



Elektroonilised navigatsioonivahendid

Väikelaevajuhtide kursus
Pärnu Jahtklubi



Elektroonilised navigatsioonivahendid

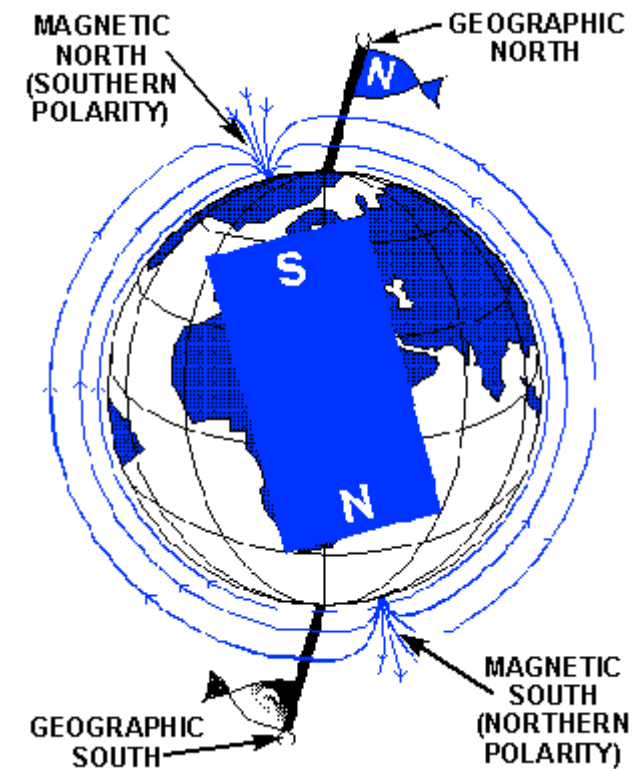
- Kompas
- GPS
- RADAR
- Kajalood
- AIS



Kompass

Magnetkompass

Magnetkompassi töö põhineb kompassinõela suunatusel piki Maa magnetvälja jõujooni



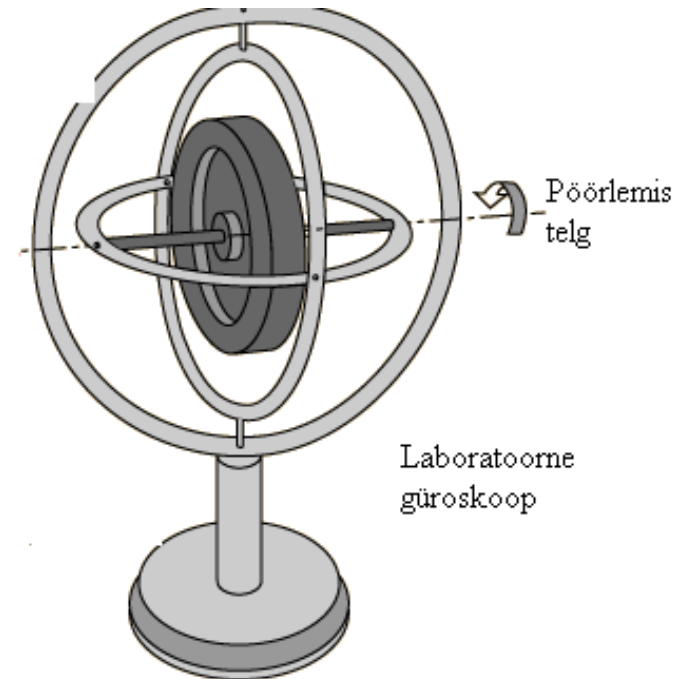


Mida peab arvestama magnetkompassi kasutamisel

- Magnetkompassi nõel ei näita geograafilise pooluse (tõelise meridiaani) suunda, vaid Maa magnetpooluse suunda
 - Maa geograafiline poolus ja magnetpoolus ei asu ühes ja samas kohas
 - Selle tulemusel tekib nähtus, mida nimetatakse **variatsiooniks** ehk **deklinatsiooniks**
- Magnetnõela mõjutatavus suurtest metallkonstruktsioonidest, näiteks ehitustest ja laeva metallkerest, s.t. inimese poolt tekitatud magnetväljadest kompassi läheduses
 - Mille tulemusel tekib nähtus, mida nimetatakse **deviatsiooniks**

