



MERIDIAANID

(pikkused)



# Põhimõisted

## GEOGRAAFILISED KOORDINAADID:

- Tasandil on lihtsaim koordinaatsüsteem  $x, y$  süsteem
- Maa sferoidi paralleelid ja meridiaanid moodustavad samuti  $x, y$  koordinaatsüsteemi, mille null (origo) on koordinaatidega:

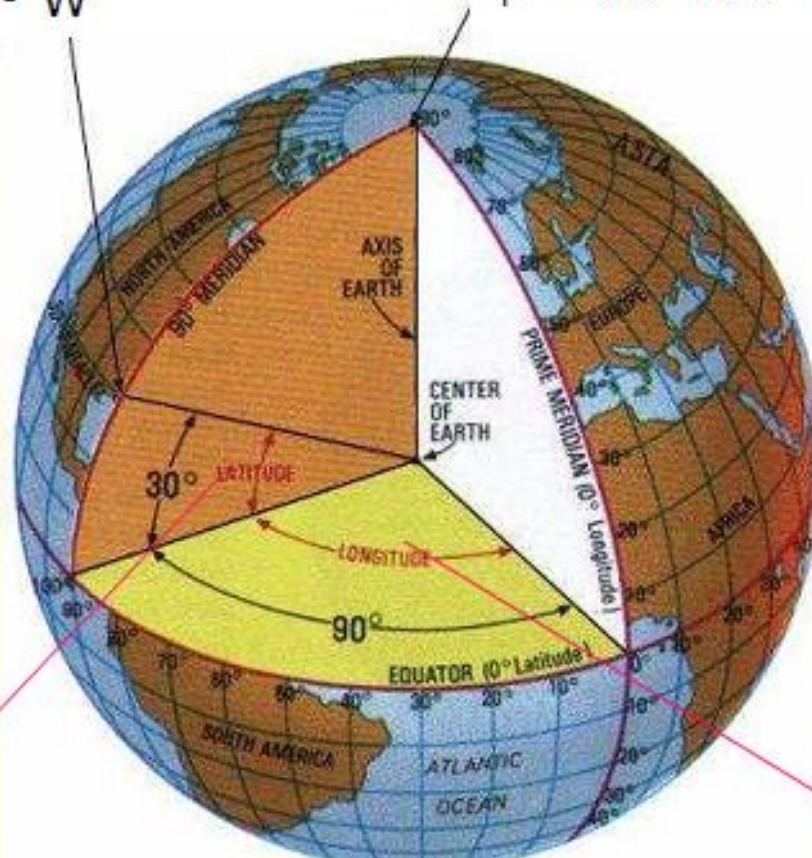
$$\varphi = 0^\circ \text{ N/S} \quad (\text{laius})$$

$$\lambda = 0^\circ \text{ E/W} \quad (\text{pikkus})$$

# Põhimõisted

$\varphi = 30^\circ \text{ N}$   $\lambda = 90^\circ \text{ W}$

$\varphi = 90^\circ \text{ N}$   $\lambda = 0^\circ\text{-}180^\circ \text{ W}$

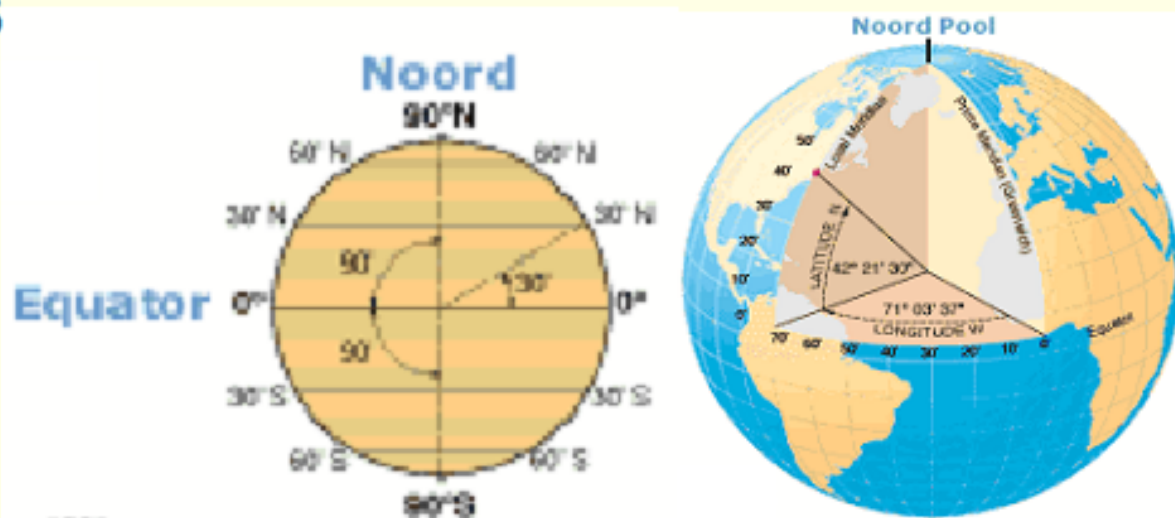


Laius ( $\varphi$ )  $30^\circ \text{ N}$

Pikkus ( $\lambda$ )  $90^\circ \text{ W}$

# Põhimõisted

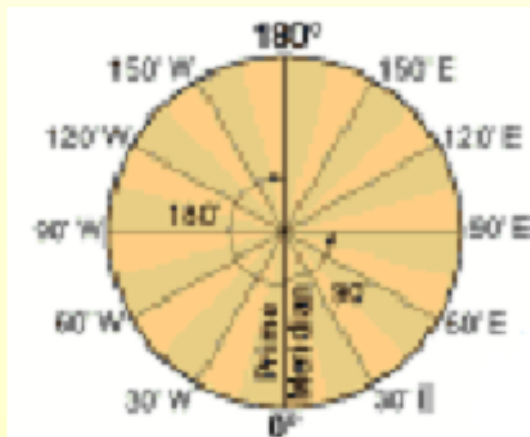
- Geograafiline **LAIUS** ( $\varphi$ ) on nurk ekvaatori ja asukoha paralleeli vahel mõõdetuna Maa keskpunkti juures. Laiust nimetatakse vastavalt põhja- või lõunalaiuseks ning tähistatakse  $90^{\circ}\text{N} - 0^{\circ} - 90^{\circ}\text{S}$



# Põhimõisted

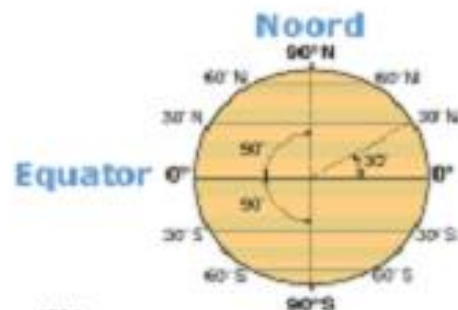
- Geograafiline **PIKKUS** ( $\lambda$ ) on nurk Greenwichi meridiaani ja asukoha meridiaani vahel mõõdetuna Maa keskpunkti juures. Pikkust nimetatakse vastavalt ida- või läänepikkuseks ning tähistatakse

**$180^{\circ}\text{W} - 0^{\circ} - 180^{\circ}\text{E}$**

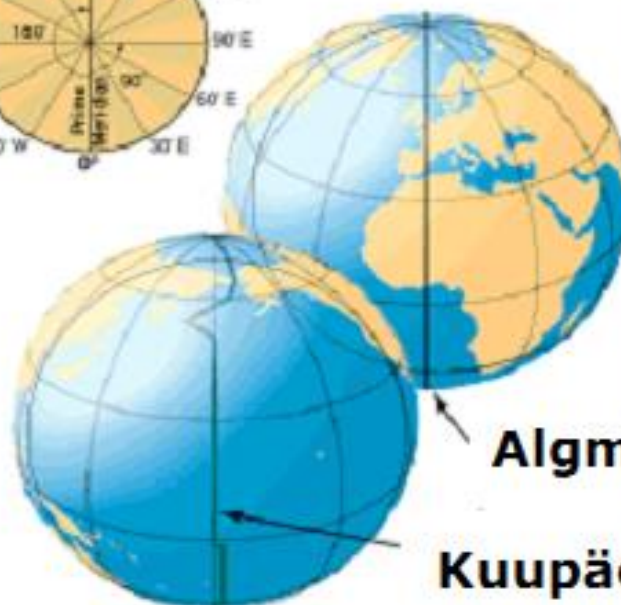
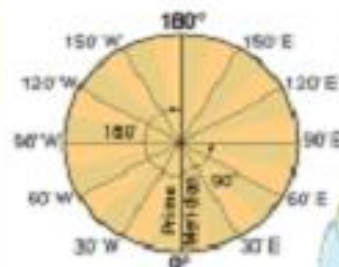


# Põhimõisted

**LONGITUDE**  
**PIKKUS ( $\lambda$ )**  
**180°E – 0° – 180°W**



**LATITUDE,**  
**LAIUS ( $\varphi$ )**  
**90°N – 0° – 90°S**



**Algmeridiaan**

**Kuupäeva meridiaan**

# Põhimõisted

**Meremiil** (nautical mile)  $1M = 1,852 \text{ km}$  ;  $1 \text{ km} = 0,54M$

**Kaabeltau** (cable)  $1kbt = 0,1M=185,2m$  ;  $1km = 5,4kbt$

**Meresüld** (fathom)  $1 \text{ süld} = 6jalga = 1,8288m$  ;  $1m = 0,5468 \text{ sülda}$

**Jalg** (foot)  $1 \text{ jalg} = 0,3048m$  ;  $1m = 3,28 \text{ jalga}$

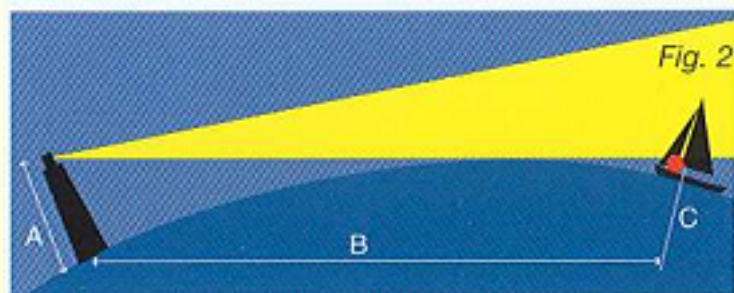
**Toll** (inch)  $1 \text{ toll} = 2,54cm$  ;  $1cm = 0,3937 \text{ tolli}$

**Hobujõud** (horse power)  $1hj = 0,736 \text{ kW}$  ;  $1kW = 1,36hj$

**Sõlm** (knots)  $1kn = 1 \text{ meremiil / tunnis} = 0,514 \text{ m/s}$

# 1.1. Silmapiir ja objektide nähtavuskaugus

**Geograafiline nähtavuskaugus** on maksimaalne nähtavuskaugus millelt on võimalik antud objekti näha. Geograafiline nähtavuskaugus sõltub ainult **Maa kujust, vaatleja ja vaadeldava objekti kõrgusest** Maa pinnal ja **refraktsioonist**. Maa refraktsioon oleneb vee ja õhu temperatuuri erinevusest, õhurõhust, niiskusest ja tolmust.

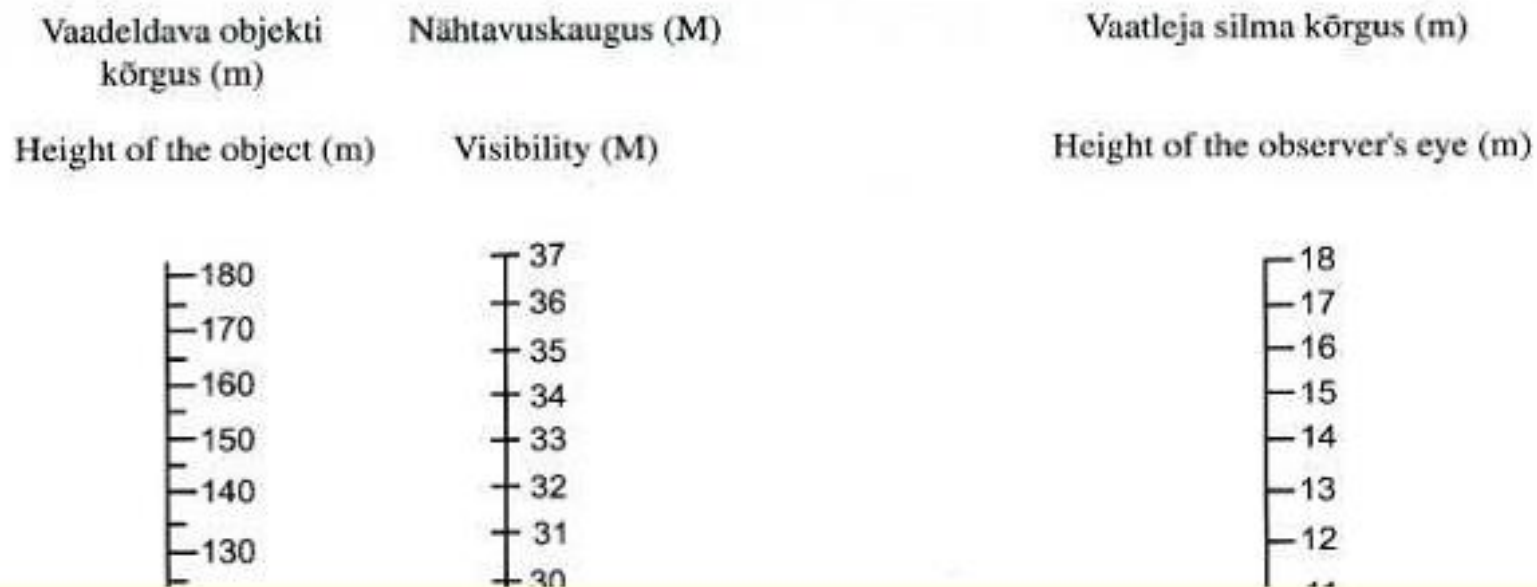


$$D = 2,1(\sqrt{e} + \sqrt{H})$$

D – geograafiline nähtavuskaugus meremiilides  
e – vaatleja silma kõrgus meetrites ja  
H – tuletorni kõrgus meetrites.

# 1.1. Silmapiir ja objektide nähtavuskaugus

## OBJEKTIDE GEOGRAAFILISE NÄHTAVUSKAUGUSE NOMOGRAMM OBJECT GEOGRAPHIC VISIBILITY NOMOGRAM





# 1.1. Silmapiir ja objektide nähtavus kaugus

**Optiline nähtavuskaugus** on suurim kaugus millelt võib objekti näha antud hetkel valitsevatel meteoroloogilistel tingimustel. Optiline nähtavuskaugus sõltub peale atmosfääri läbipaistvuse (meteoroloogilise nähtavuse) veel päeval jälgitava objekti ja fooni kontrastist ja öösel jälgitava tule valgustugevusest.

Majakate ja meremärkide optimaalne valgustussüsteem peab tagama majaka geograafilise ja optilise nähtavuskauguse võrdsuse selge nähtavusega ilm korral

## 2.Suundade määramine merel

Laevajuhtimises kasutatavaks algsuunaks tõelise horisondi tasandil on tõeline meridiaan. Igasuguse suuna maakera pinnal võib määrata tõelise meridiaani (N-S suund) ja antud eseme suuna vahelise nurga kaudu. Suundade määramiseks ja tähistamiseks merel jagatakse tõelise horisondi tasand võrdseteks osadeks.



# 2.1. Horisondi jagamise süsteem

**Täisringsüsteemis** moodustab horisont täisringi. Nurki mõõdetakse kraadides alates  $0^\circ$  kuni  $360^\circ$ . Suundi mõõdetakse alati kellaosuti liikumise suunas. Suunad  $0^\circ$  ja  $360^\circ$  iseloomustavad mõlemad tõelist meridiaani (N). Täisringsüsteem on kõige laialdasemalt kasutatav horisondi jaotamise süsteem kaasaegses navigatsioonis.