Gürokompass ehk vurrkompass

- Kompas sunniti näitama geograafilise meridiaani suunda
- Töö põhineb asjaolul, et vabalt üles riputatud pöörleva güroskoopi telg säilitab suuna maailmaruumi suhtes
- Laboratoorne güroskoop on asetatud kardaanrõngastele, et pöörlemisteljel oleks võimalik võtta ükskõik milline asendi





Laboratoorsest güroskoobist vurrkompassiks

- Güroskoobi muutmiseks kursinäituriks peame mõjutama güroskoobi telge mingi välise jõuga
- Kasutatakse ära Maa gravitatsioonjõud
- Güroskoobi alla on riputatud raskus
- maakera keskme poole suunatud raskusjõud mõjutab güroskoobi telge, mille tulemusel tekib süsteemi telje liikumine meridiaani tasapinna poole – **pretsessioon**



Laboratoorsest güroskoobist vurrkompassiks

- Güroskoop-seadme kasutamiseks **meridiaani näiturina**, kasutatakse Güroskoobi telje võnkumiste kustutamiseks nn. vedelikrahusteid, mis peale gürokompassi käivitamist, mõne aja möödudes, fikseerivad güroskoobi telje meridiaani suunas
- **Vurrkompassides** kujutab güroskoop endast erilist elektrimootorit, mis on paigutatud hermeetilise sfääri sisse, mida nimetatakse gürosfääriks ja mis ujub vedelikus
- Vedeliku kaudu antakse nn. güromootoritele elektrienergiat. Mootorid pöörlevad ca 30 000 pööret minutis



Laboratoorsest güroskoobist vurrkompassiks

- Gürosfääri ümbritseb jälgiv sfäär, mida eraldab gürosfäärist vedelikukiht ja mis annab laeva kursi andmed edasi näituritele ehk repiiteritele
- Vedeliku põhilisteks komponentideks on destilleeritud vesi, glütseriin, booraks
- Gürosfäär, jälgiv sfäär ja vedelik on hermeetiliselt suletud anumad, mille kaanel on vurrkompassi tööks vajalikud seadmed



GPS



Satelliit ehk GPS-kompass

- GPS näitab suunda tõelise meridiaani Põhja-suuna suhtes, kui ollakse liikumises
- Kui väikelaev on varustatud kahe GPS-vastuvõtjaga (lisaks peaseadmele on teine veel vööris), on võimalik tõelist kurssi näidata ka kohapeal seistes



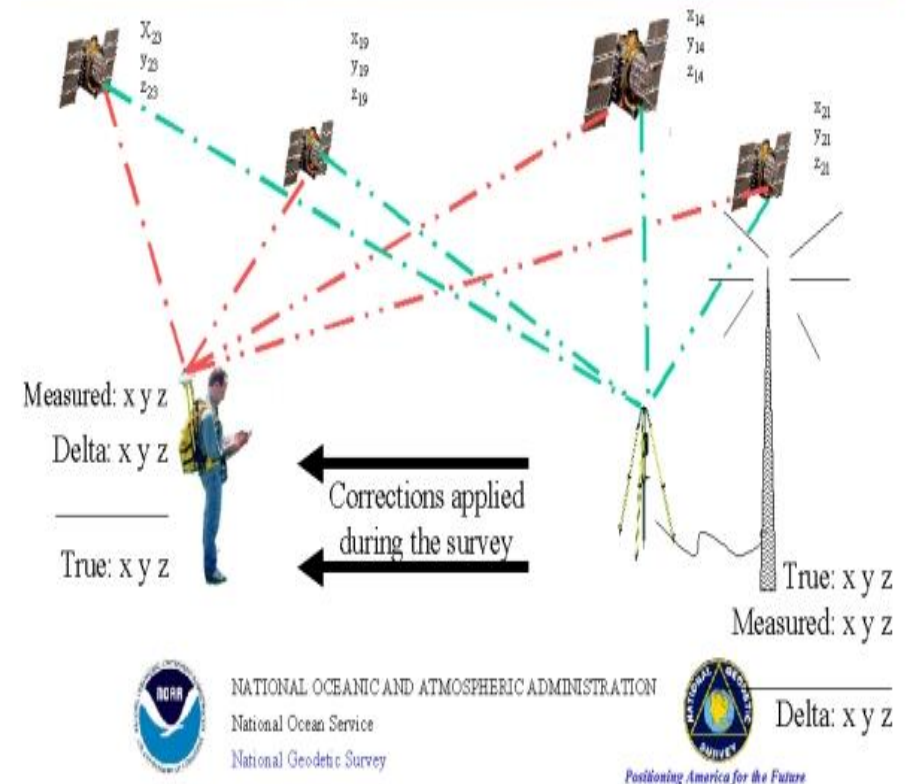
GPS

- **GPS** (pikemalt **NAVSTAR GPS** on akronüüm sõnadest **NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System**) on ülemaailmne asukohamääramise süsteem, mis loodi Ameerika Ühendriikide Kaitseministeeriumi poolt. Oli pikka aega ainus täisfunktsionaalne GNSS
- GPS seadmed kasutavad asukoha määramiseks vähemalt 24 satelliiti (“GPS tähtkuju”), mis tiirlevad ümber Maa 20 200 km kõrgusel. Sellise kaugusega on tagatud orbiitide stabiilsus, täpsus ja täpsustus – ei sega maa atmosfäär
- Satelliitide omavaheline asend on arvestatud nii, et igal ajahetkel (24h) peaaegu igas maakeras punktis oleks rohkem kui 15° kõrgusel horisondist nähtaval vähemalt 4 satelliiti, mis on piisav täpseks mõõtmiseks. Asukoha määramise täpsus on mõni meeter

Lihtsustatud tööpõhimõte

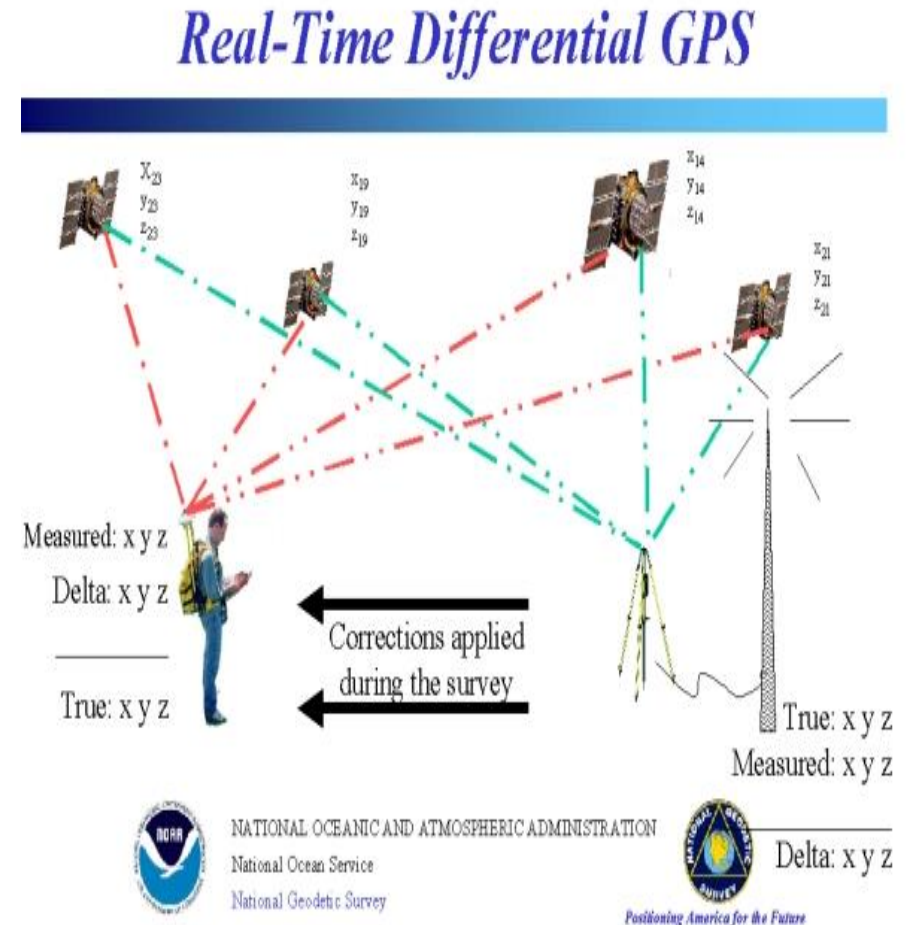
- GPS vastuvõtja arvutab asukoha kasutades enda ja kolme või rohkema satelliidi vahelist kaugust
- Teades signaali levimise kiirust (3×10^8 m/s valguse kiirus vaakumis, õhus pisut vähem) ja mõõtes aega, mis kulub signaalil satelliidilt vastuvõtjani jõudmiseks, arvutatakse signaali teekonna pikkus (signaalis sisaldub mitmesugune informatsioon sealhulgas: satelliidi asukoht, signaali saatmise algusaeg jne.)