**Poolringsüsteemi** korral jagatakse horisont pooleks. Nurki mõõdetakse kraadides  $0^\circ$  kuni  $180^\circ$  alates N ja S, E ja W poole. Näiteks: N78°W, S145°E . Poolringsüsteemi kasutatakse mereastronoomias.

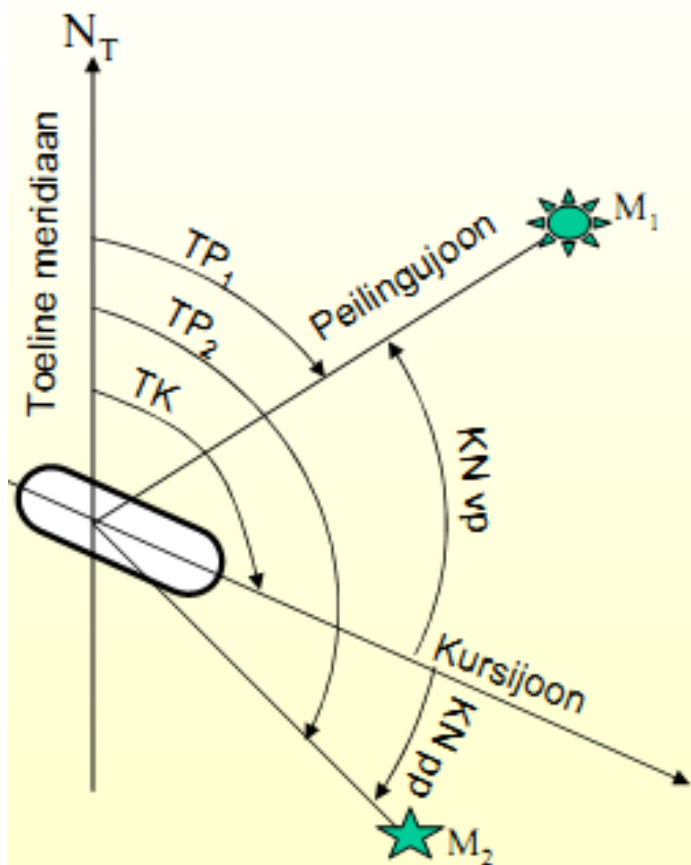
**Veerandringsüsteem** on horisondi jaotamise süsteem, milles horisont jagatakse neljaks veerandiks. Veerandite sees mõõdetakse nurki kraadides  $0^\circ$  kuni  $90^\circ$  alates N ja S, E ja W poole. Näiteks: NW25°, NE 75°, SE30°. Veerandringsüsteemi kasutatakse sfääriliste kolmnurkade lahendamisel.

**Rumbisüsteemi** aluseks on horisondi jaotus 32 rumbiks. Üks rumb kraadides on  $360^\circ/32 = 11,25^\circ$ . Rumbe N, S, E ja W nimetatakse põhirumbideks; NE, SE, SW ja NW veerandrumbideks. Ülejäänud rumbid on vaherumbid. Rumbide nimetustes sisaldub hollandikeelne eessõna „ten“, mis tähendab „millegi poole“. Näiteks esimene rumb NtE loetakse „nord-ten-ost“ ja tähendab „põhjast ida poole“.

# 2.1. Horisondi jagamise süsteem

NE - veerand			SE - veerand			SW - veerand			NW - veerand		
Rumbi nr.	Rumbi nimetus	kraadid	Rumbi nr.	Rumbi nimetus	kraadid	Rumbi nr.	Rumbi nimetus	kraadid	Rumbi nr.	Rumbi nimetus	kraadid
0	<b>N</b>	0°	0	<b>S</b>	0°	0	<b>S</b>	0°	0	<b>N</b>	0°
1	NtE	11 ¼	1	StE	11 ¼	1	StW	11 ¼	1	NtW	11 ¼
2	NNE	22 ½	2	SSE	22 ½	2	SSW	22 ½	2	NNW	22 ½
3	NEtN	33 ¾	3	SEtS	33 ¾	3	SWtS	33 ¾	3	NWtN	33 ¾
4	<b>NE</b>	45°	4	<b>SE</b>	45°	4	<b>SW</b>	45°	4	<b>NW</b>	45°
5	NEtE	56 ¼	5	SEtE	56 ¼	5	SWtW	56 ¼	5	NWtW	56 ¼
6	ENE	67 ½	6	ESE	67 ½	6	WSW	67 ½	6	WNW	67 ½
7	EtN	78 ¾	7	EtS	78 ¾	7	WtS	78 ¾	7	WtN	78 ¾
8	<b>E</b>	90°	8	<b>E</b>	90°	8	<b>W</b>	90°	8	<b>W</b>	90°

## 2.2. Tõeline kurss, tõeline peiling, kursinurk



Laevajuhtimises arvestatakse kahe suuguseid suundi :

- laeva liikumise suunda ja
- suundi laeva ümbritsevatele esemetele

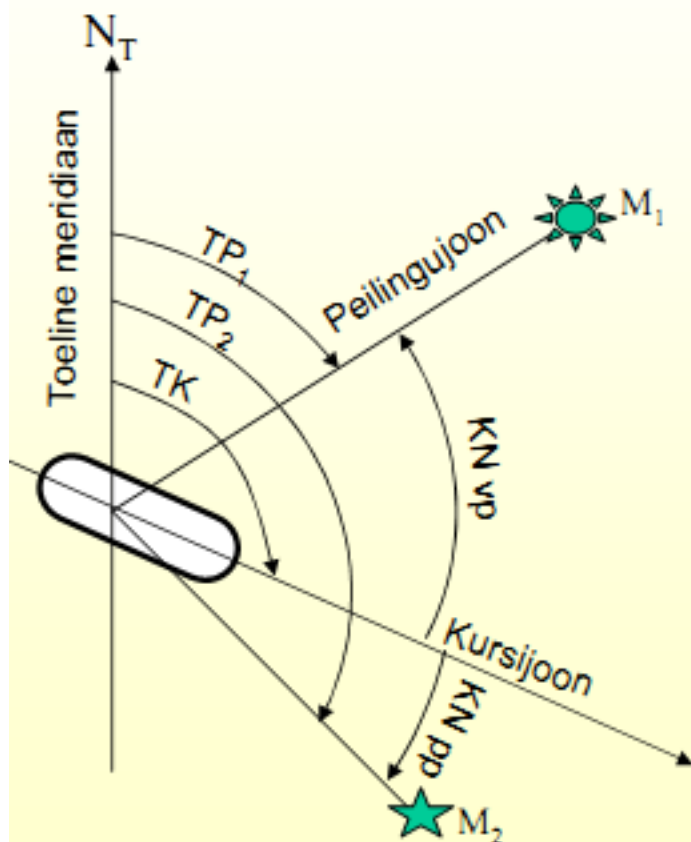
Kaardile kantud laeva **pikitasandi suunda** nimetatakse **kursiks**.

Kurss väljendub meridiaani ja **kursijoone** vahelises nurgas.

**Tõeline kurss ( $TK$ )** on nurk tõelise meridiaani nordipoolse osa ja laeva pikitasandi vahel.

$TK$  loetakse tõelise meridiaani nordipoolsest osast päripäeva kuni laeva vööripoolse pikitasandini.

## 2.2. Tõeline kurss, tõeline peiling, kursinurk



Kaardile kantud suunda esemele nimetatakse **peilingujooneks**.

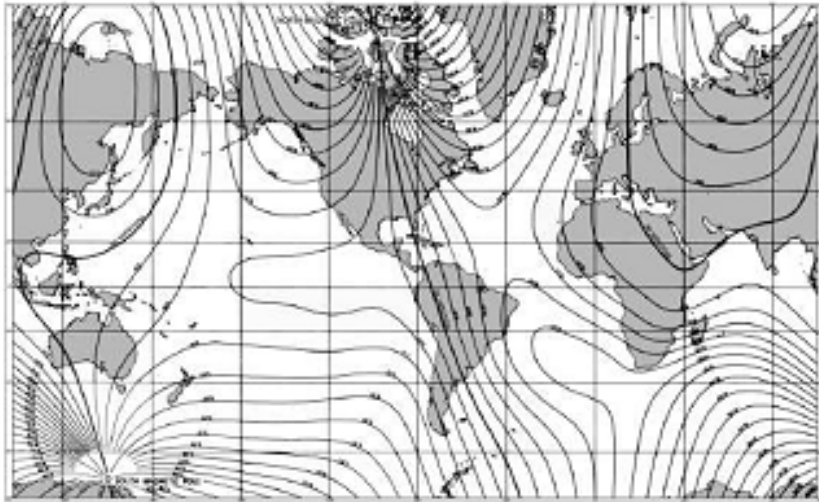
**Peiling** kujutab endast nurka meridiaani ja suuna vahel antud esemele.

**Kursinurk (KN)** on nurk laeva vööripoolse pikitasandi ja suuna vahel antud esemele. Kursinurki loetakse paremale ( $KN$  pp.) ja vasakule ( $KN$  vp.)  $0^\circ$ -st kuni  $180^\circ$ -ni.

**Tõeline peiling (TP)** on nurk tõelise meridiaani nordipoolse osa ja suuna vahel antud esemele.

$$\begin{aligned} TP &= TK + KN, \\ TK &= TP - KN, \\ KN &= TP - TK. \end{aligned}$$

## 2.3.Maa magnetväli. Magnetmeridiaan.



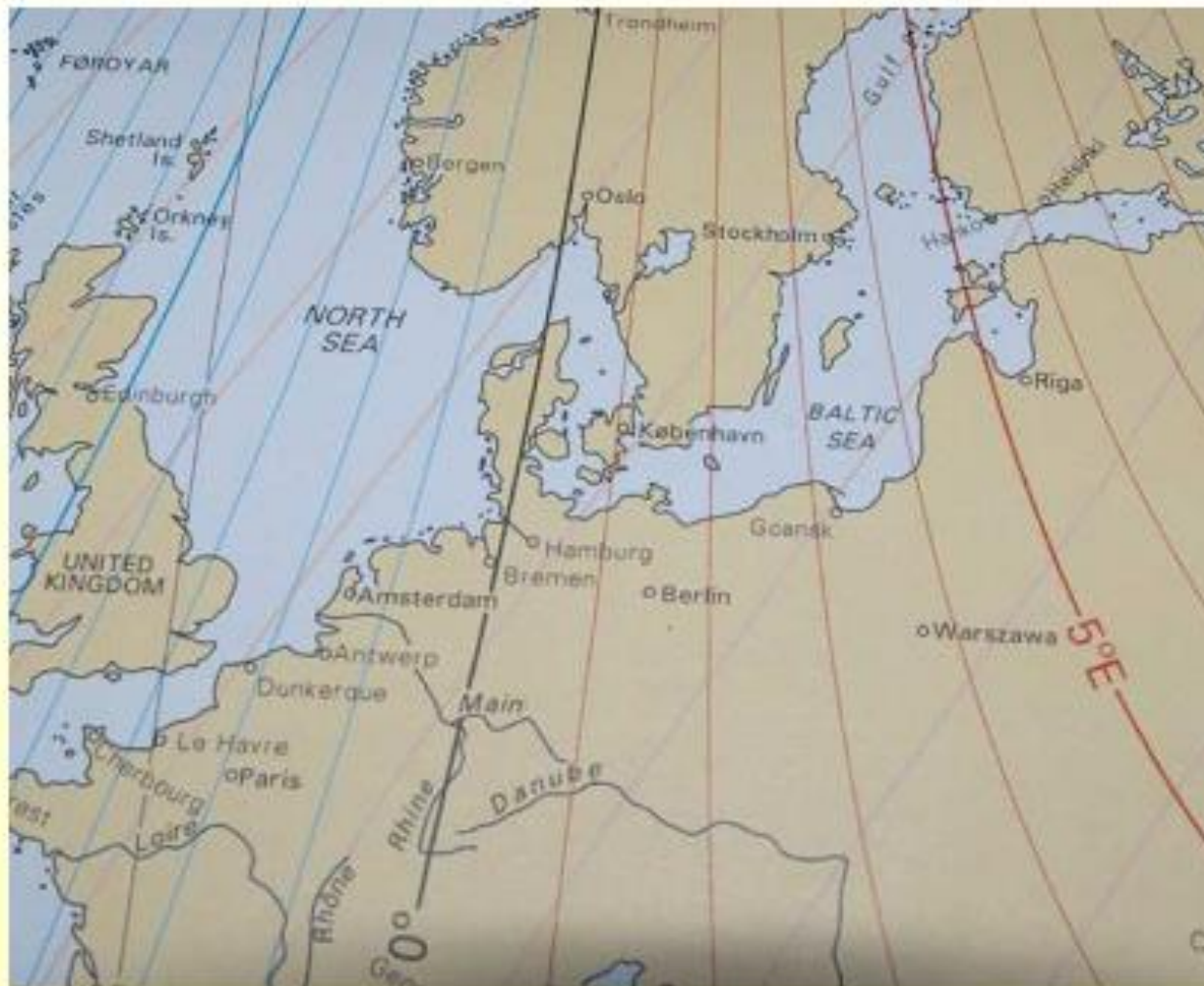
Maa magnetismi mõju all oleva magnetnõela telge ja maakera keskpunkti läbivat püsttasapinda nimetatakse *magnetmeridiaani tasandiks*.

Maapinna lõikejoont magnetmeridiaani tasandiga antud punktis nimetatakse *magnetmeridiaaniks*.

Magnetnõel asub alati magnetmeridiaani tasandis, näidates selle suunda .

Oma esialgsel kujul oli merekompass väike magnetnõel, kinnitatud puu- või korgitükikesele. Kui oli vaja määrata laeva kurssi, siis pandi kork nõelaga veega täidetud nõusse, kus see peale mõningaid võnkumisi jäi püsima meridiaani järgi, näidates, nagu siis arvati ühe otsaga põhja, teisega lõunasse.

## 2.3. Maa magnetväli. Magnetmeridiaan.





## 2.4. Magnetkompass

Magnetkompassi töö rajaneb püstteljel vabalt pöörleva magnetnõela omadusel – näidata alati Maa magnetvälja suunda, s. t. põhja-lõuna suunda.

Magnetnõela omadusi on kirjeldatud juba umbes 2000 aastat tagasi vanahiina kroonikais.

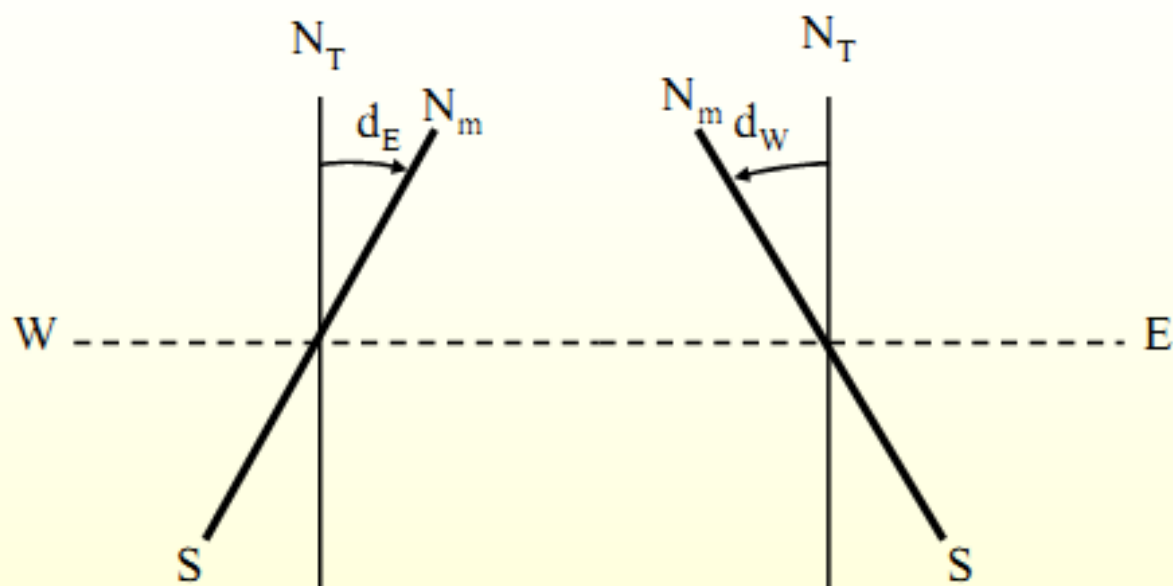
**Esimene** kirjalik teade magnetkompassi kasutamise kohta **Europas pärineb aastast 1180,**

see kujutas endast veeanumas ujuvat korki, millele oli kinnitatud magnetnõel.