Real-Time Differential GPS



Lihtsustatud tööpõhimõte

- Kui vastuvõtja teab oma kaugust vähemalt kolmest satelliidist, arvutab ta oma asukoha, kasutades trilateratsiooni meetodit (vähemalt kolme satelliiti on vaja, et määrata oma asukoht tasapinnal (pikkus- ja laiuskraad), nelja satelliidi olemasolul ja sobival paiknemisel saab määrata ka kõrguse merepinnast)
- Vastuvõtja kella täpsustatakse satelliidilt tuleva signaali järgi (satelliidil on peal 4 ülitäpset aatomkella – korruga kasutusel vaid 1)





Süsteemi segmentatsioon

NAVSTAR GPS koosneb kolmest osast. Need on:

- **kosmose segment** (*space segment (SS)*)
- **kontrollsegment** (*control segment (CS)*)
- **kasutaja segment** (*user segment (US)*)

○ **Kosmose segment**

- Kosmose segment koosneb orbiidil olevatest GPS satelliitidest. GPS süsteem on üles ehitatud 24. satelliidile mis on võrdselt jaotatud kuuele orbiidile. Orbiidi kese paikneb maakera keskpunktis. Kõik kuus orbiiti on ekvaatori suhtes umbes 55° nurga all. Orbiitide omavaheline nurk on 60° . Orbiidi kõrguseks on 20 200 km ja orbiidi raadiuseks 26 600 km. Kõik satelliidid teevad kaks tiiru ümber maakera ühe [sideerilise päeva](#) jooksul
- Alates [2007.](#) aasta septembrist on süsteemis kasutusel 31 satelliiti



Süsteemi segmentatsioon

- **Kontrollsegment**
 - Toimub satelliitide aatomi kellade sünkroniseerimine ning ajatabelite uuendamine (4 jaama USA Kaitsemin.-i järelvalve all)
 - Ajatabelid on analoogsed arvutustabelitele, mida kasutatakse astronoomias ja navigatsioonis taevakehade järgi asukoha määramiseks