Alates 14. sajandist paikneb magnetnõel juba vertikaalsel teravikul ilmakaarte tähistega ringskaala kohal.



## 2.5. Magnetkurss, -peiling ja variatsioon.

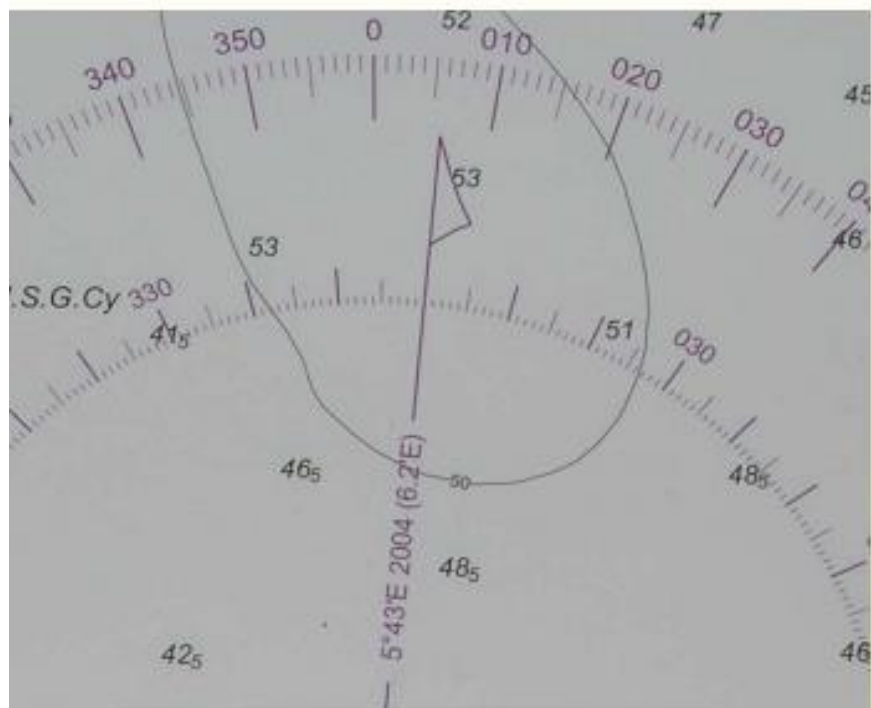


Kuna maakera geograafilised ja magnetilised poolused üksteisega ei ühti, näitab kompassinõel alati magnetmeridiaani, aga mitte tõelise meridiaani suunda. Kompassinõela kõrvalekaldumist tõelisest meridiaanist nimetatakse **variatsiooniks (magnetkäändeks)**.

Kui magnetnõela nordipoolne ots kaldub tõelisest meridiaanist ida poole (***E-i***), siis sellele omistatakse **märk (+)**; kui magnetnõela nordipoolne ots kaldub lääne poole (***W-i***), on variatsioon **vesti ning saab miinusmärgi (-)**.

Maakera mitmesugustes punktides on variatsiooni väärtus erinev ja muutub **+180° kuni -180°** piires.

## 2.5. Magnetkurss, -peiling ja variatsioon.



7°58'E 2007 (8'E)

Kaartidele kantakse variatsiooni väärtus mingi kindla aasta jaoks ja variatsiooni iga-aastane muutus. Kaardi kasutamisel aastal, mis erineb kaardile kantud variatsiooni väärtuse aastast, tuleb arvutada variatsioon antud aasta jaoks, kasutades variatsiooni iga-aastast muutust.

### Näide:

Kaardil antud variatsioon on 5,2° E (1999), aastane muutus on 0,06° E. Määrata variatsioon 2006 aastal.

### Lahendus:

$$\Delta d = +0,06^\circ \times (2006 - 1999) = 0,42^\circ \text{ E}$$
$$d = +0,42^\circ + 5,2^\circ = 5,62^\circ \text{ E.}$$

## 2.5. Magnetkurss, -peiling ja variatsioon.

Isogoonid  
(samamagnetkäände jooned)  
*Isogonals*  
(*lines of equal magnetic variation*)

3° W (5'E)

1° W (3'E)

0° (0')

1° E (3'W)

Magnetkäände kõverad aastaks 2000.

Magnetkääne on näidatud kraadides, mille järel on vastavalt kas E või W. Aastane muutumine on sulgudes magnetkäände järel ja seda näidatakse minutites, mille järel on vastavalt kas E või W.

*Magnetic variation curves are for 2000.*

*The magnetic variation is shown in degrees, followed by the letter E or W, as certain positions on the curves. The annual change is expressed in minutes with the letter E or W and is given in brackets, immediately following the variation.*

±15°

Kohalik magnetanomaalia. Piiritletud alal võib magnetiline kääne olla normaalsest erinev näidatud suuruse võrra

*Local Magnetic Anomaly. Within the enclosed area the magnetic variation may deviate from the normal by the value shown*

Local Magnetic Anomaly  
(see Note)

Täpselt piiritlemata ala. Näidatakse ainult märkust ala asukohas

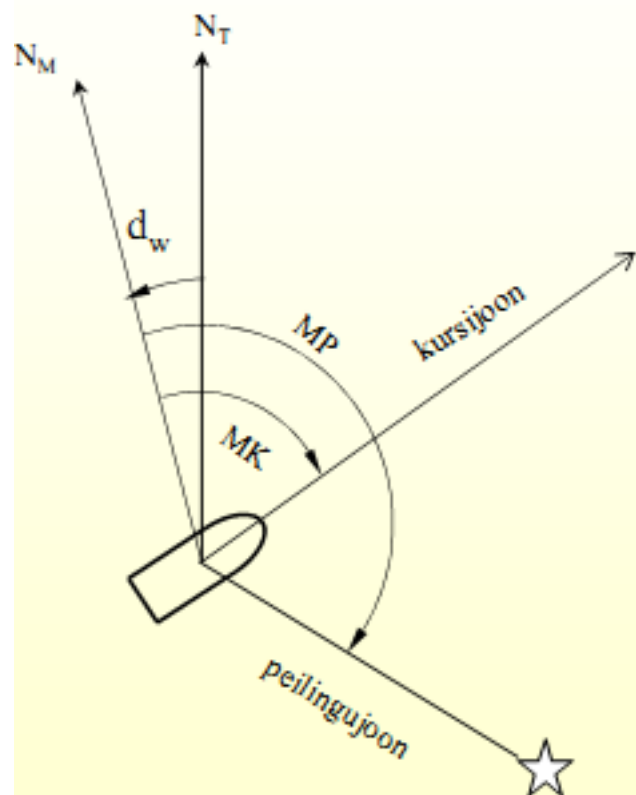
*Where the area affected cannot be easily defined, a legend only is shown at the position*

## 2.5. Magnetkurss, -peiling ja variatsioon.

Variatsioonin suurus Pariisis

<b>Aasta</b>	<b>Variatsioon</b>	<b>Aasta</b>	<b>Variatsioon</b>	<b>Aasta</b>	<b>Variatsioon</b>
<b>1541</b>	<b>+7°00'E</b>	<b>1680</b>	<b>-2°45'W</b>	<b>1848</b>	<b>-20°41'W</b>
<b>1578</b>	<b>+9°03'E</b>	<b>1710</b>	<b>-10°50'W</b>	<b>1880</b>	<b>-16°52'W</b>
<b>1622</b>	<b>+6°00'E</b>	<b>1740</b>	<b>-15°30'W</b>	<b>1900</b>	<b>-14°44'W</b>
<b>1634</b>	<b>+4°16'E</b>	<b>1770</b>	<b>-19°50'W</b>	<b>1917</b>	<b>-13°30'W</b>
<b>1664</b>	<b>+0°00'E</b>	<b>1814</b>	<b>-22°34'W</b>	<b>1926</b>	<b>-11°40'W</b>

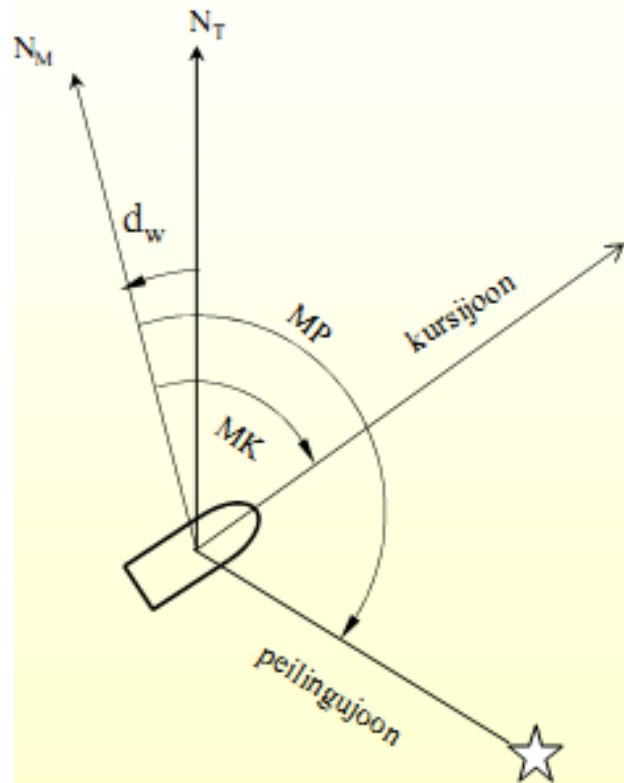
## 2.5. Magnetkurs, -peiling ja variatsioon.



**Magnetkursiks (MK)** nimetatakse nurka vaatleja tõelise horisondi tasandis nordipoolse magnetmeridiaani osa ja laeva vööripoolse pikitasapinna vahel.

**Magnetpeilinguks (MP)** nimetatakse nurka vaatleja horisondi tasandis nordipoolse magnetmeridiaani osa ja suuna vahel mingile esemele.

## 2.5. Magnetkurss, -peiling ja variatsioon.



Magnetkurss ja peiling on vesti variatsiooni puhul suuremad tõelisest kursist ja tõelisest peilingust, osti variatsiooni puhul aga väiksemad.

Variatsiooni arvutamiseks kasutatakse valemeid:

$$TK = MK + dE,$$
$$TK = MK - dW$$

$$TP = MP + dE,$$
$$TP = MP - dW$$

## 2.6. Kompassimeridiaan ja deviatsioon

Ükski keha pole magnetismi suhtes täiesti neutraalne, aga mõnedel kehadel ilmnevad magnetilised omadused eriti tugevalt (teras, koobalt, nikkel ja mõnede metallide sulamid).

Magnetismi suhtes praktiliselt ükskõiksed on vask, hõbe, elavhõbe, seatina, valgevask jt.

Iga magneti ümber moodustub magnetväli. Kui asetada rauatükk magnetvälja, siis ta magnetiseerub ja saab magnetilised omadused. Samuti magnetiseerub Maa magnetvälja mõjul

laevaraud. Laevamagnetism mõjub kompassi magnetnõelale, mis selle tagajärjel kaldub kõrvale

magnetmeridiaanist ja hakkab näitama nn. kompassimeridiaani suunda.

**Kompassimeridiaan** on suund, mida näitab kompassinõel laeval. Laevaraua magnetvälja mõjul

tekib kompassikodariku *N-S* suuna hälve magnetmeridiaanist.

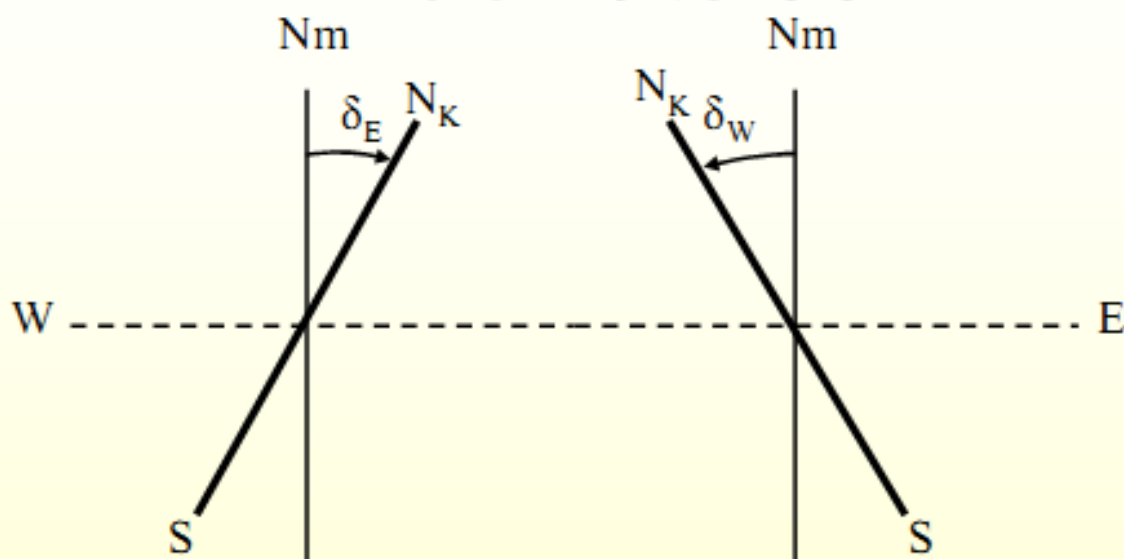
Seda nimetatakse **magnetkompassi deviatsiooniks**.

Deviatsiooni tähistatakse tähega  $\delta$ , kusjuures eristatakse ida- ja läänedeviatsiooni.

Kursi muutudes muutub ka deviatsioon, sest koos sellega muutub laeva pehmeraua magnetism.



## 2.6. Kompassimeridiaan ja deviatsioon



Kui kompassimeridiaani nordipoolne osa kaldub magnetmeridiaani nordipoolsest osast **E-i**, on meil ida ehk osti deviatsioon ja talle omistatakse märk **pluss (+)**, kui aga kompassimeridiaani nordipoolsest osast **W-i** poole, on meil lääne ehk vesti deviatsioon märgiga **miinus (-)**.