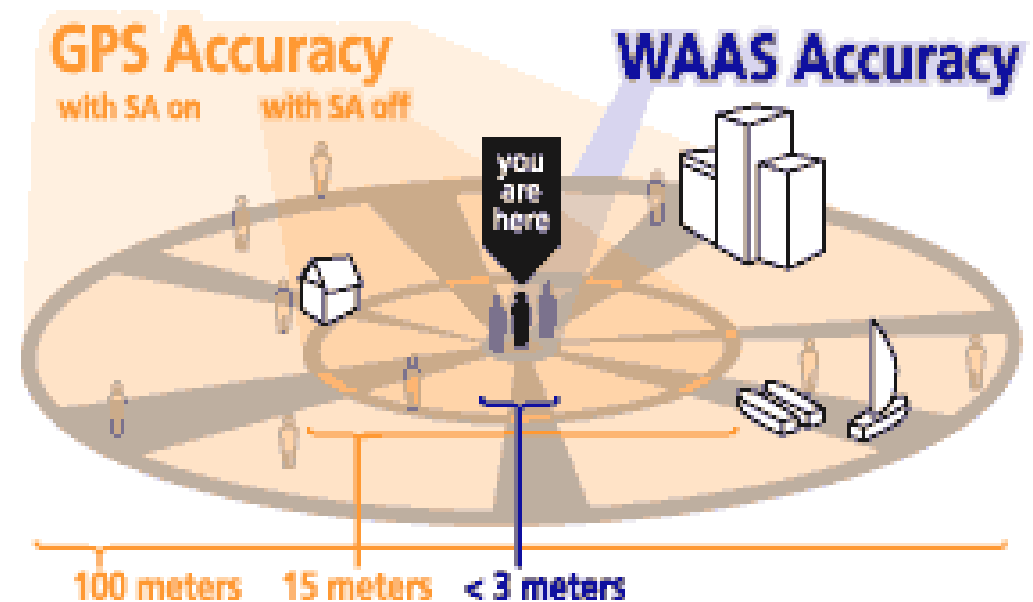


Süsteemi segmentatsioon

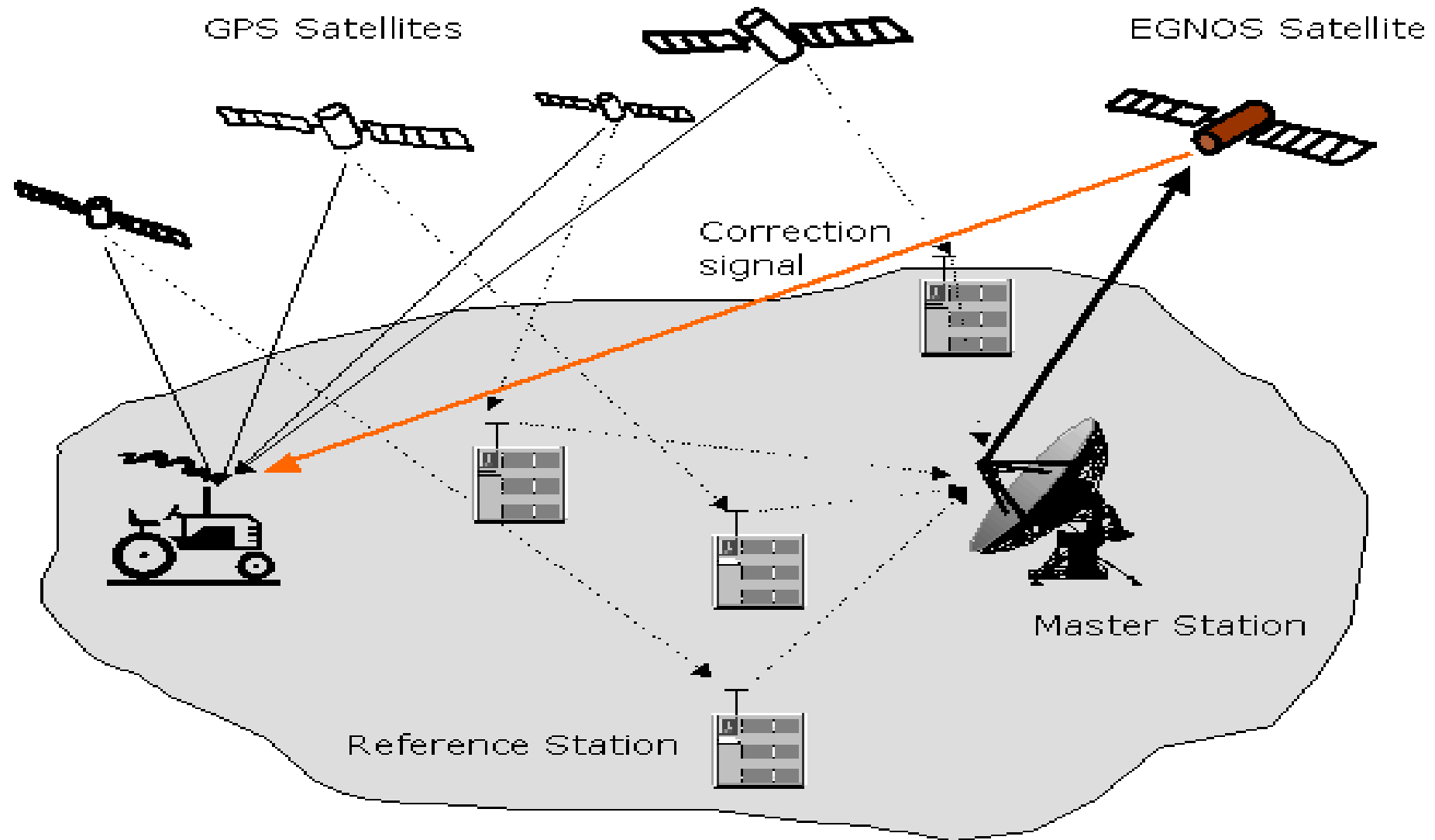
- **Kasutaja segment**
 - Siia kuulub kasutaja poolt soetatud GPS vastuvõtja ning selle töötamise võimalikkus
 - Töötab sagedusel 1100-1500 MHz
 - Lisaks eraldiseisvale väikesemõõdulistele ja kergekaalulistele käsiseadmele on GPS vastuvõtja-funktsioon olemas näiteks mobiiltelefonides, fotoaparaatides, nutikellades jne.
 - Navigatsioon, seire, kaartistamine, aja seire