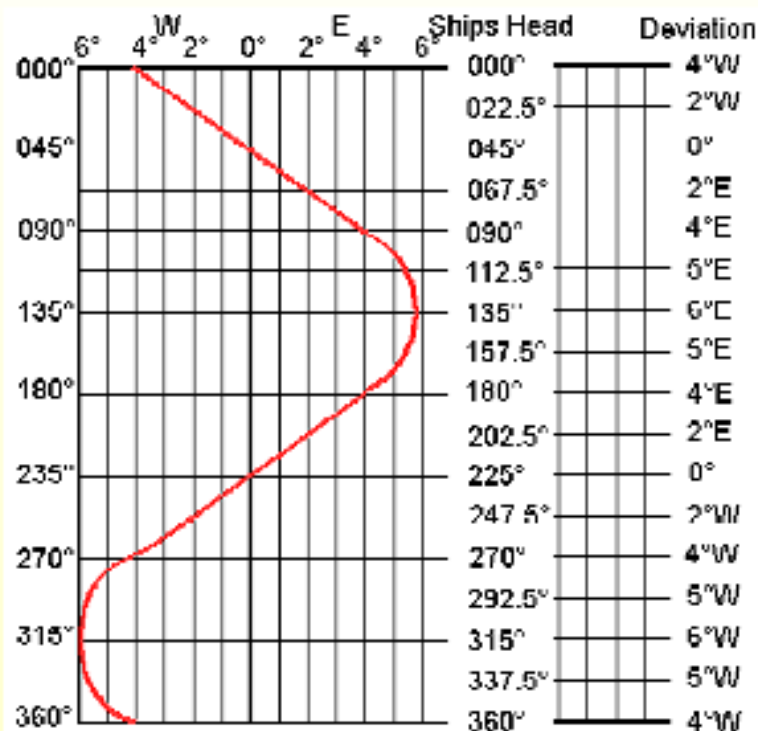
Deviatsiooni väärtus oleneb kompassi asetusest laevaraua suhtes. Mida kaugemal on kompass suurtest laevaraua massidest, seda väiksem on selle raua magnetvälja mõju ning deviatsioon.

## 2.6. Kompassimeridiaan ja deviatsioon



## 2.6. Kompassimeridiaan ja deviatsioon

### DEVIATSIOONI TABEL:



KK + deviatsioon = MK

MK + variatsioon = TK

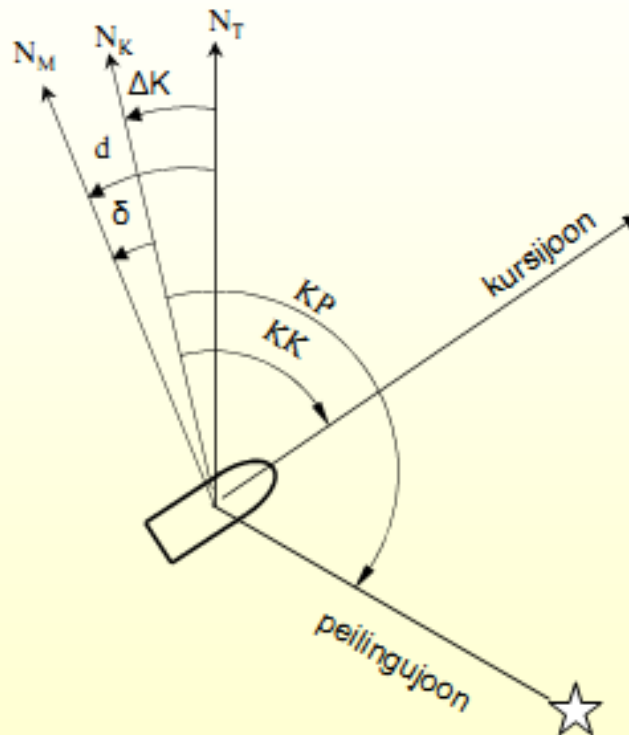
Deviatsiooni määramine liinidel:

- 8 põhikurssi: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW.
- 8 põhikursil määrata deviatsioon

TK - variatsioon = MK

MK - KK = deviatsioon

## 2.7. Kompassikurss, -peiling ja deviatsioon

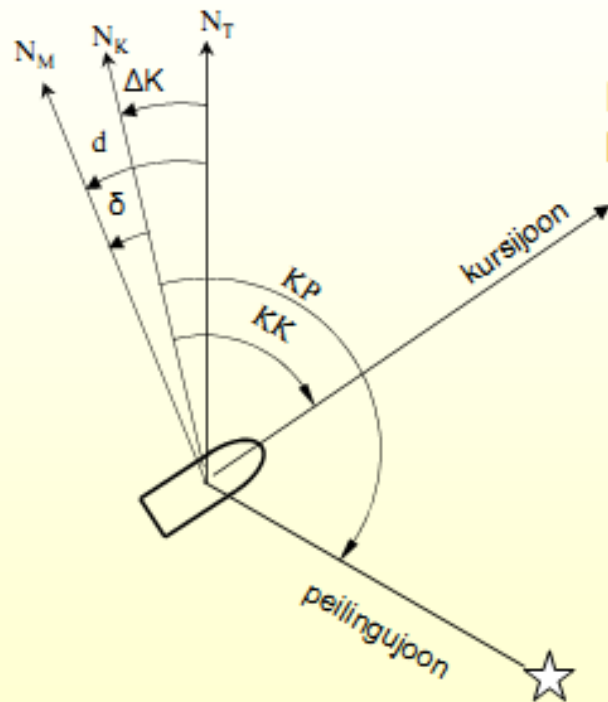


**Magnetkompassi** järgi määratakse kompassikursid ja kompassipeilingud. Kõik suunad, mis on määratud magnetkompassikodariku poolt näidatud kompassimeridiaani suhtes, on kompassikurss (või -peiling).

**Kompassikurss (KK)** on nurk vaateleja tõelise horisondi tasandis kompassimeridiaani nordipoolse osa ja laeva pikitasapinna vööriosa vahel.

**Kompassipeiling (KP)** on nurk kompassimeridiaani nordiosa ja objekti suuna vahel vaateleja tõelise horisondi tasandis.

## 2.7. Kompassikurss, -peiling ja deviatsioon



Kompassikurssi ja kompassipeilingut loetakse kompassimeridiaani nordiosast päripäeva 0-st kuni 360°-ni.

$$MK = KK + \delta;$$

$$KK = MK - \delta;$$

$$MP = KP + \delta;$$

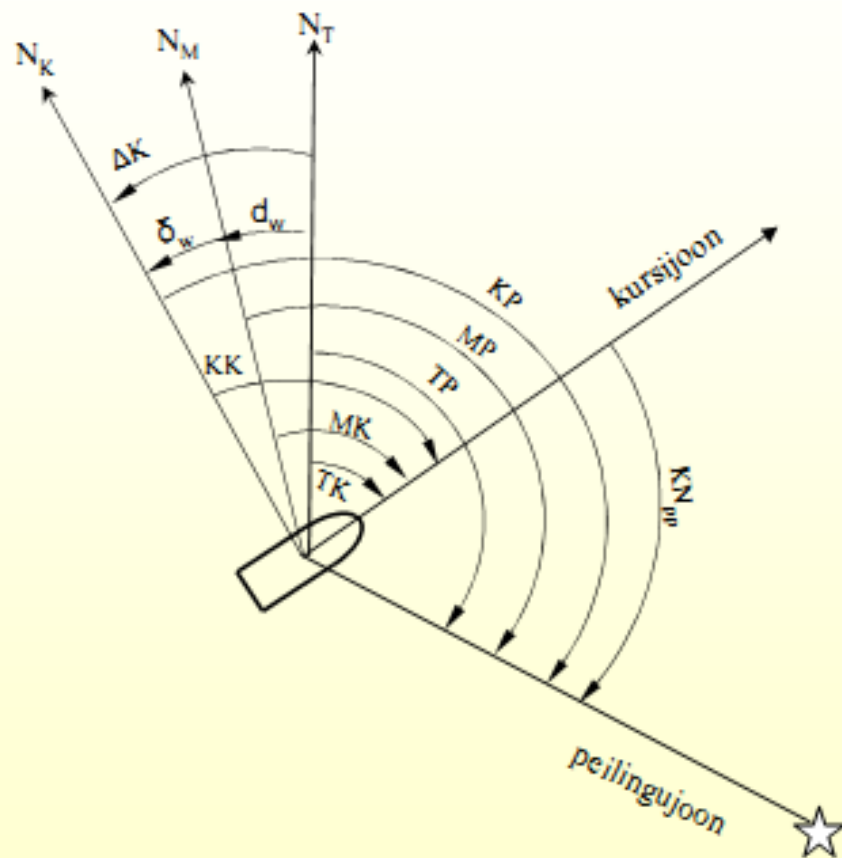
$$KP = MP - \delta.$$

Need valemid on algebralised ja  $\delta$  tuleb panna valemisse oma märgiga.

Magnetkompassi öiendi ( $\Delta K$ ) võib arvutada variatsiooni ( $d$ ) ja deviatsiooni ( $\delta$ ) järgi:

$$\Delta K = d + \delta$$

# 2.8.Kursid ja peilingud



$$\begin{array}{l}
 \text{KK} = \\
 + \delta = \pm
 \end{array}
 \quad \frac{\quad}{\quad}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{M} \\
 \text{K} = \\
 + d = \pm
 \end{array}
 \quad \frac{\quad}{\quad}$$

$$\text{TK} =$$

$$\begin{array}{l}
 \delta = \pm \\
 + d = \pm
 \end{array}
 \quad \frac{\quad}{\quad}$$

$$\Delta K =$$

$$\begin{array}{l}
 \text{TK} = \\
 - d = \pm
 \end{array}
 \quad \frac{\quad}{\quad}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{M} \\
 \text{K} = \\
 - \delta = \pm
 \end{array}
 \quad \frac{\quad}{\quad}$$

$$\text{KK} =$$

$$\begin{array}{l}
 \text{KP} = \\
 + \Delta K = \pm
 \end{array}
 \quad \frac{\quad}{\quad}$$

$$\text{TP} =$$

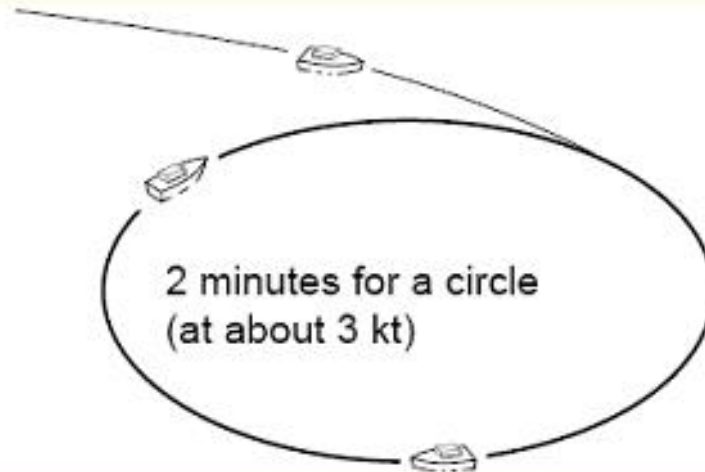
## 2.9. Fluxcate kompass

**Tõeline kurss leitakse variatsiooni ja deviatsiooni elimineerimise abil.**

Deviatsiooni leidmiseks tuleb teostada 360 kraadine pööre. Variatsiooni vastava geograafilise asukoha kohta võib sisestada manuaalselt või automaatselt kui seade on ühendatud GPS'ga.

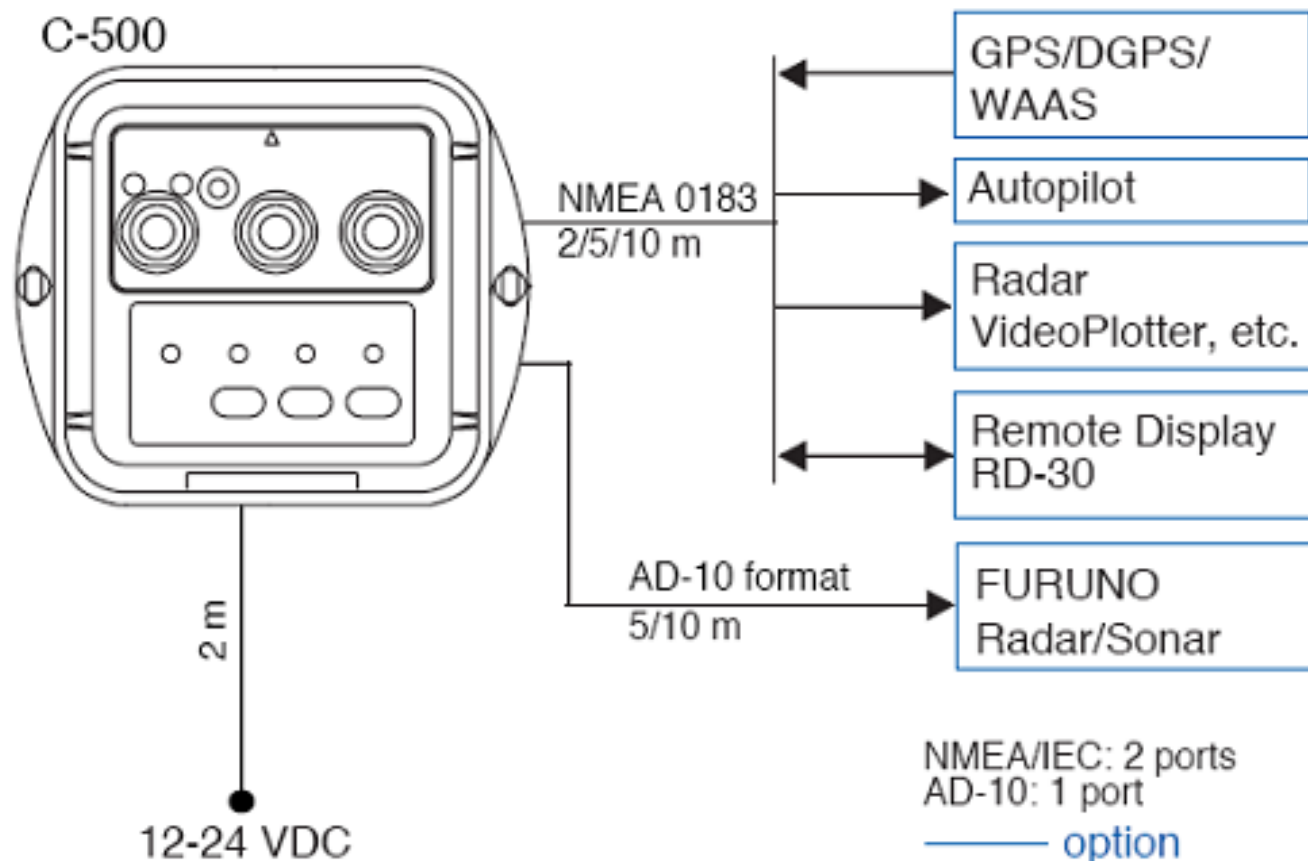


360 kraadine pööre peab kestma vähemalt kaks minutit, vastasel juhul võib tekkida liiga suur deviatsiooni viga.



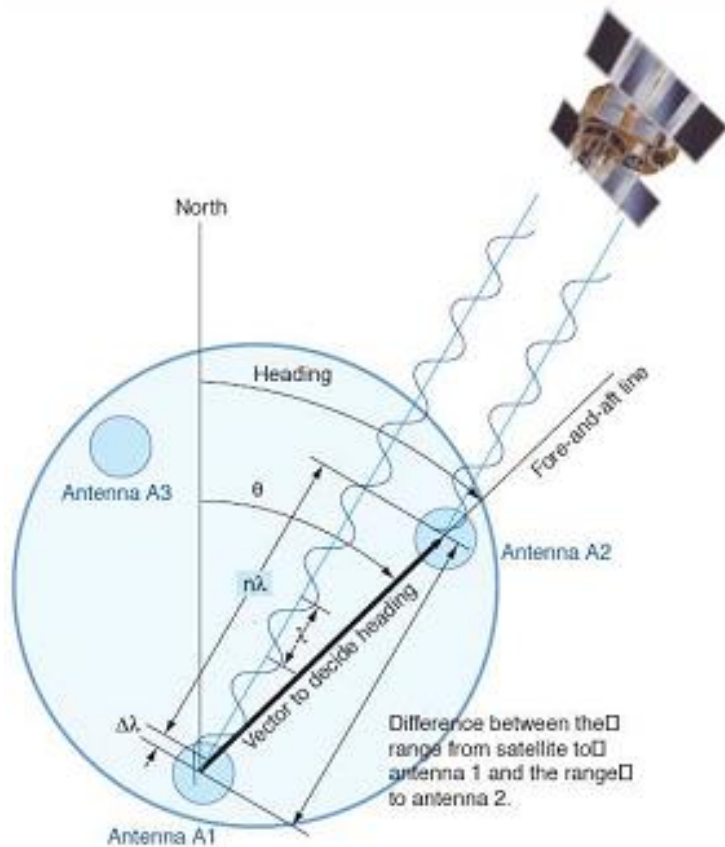
## 2.9. Fluxcate kompass

### INTERCONNECTION DIAGRAM





# 2.10.Satelliit kompass

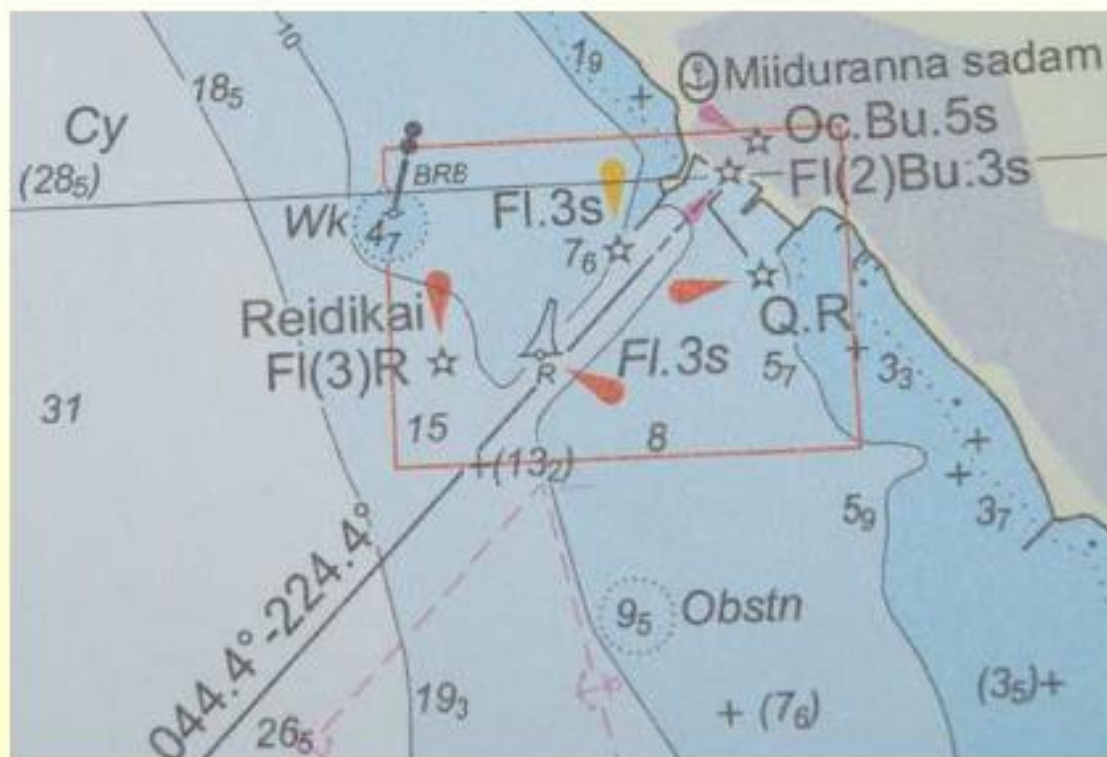


GPS süsteem arvutab antenni A1 ja A2 asukohtadest kauguse ja asimuudi satelliidini. Laeva kurss saadakse GPS'i faasi dekodeerimise abil. Vähendamaks kül- ja pikikõikumise mõju kursi määramisel kasutatakse kolmandat antenni.



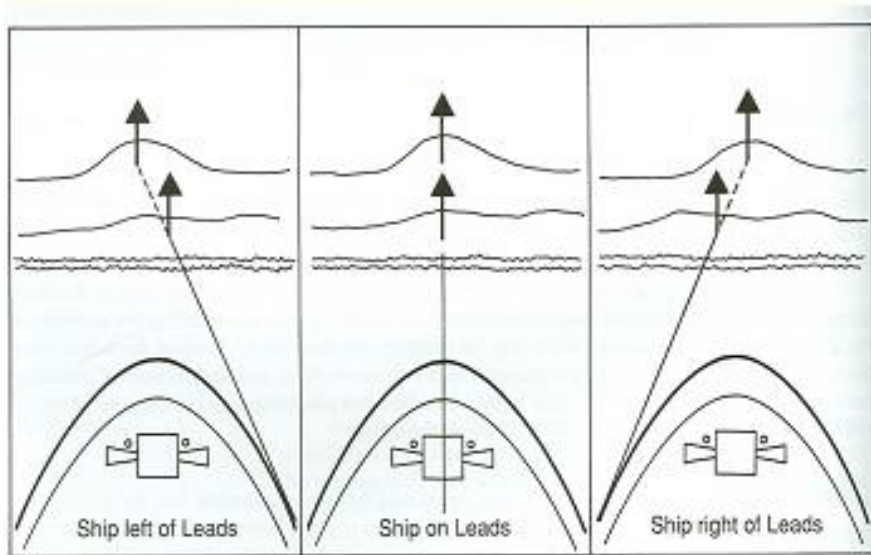
## 2.11. Kompassiõiendi määramine

**Kompassiõiendi määramine liitsihi järgi.** Liitsiht on suund, millel paikneb kaks teineteisest mingil kaugusel olevat navigatsioonimärki (tuld). Neid märke ühendavat sirget nimetatakse liitsihiliiniks. Liitsihi tõelise väärtuse saame merekaardilt või lootsiraamatust.



## 2.11. Kompassiõiendi määramine

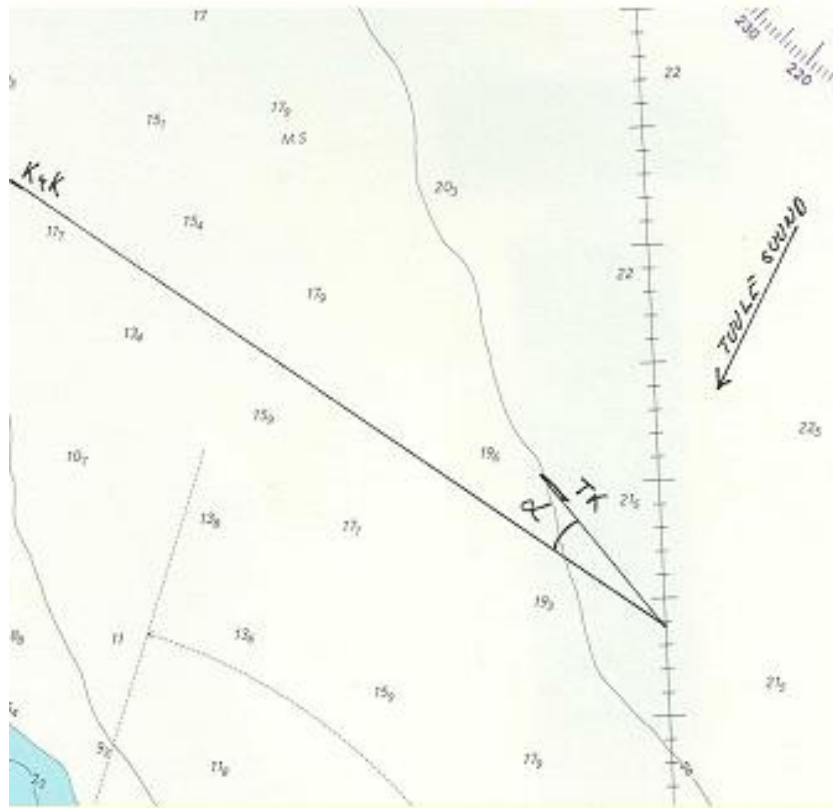
**Kompassiõiendi määramine liitsihi järgi.** Liitsiht on suund, millel paikneb kaks teineteisest mingil kaugusel olevat navigatsioonimärki (tuld). Neid märke ühendavat sirget nimetatakse liitsihiliiniks. Liitsihi tõelise väärtuse saame merekaardilt või lootsiraamatust.



Kui laeva sõidupiiirkonnas leidub teadaoleva suunaga liitsiht, siis viimase ületamisel määratakse liitsihi kompassipeiling. Kompassi õiend antud kursil arvutatakse tõelise ja kompassipeilingu algebralise vahena, *Magnetkompassi õiend*

$$\Delta K = TP - KP.$$


## 2.12.Triiv ja selle arvestamine



**Triiviks** nimetatakse nurka laeva pikitasandi ja laeva tegeliku liikumissuuna vahel. Kui laev triivib paremale (**tuul on vasakust pardast**, vasaku halsi triiv), on triivi märk **pluss (+)**.

Kui laev triivib vasakule (**tuul on paremast pardast**, parema halsi triiv), on triivi märk **miinus (-)**.

**Kaardikurss  $KrK$**  (triiviva laeva tee) on laeva tegelik liikumise suund. Kaardikurssi loetakse tõelise meridiaani nordipoolsest osast päripäeva kuni laeva tegeliku liikumise suunani.

$$KrK = TK + \alpha, TK = KrK - \alpha.$$

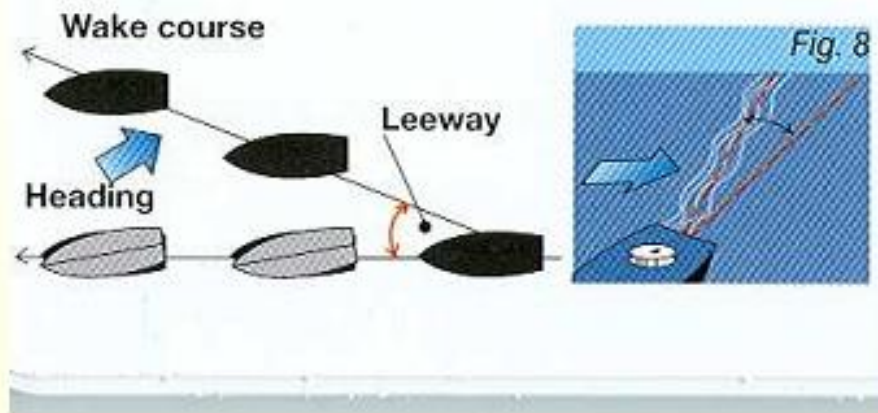
# 2.12.Triiv ja selle arvestamine

Triiv oleneb laeva kursist tuule suuna suhtes, lainetusest, laeva kiirusest, laeva veepealse osa purjestusest, süvisest, veeväljasurvest, kursilpüsivusest, veepealse pikitasandi osa suhtest veealusesse osasse, laeva meresõidumadustest ja laeva parraste kujust. Tuule tugevnedes, kiiruse ja süvise vähenedes triiv suureneb. Madalapardalised ja suure süvisega kiired laevad triivivad vähem.



Et hoiduda ohtlikule kohale lähenemast, peab laevajuht kandma kaardile kaks joont - tõelise kursi ja kaardikursi, arvestades suurimat võimalikku triivi. Ohtliku koha lähedal peab laevajuht olema veendunud, et nende kahe kursi vaheline sektor, kus laev tõenäoliselt asub, oleks vaba navigatsioonilistest ohtudest.

## 2.12. Triiv ja selle arvestamine



Triivi määramine kiiluvee peilimise teel. Kiiluvesi on laeva liikumise jälg, mis ühtib suunalt kaardikursiga. Kui täheldatakse, et täpselt kursil asuva laeva pikitasand ei ühti suunalt kiiluveega siis laev triivib ning triivinurk võrdub laeva pikitasandi ja liikumisjälje suuna vahega.

Peilingaatori visiirtasapind suunatakse paralleelselt kiiluveega ja võetakse peilingu lugem.

$KrK = TP \pm 180^\circ$ ,  $\alpha = KrK - TK$ .

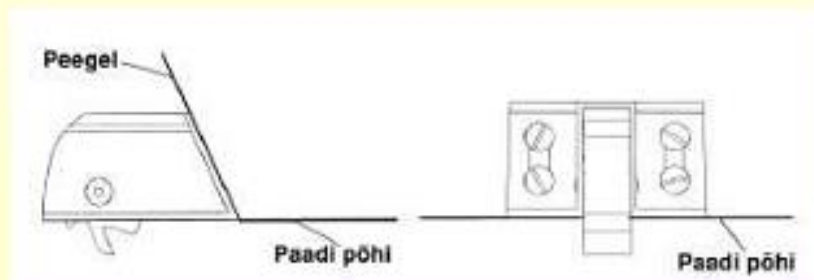
# 3. Läbitud tee määramine

Laeva liikumise arvestamiseks merele peame teadma liikumise suunda ning selles suunas läbitud teed teatud ajaühikus. Läbitud tee määratakse liikumiskiiruse järgi sõltuvalt vaadeldaval kiirusel liigutud ajast:

$$S = V \times t$$

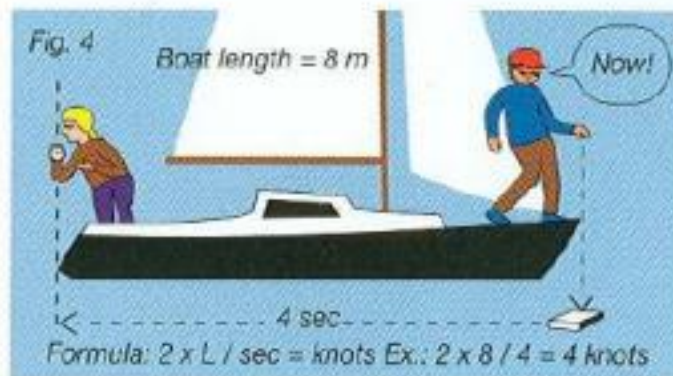
S – vahemaa meremiilides,  
V – laeva kiirus sõlmedes  
t – aeg minutites.

Laeva kiirus ja läbitud tee määratakse logidega. Laeva tee kaardile märkimisel peab silmas pidama, et logi näidu järgi arvutatud kiirus ning läbitud tee on määratavad üksnes vee suhtes, arvestamata hoovuste mõju.



# 3.Läbitud tee määramine

Juhul kui logi ei tööta, siis on võimalik laeva kiirust määrata vöörist visatud ujuva eseme abil, täpsemalt - mõõdetakse ujuva eseme vöörist ahtrisse jõudmiseks kuluvat aega.



$$V = \frac{2L}{T}$$

L - laeva pikkus meetrites

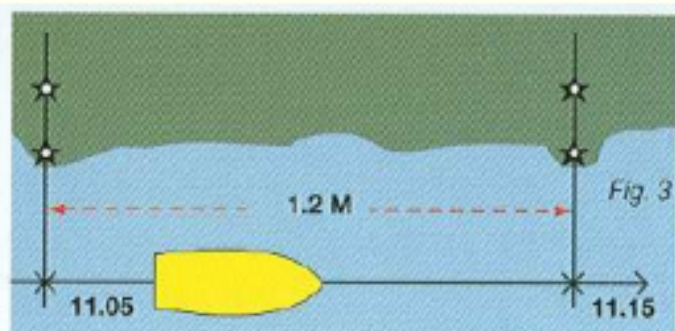
T - aeg sekundites

V - laeva kiirus sõlmedes



# 3.1. Logiõiendi määramine

Laeva kiiruse ja logiõiendi määramisega seotud vaatlusi tehakse *mõõdumiilil*. Mõõdumiil on ristisuunaliste liitsihtidega tähistatud veela laeva kiiruskatsetusteks



Näide: Kaardil märgitud vahemaa  $S=1.2\text{M}$

Esimese liitsihi traaversi aeg  $T_1=11.05$  ja loginäit  $LN_1=0.0$

Teise liitsihi traaversi aeg  $T_2=11.15$  ja loginäit  $LN_2=1.3$

$LNV = LN_2 - LN_1 = 1.3 \text{ M}$

$$\Delta L = \frac{S - LNV}{LNV} \times 100\% = -7,8\% \approx -8\%$$

Kui logi näitab rohkem tõeliselt läbitud teest, on õiendi märk miinus (-), kui vähem, siis pluss (+).