GPS viga ja selle vähendamine

- **WAAS** (**W**ide **A**rea **A**ugmentation **S**ystem) satelliidid katavad ainult Põhja Ameerika (täpsus <3m 95% ajast)
- Analoogne süsteem on Euroopas – **EGNOS** (**E**uro **G**eostationary **N**avigation **O**verlay **S**ervice)
- WAAS vastuvõtjad on ühtesobivad EGNOS-ega



WAAS ja EGNOS töötamise skeem





GPS ja selle alternatiivid

- **Glonass** – “**GLO**bal'naya **NA**vigatsioonaya **S**putnikovaya **S**istema” opereeritav Vene Kosmose Jõudude poolt (loodud juba endise Nõukogude Liidu poolt), satelliidid asuvad 19 100 km kõrgusel; taastatud 2010.a.-ks
- **Galileo** – ehitaja Euroopa Liit ja ESA (Euroopa Kosmose Agentuur), satelliidid asuvad 23 222 km kõrgusel; valmis 2013.aastal



GPS ja selle alternatiivid

- **COMPASS** – teatakse ka nime all “**Beidou**” (*suur vanker*) või “**Big Dipper**”, hetkel Hiina regionaalne nav.süsteem
- **DORIS** – geodeesia “abisüsteem” Prantsusmaal, täpsuselt jääb NAVSTAR GPS-ile alla
- **IRNSS** – **I**ndian **R**egional **N**avigational **S**atellite **S**ystem, täpsus u. 20m, tegevusraadius ümber India kuni 2000km; 3 segmenti valmisid 2013. aastaks
- **QZSS** – **Q**uasi-**Z**enith **S**atellite **S**ystem; Jaapan, 3 satelliidi põhine süsteem regionaalseks kasutamiseks, esimene satelliit saadeti orbiidile 2008. aastal



RADAR



Radar

- Sõna **RADAR** on tuletatud väljendist:
Radio **D**etection **A**nd **R**anging
- Radar on elektrooniline seade, mida kasutatakse laevadel objektide avastamiseks ja laeva ümbritseva olukorra jälgimiseks