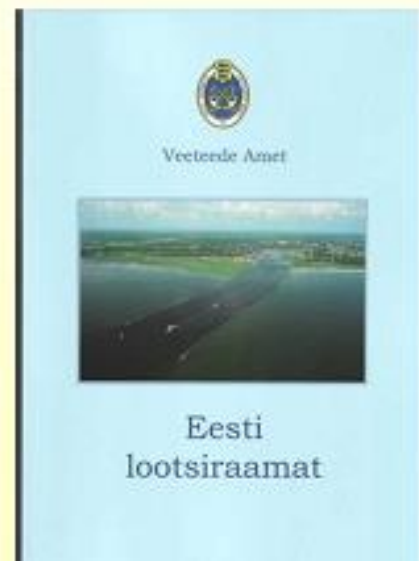
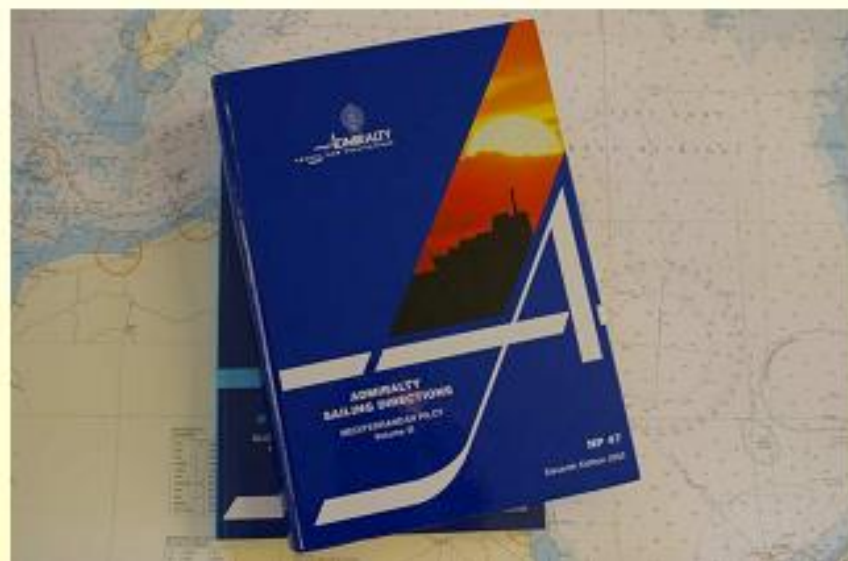
# 4. Merekaardid ja navigatsiooni väljaanded

Merekaardid jagatakse navigatsiooni ja teatmekaartideks.

Navigatsioonikaarte kasutatakse kursi valikuks, laeva tee märkimiseks ja laeva asukoha määramiseks.

Teatmekaartide hulka kuuluvad hüdrograafilised (tuulte-, hoovuste-, jää-) kaardid, maamagnetismi elementide kaardid, ajavööndite kaardid jne.

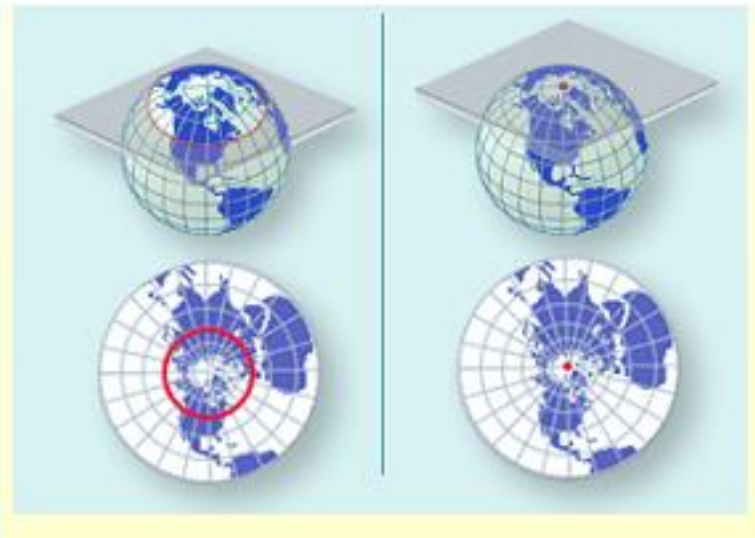
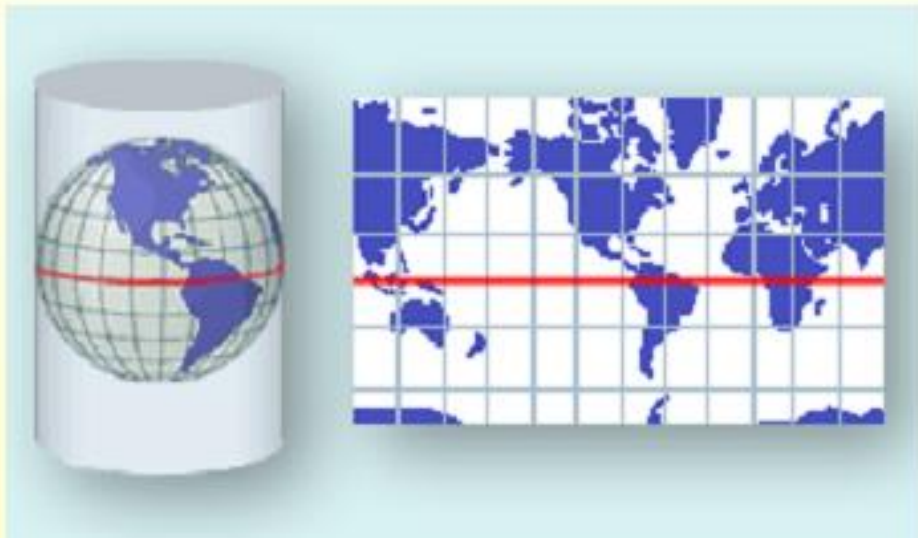
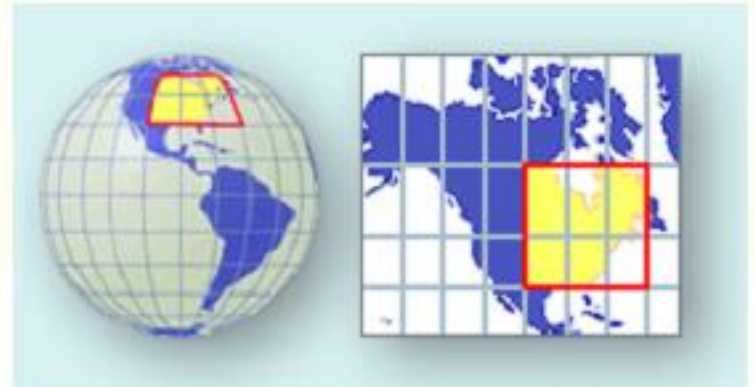
Olenevalt mastaabist jagatakse kaardid generaal-, sõidu- ja erikaartideks ning plaanideks.



# 4. Merekaardid ja navigatsiooni väljaanded

## KAARDI PROJEKTSIOONID:

- Merkaatori



1  
1909

2  
INT 4321 DEPTHS IN METRES

a

(c)

(19)

b



11

INTERNATIONAL



CHART SERIES

LÄÄNEMERI  
BALTIC SEA

9  
SISSESÖIT LAHE JA SAARE SADAMATESSE  
APPROACHES TO LAHE AND SAARE HARBOR

a  
SÕGAVUSED MEETRIDES  
DEPTHS IN METRES

SCALE 1:100 000 at lat 60°

12

SELGITAVAD MÄRKUSED  
EXPLANATORY NOTES

10

HÕIATAVAD MÄRKUSED  
WARNINGS

GAASUHTMED  
GAS PIPELINES

15

- a. Viide kaardil kasutatud sügavuste mõõtühikule
- b. Teisenduskaalad
- c. Autoriõiguse tähis

- 1.VA kaartide number
- 2.INT kaartide number
- 8.Nurgakoordinaadid
- 9.Kaardi pealkiri
- 10.Selgitavad märkused
- 11.Logod
- 12.Kaardi mõõtkava
- 14.Raammõõtkava
- 15.Hoiatavad märkused
- 18.Viide külgnevale kaardile
- 19.Viide VA'i kaasnevatele trükistele

59°19'63N

8

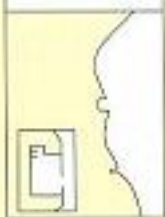
26°02'61E

14

Külgnev kaart

18

ALGMATERJALID  
SOURCE DATA



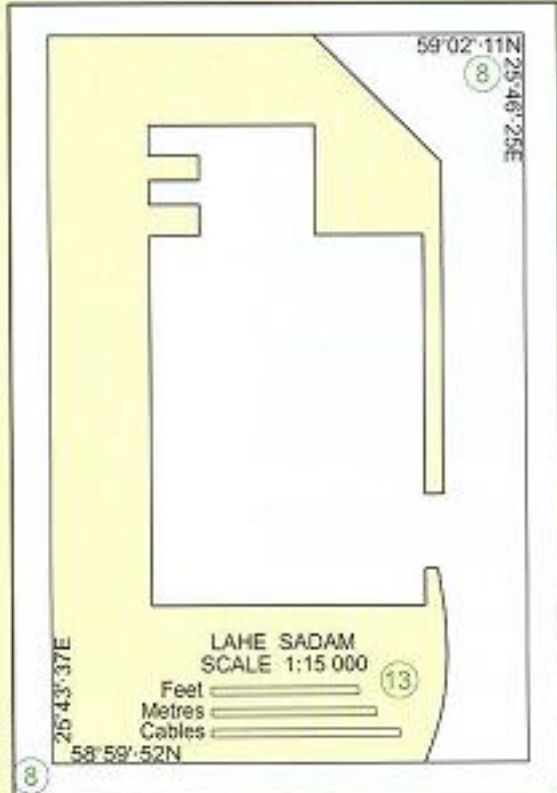
16

LAHE SADAM  
VT PLAANI  
SEE PLAN



17

3.Uue väljaande avaldamise kuupäeva  
näitavad trükiandmed  
4.Autoriõiguse tähis  
7.Kaardi siseraami mõõtmed  
13.Joonmõõtkava suuremõõtkavalistel  
kaartidel



SAARE SADAM

17

16.Kasutatud algmaterjalide skeem  
17.Viide olemasolevale kaardile või  
Sadamaplaanile

d. ISBN number

(650.0 x 980.0mm)

Väike korrektuur  
Small corrections

©Veeteede Amet  
Teine trükk 14. 06. 1998 Second edition

© Estonian Maritime Administration  
ISBN 9985-9281-6-4

Uued väljaanded New Editions

DEPTHS IN METRES

INT 4321 6067

6

3

d

a

2

1

## 4. Merekaardid ja navigatsiooni väljaanded

18 When the positions of objects critical to navigation are accurately known, the intention is that they are located on a chart to an accuracy of 0.3 mm. The obvious consequence is that accuracy varies with chart scale:

0.3 mm at a scale of 1:10,000 is 3 metres

0.3 mm at a scale of 1:50,000 is 15 metres

0.3 mm at a scale of 1:150,000 is 45 metres



# 4.1. Kaartide ja navigatsiooni väljaannete korrigeerimine

## Soome laht / Gulf of Finland

### No. 1(T)

Tallinna laht.

Tühistada ajutiselt Katariina kai päevamärk (Est.nr.287)

59° 28.38' N 024° 43.72' E

Kaardid nr. 507 (INT 1267), 610, 931 *Charts*

Kaardialbumi 1.osa lk 9, 32 / *Chart Collection Vol 1 pages 9, 32*

Tallinn Bay.

Delete temporarily Katariina quay daymark in position

### No. 2

Väike-Pakri tulepaak (Est.nr.403).

Asendada roheline tuli valgega.

Nähtavusulatus nüüd 7M.

*Fl W 6s 7M*

59° 21.44' N 023° 58.72' E

Kaardid nr. 300, 302, 507 (INT 1267), 509 (INT 1268), 612, 827 *Charts*

Kaardialbumi 1.osa lk 12 / *Chart Collection Vol 1 page 12*

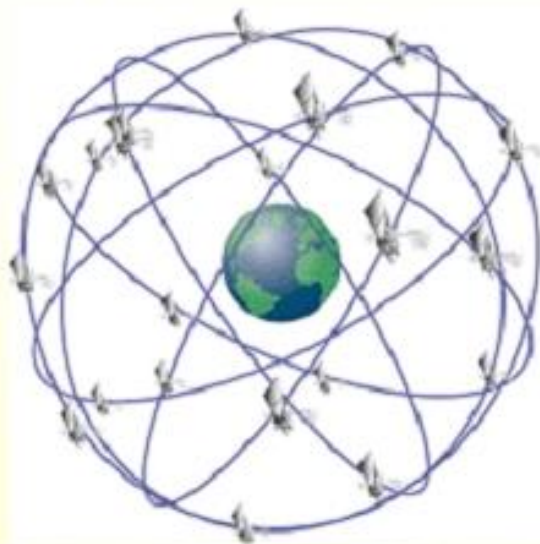
Kaardialbumi 2.osa lk 1 / *Chart Collection Vol 2 page 1*

Väike-Pakri light beacon (C3769).

Amend green light to white and visibility to 7M.



## 5. Satelliitnavigatsiooni süsteemid



GPS – Globaalne Positsioneerimise Süsteem arendati välja Ameerika Ühendriikides aastatel 1973-1993. Süsteem koosneb 24-st umbes 20000 km kõrgusel tiirlevast ja pidevalt navigatsioonisignaali kiirgavast satelliidist, maapealsest juhtimiskeskusest, kontrolljaamadest ja tarbijate vastuvõtuaparatuurist.

Asukoha määramise täpsus 10m (95%).

DGPS – diferentsiaalliides, mis võtab vastu asukohasignaali selleks ehitatud kaldajaamadelt.

Asukoha määramise täpsus 5m (95%).



WAAS – Wide Area Augmentation System kasutab sarnaselt tugijaamadele lisaks 24 GPS-satelliidile geostatsionaarsetel orbiitidel asuvaid satelliite.

Asukoha määramise täpsus 3m (95%).

# 5. Satelliitnavigatsiooni süsteemid



# 5.1. Radar

## Radar – (radio detection and ranging)

Radar on tähtis navigatsiooniriist, mis võimaldab üheaegselt jälgida oma laeva liikumist ja vältida kokkupõrkeid teiste laevadega ning muude veepealsete objektidega

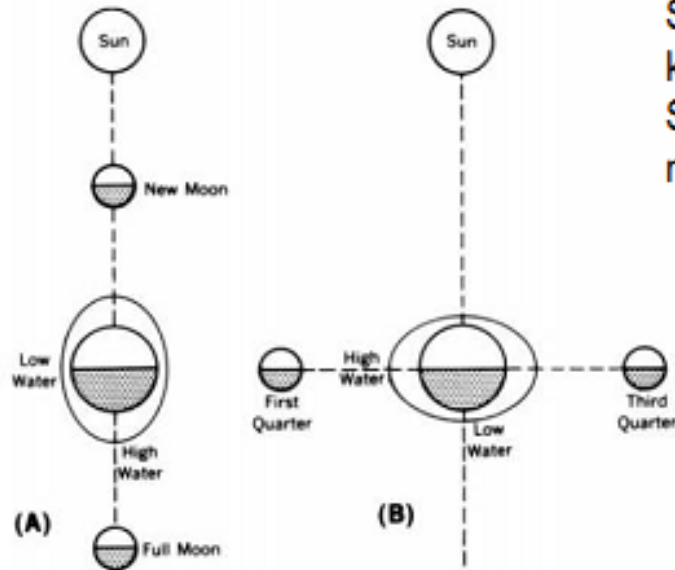
Väikelaevae peegeldusomaduste parandamiseks kasutatakse nurkpeegeldeid, mis kujutavad endast kolme täisnurga all ristuvat tasandit



# 6. Looded

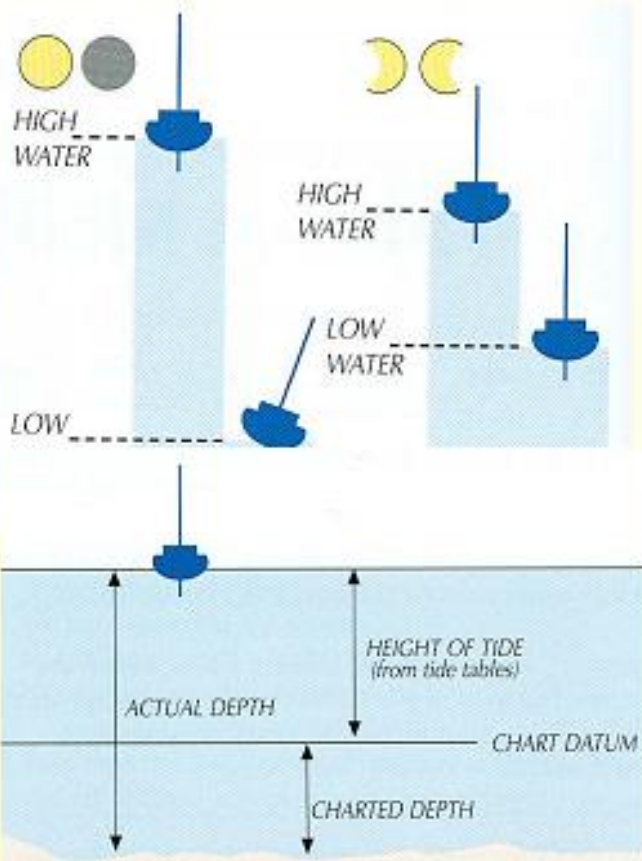
Kuu ja Päikese külgetõmbejõu mõjul tekkivaid merepinna perioodilisi kõikumisi nimetatakse tõusudeks ja mõõnadeks ehk loodeteks.

Kui **Päike**, **Kuu** ja **Maa** asuvad umbes **ühel tasandil**, liituvad Päikese ja Kuu loodeid tekitavad jõud (A). Sel juhul täheldatakse maksimaalseid merepinna kõikumisi ja suurimaid loodeid.- **süsüügia**. See toimub kaks korda süünoodilise kuu jooksul – noorkuu ja täiskuu ajal.



**Päikese** ja **Kuu** asetuse puhul **risttasanditel** (B) täheldatakse merepinna minimaalseid kõikumisi ja minimaalseid loodeid. Selliseid loodeid nimetatakse **kvadratuurseteks**. See toimub samuti kaks korda süünoodilise kuu jooksul - Kuu esimese ja kolmanda veerandi ajal.

# 6. Looded



HEIGHT OF TIDE – Loodete kõrgus

CHART DATUM – Sügavusnull

CHARTED DEPTH – Kaardil märgitud sügavus

ACTUAL DEPTH – Tegelik sügavus

HIGH WATER – Kõrgvesi

LOW WATER – Madalvesi

SPRING – Süsüügia

NEAP - Kvadratuur

Sügavusnull on tinglik veenivoo, millelt arvestatakse sügavusi merekaartidel. Sügavusnulli määramisel ei ole arvesse võetud võimalikke tugevatest püsituultest põhjustatud merepinna kõikumisi. Sellepärast piirkonnas, kus tuultest põhjustatud veepinna kõikumiste ulatus on tunduv (eriti madalveealadel), võib esineda kaartidel näidatust väiksemat sügavust.

# 6. Looded

STANDARD PORT ..... SPURN HEAD... TIME/HEIGHT REQUIRED ...1724...  
 SECONDARY PORT... - ... DATE...February 2... TIME ZONE ...GMT...



	Time		Height		Range
	HW	LW	HW	LW	
STANDARD PORT	1 1504	2 2126	3 5.7	4 2.6	5 3.1
Seasonal change	Standard Port		6	6	
DIFFERENCES	7	8	9	10	
Seasonal change	Secondary Port		11	11	
SECONDARY PORT	12	13	14	15	
Duration	16				



## ENGLAND — SPURN HEAD

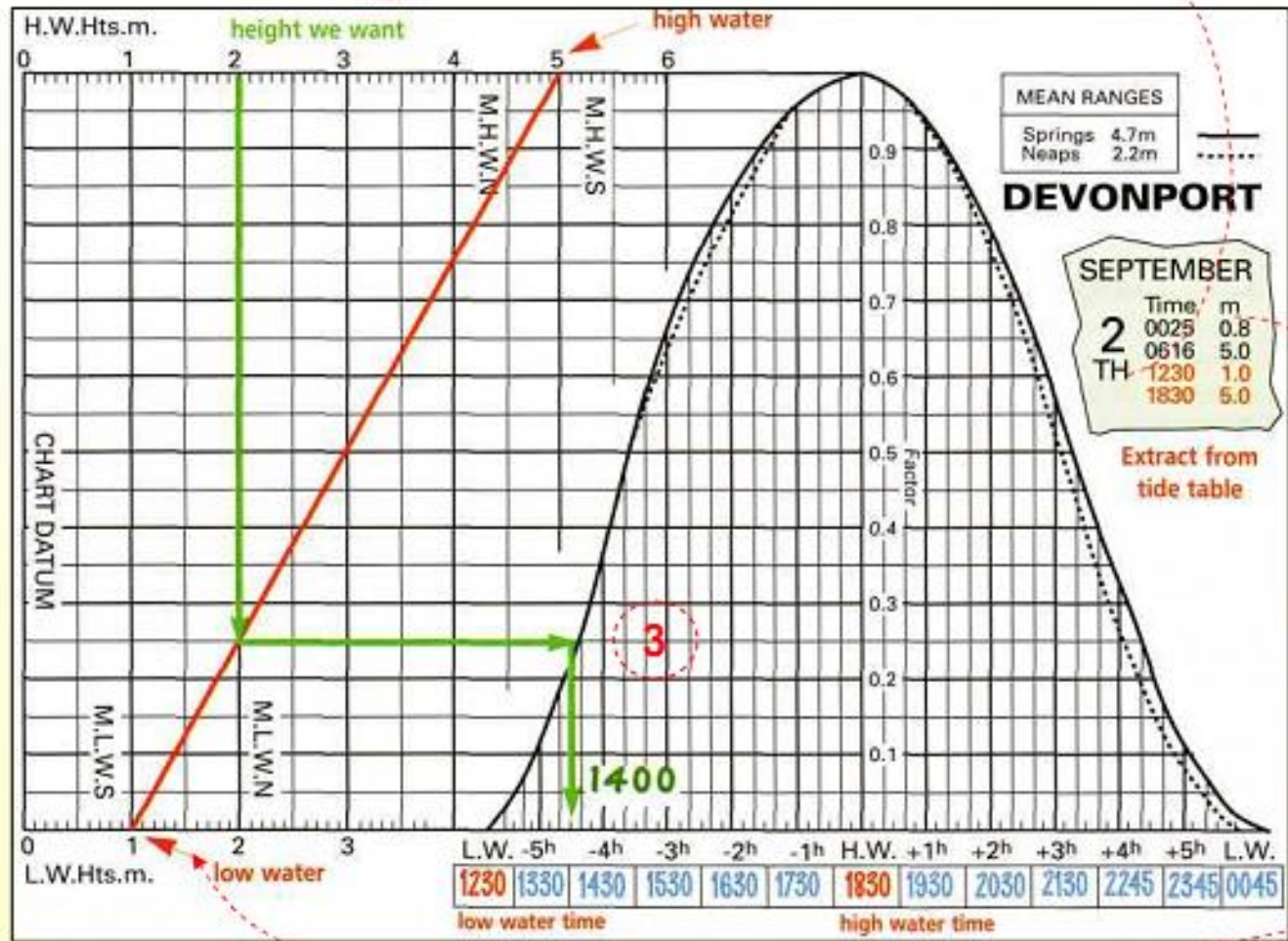
LAT 53°35'N LONG 0°07'E

TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

YEAR 2004

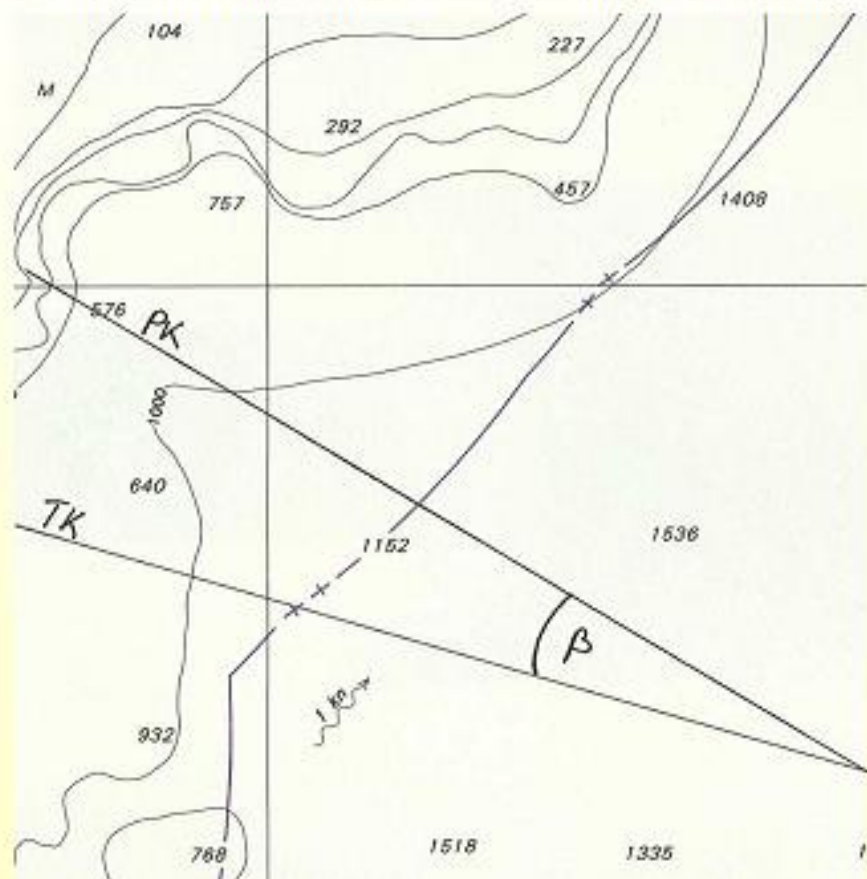
FEBRUARY				MARCH				APRIL			
Time	m	Time	m	Time	m	Time	m	Time	m	Time	m
1 0720	5.4	16 0755	2.5	1 0627	2.8	16 0121	5.4	1 0240	5.4	16 0230	6.1
SU 1404	6.4	M 1363	6.6	M 1319	6.2	TU 1341	5.5	TH 1451	5.6	F 1352	6.5
2014	2.9	2015	2.4	1921	3.1	2020	2.3	2121	2.2	2207	1.3
2 0231	5.4	17 0243	5.6	2 0202	4.9	17 0230	5.7	2 0333	5.6	17 0435	6.2
M 0843	2.8	TU 0899	2.4	TU 0923	3.1	W 0851	2.5	2 0604	2.5	17 1214	1.8
M 1504	5.7	TU 1506	5.9	TU 1432	5.4	W 1456	6.6	F 1536	6.0	SA 1515	6.5
2126	2.6	2127	2.6	2121	2.7	2125	1.9	2026	1.8	2048	1.1
3 0251	5.6	18 0430	6.1	3 0309	6.5	18 0404	6.1	3 0415	6.1	18 0509	6.6
0941	2.6	W 1001	2.1	3 0610	2.8	18 0857	2.3	3 1218	2.0	1924	1.5
TU 1564	6.8	W 1607	6.3	W 1527	5.7	TH 1524	6.2	SA 1515	6.4	SU 1604	6.7
2213	2.3	2239	1.8	2157	2.3	2230	1.4	2245	1.3	2324	1.0

# 6. Looded



# 6.1. Hoovus ja selle arvestamine

Kui veemassid ei liigu, ühtib laeva liikumine vee suhtes liikumisega merepõhja ja kalda suhtes. Kui meil on aga tegemist hoovusega, toimub laeva tõeline liikumine mööda *põhjakurssi*.



Merevee masside rõhtliikumist nimetatakse **hoovuseks**. Hoovuse kaks iseloomustavat elementi on **hoovuse suund ja kiirus**.

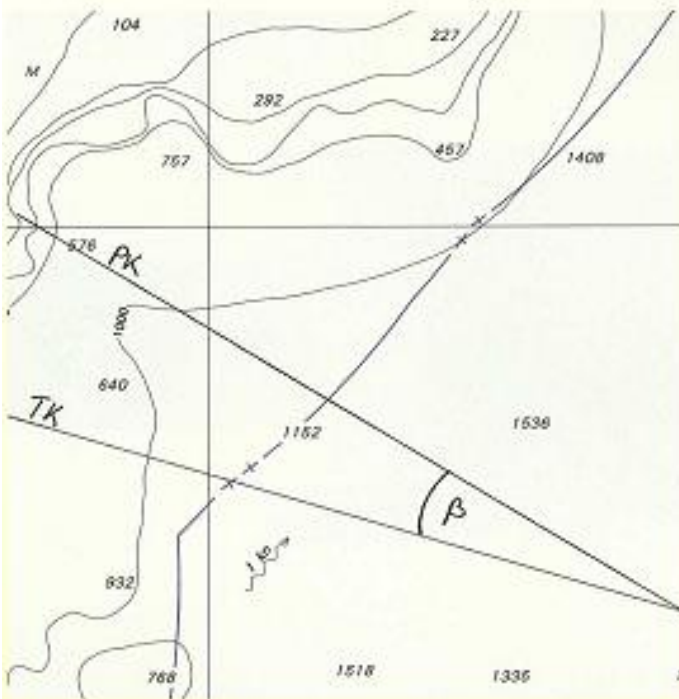
Hoovuse suunda arvutatakse kraadides ringsüsteemis sellesse horisondi punkti, kuhu veemassid liiguvad.

Seega hoovus läheb "**kompassist välja**". Hoovuse kiirust arvestatakse sõlmedes.



# 6.1. Hoovus ja selle arvestamine

**Põhjakursiks PK** nimetatakse nurka tõelise meridiaani ja laeva tõelise liikumissuuna vahel. Põhjakurssi loetakse tõelise meridiaani nordipoolsest osast päripäeva suunas 0 kuni 360°.



**Hoovuse hälbenurgaks  $\beta$**  nimetatakse nurka laeva tõelise kursi ja laeva tõelise liikumissuuna vahel. Nurga  $\beta$  märk on pluss (+), kui  $PK > TK$  (hoovus kannab paremale) ja miinus (-), kui  $PK < TK$  (kui hoovus kannab vasakule).

Põhjakurss, tõeline kurss ja hoovuse hälbenurk on seotud järgmiste valemitega:

$$\begin{aligned} PK &= TK + \beta; \\ TK &= PK - \beta; \\ \beta &= PK - TK. \end{aligned}$$

# 6.2. Tõusu-mõõna hoovused



Tidal Streams

Hours	Geographical Position	A 53°33'32 N 0 07 50 E		B 53°32'62 N 0 06 10 E	
		Directions of streams (degrees)	Rates at spring tides (knots)	Rates at neap tides (knots)	
Before High Water	6			180	0.1 0.1
	5			261	1.5 0.9
	4			275	2.3 1.3
	3			285	3.1 1.8
	2			289	3.1 1.7
	1			298	2.4 1.4
High Water	0			320	1.0 0.6
After High Water	1			069	1.2 0.5
	2			093	2.7 1.3
	3			112	3.0 1.4
	4			116	2.2 1.0
	5			116	1.3 0.6
	6			123	0.4 0.1

**MARCH**

Time	m	Time	m
<b>1</b> 0033	5.1	<b>16</b> 0121	5.4
0627	3.2	0728	2.8
M 1318	5.2	TU 1341	5.5
1921	3.1	2020	2.3

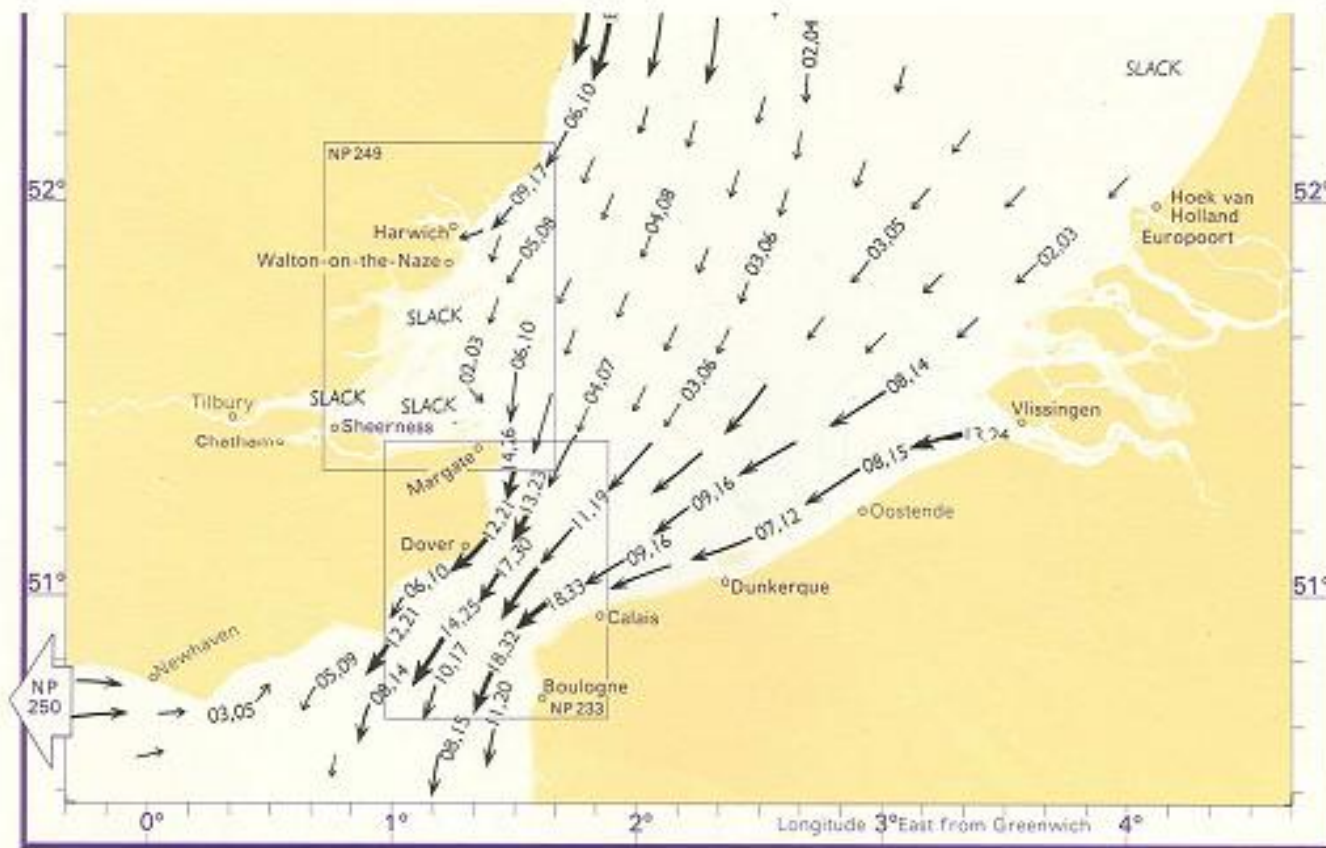
**IMMINGHAM**  
MEAN SPRING AND NEAP CURVES

Springs occur 2 days after New and Full Moon.

● - NEW MOON  
○ - FULL MOON

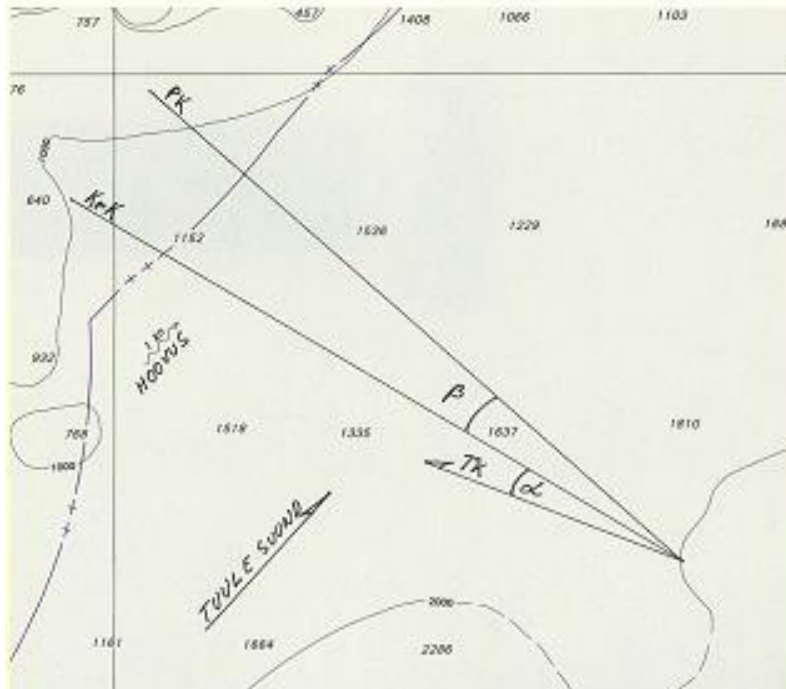
# 6.3. Tõusu-mõõna atlas

Tõusu-mõõnaatlased sisaldavad tavaliselt 12...13 kaarti, millel on näidatud hoovustelemendid iga tunni järel, arvestatuna kõrgvee kulminatsioonihetkest põhisadamas. Tõusu-moonahoovuste kiirus on antud sõlmedes: maksimaalne süsüügia, minimaalne kvadratuuri päeval. Hoovuste suunad on näidatud nooltega.



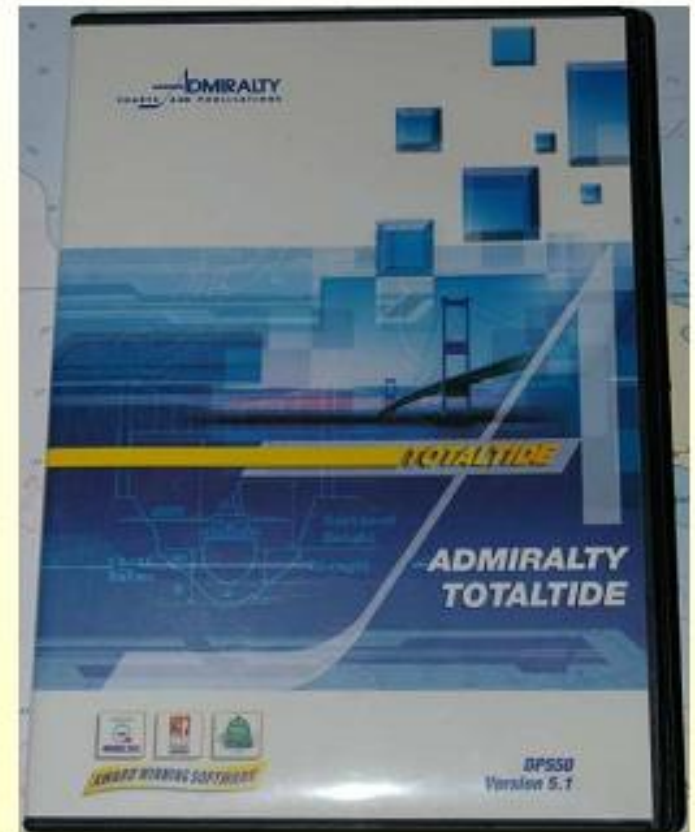
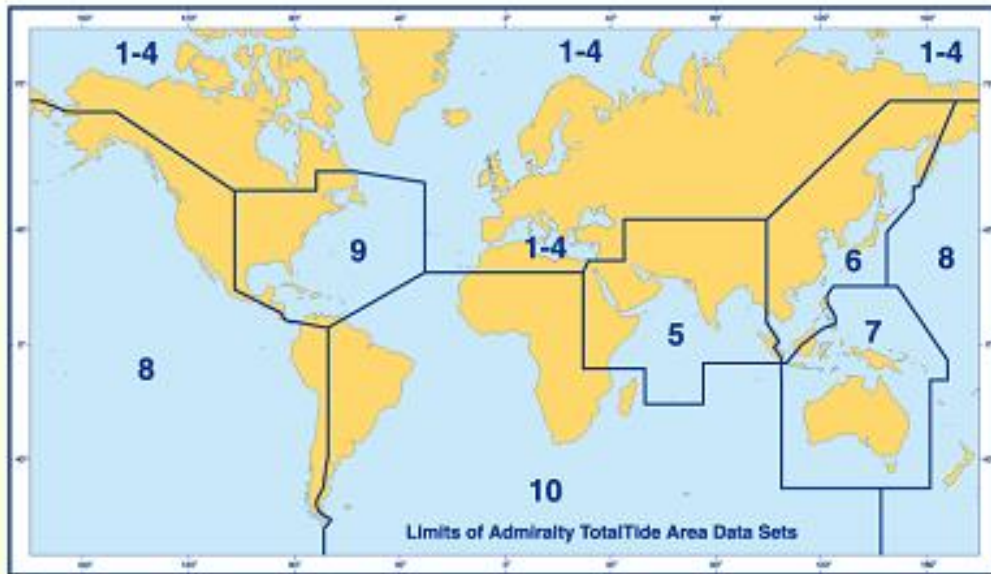
## 6.4. Hoovus ja triivi üheaegne arvestamine

Kui sõiduga hoovuses kaasneb tugev tuul, siis hoovusega samaaegselt peab arvesse võtma ka triivi. Triivi ja hoovuse üheaegsel graafilisel arvutusel lahendatakse laevajuhtimise praktikas kahte liiki ülesandeid: kaardikursi ja põhjakiiruse ning tõelise kursi arvutus.

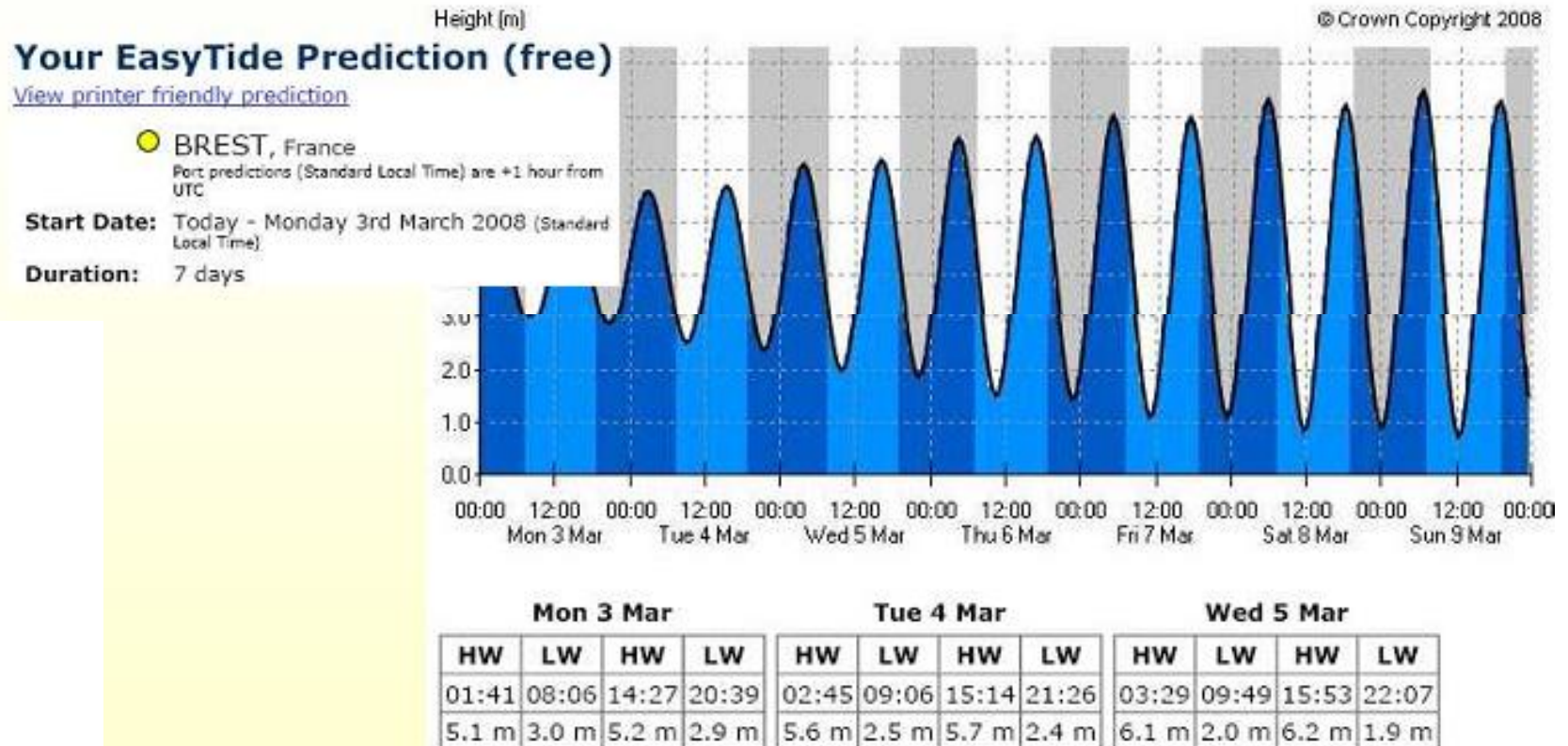


KK =	PK =
$+ \frac{\delta}{\sin \beta} = \pm$	$- \frac{\beta}{\sin \alpha} = \pm$
MK =	Krk =
$+ \frac{d}{\sin \alpha} = \pm$	$- \frac{\alpha}{\sin \beta} = \pm$
TK =	TK =
$+ \frac{\alpha}{\sin \delta} = \pm$	$- \frac{d}{\sin \beta} = \pm$
Krk =	MK =
$+ \frac{\beta}{\sin \delta} = \pm$	$- \frac{\delta}{\sin \alpha} = \pm$
PK =	KK =

# 6.5. Admiralty TotalTide



# 6.6. Admiralty EasyTide



<http://easvtide.ukho.gov.uk/EasyTide/EasyTide/index.aspx>