Radar

Radari (**R**adio **D**irection **a**nd **R**anging) tööprintsiiip

- **Elektromagnetilised mikrolaineid** peegelduvad kõikidelt suurematelt aatomi tiheduse muutustelt, mis on aine ja teda ümbritseva keskkonna vahel. See tähendab, et tahke keha vaakumis või õhus peegeldab radari raadiolaineid
- **Eriti hästi on seda näha** elektrit juhtivate materjalide puhul, nagu näiteks metallid ja karbonfiiber ehk süsinik-kiud, mis teeb radari väga sobivaks lennukite ja laevade jälgimiseks
- **Radarile nähtamatuks jäävad** materjalid sisaldavad resistentseid ja magnetilisi aineid. Neid kasutatakse sõjanduses, et peita näiteks lennukid ja laevu radari vaatevälja eest



Kauguse mõõtmine radariga

- **Radariga saab mõõta ka kaugust.** Selleks on kaks erinevat võimalust. Mõlema variandi puhul saadetakse signaal radarist välja ning hiljem püütakse see sama signaal uuesti kinni
- Radar vaheldumisi kas saadab või võtab vastu. Sellest tulenevalt on väga raske või isegi võimatu teha sellist radarit, mis oleks hea nii pikkade vahemaade kui ka lühikeste vahemaade mõõtmiseks, sest signaali võnge on erinev. Seega iga radar kasutab kindlat tüüpi signaali
- **Pikamaa-radarid** kasutavad pikemaid võnkeid ja pikki viivitusi nende vahel, aga **lühimaa-radarid** kasutavad väiksemaid võnkeid ja väiksemat viivitust nende vahel



Kauguse mõõtmine radariga

- **Pulseeriva radari** korral saadetakse signaal välja ja mõõdetakse aega millal signaal tagasi jõuab, siis aga korratakse tegevust. Saadud aja ja raadiolaine levimise kiiruse järgi saadakse kätte teepikkus, mille raadiolaine läbis. Kuna raadiolaine läbis kaks „otsa” siis tuleb see jagada kahega ja kaugus ongi teada
- **Sagedusmodulatsiooni radari** puhul saadetakse signaal välja kogu aeg ja signaali võetakse vastu ka kogu aeg. Signaali sagedust aga moduleeritakse ehk siis muudetakse teda mingil kindlal viisil ja kiirusel. Hiljem kui signaal tagasi vastuvõtjasse jõuab on võimalik kindlaks teha kui palju on signaal sagedus muutunud, selle kaudu ka aeg mis kulus liikumisele ja sealt on juba vahemaa või teepikkuse arvutamine lihtne



Kajalood



Kajalood

- **Ultraheli** kasutatamine põhineb sageli **kajameetodil**. Ultraheli peegeldub teele jäävalt takistuselt. Kui püüda kinni peegeldunud helisignaali ning registreerida ajavahemik helisignaali väljasaatmise ja vastuvõtmise vahel, saab arvutada takistuse kauguse
- **Ultraheli** võimaldab **nahkhiirtel** pimeduses orienteeruda. Nahkhiir tekitab ultraheli sagedusega helisignaale ja võtab kõrvadega vastu ümbritsevatelt objektidelt peegeldunud heli. Nii saab ta teada takistuste asukohad ning suudab vältida kokkupõrget



Kajalood

- **Ultraheli** kasutatakse laialdaselt **meditsiinis**. Organismis on erinevad koed, mille tihedused erinevad üksteisest. Kuna ultraheli peegeldub osaliselt kudede lahutuspinnalt, siis võimaldab see määrata erinevate kudede asendit (**ultrahelidiagnostika**)
- Lisaks diagnostikale kasutatakse ultraheli ka **teraapias**. Ultraheli neeldumine kudedes põhjustab kudede soojenemist. Ultraheliga saab soojendada ka luid ja liigeseid. Kui ultraheli intensiivsus on liiga suur, siis võib see põhjustada kudede hävimist



Kajalood

- **Tööstuses** kasutatakse ultraheli esemete või detailide defektide kindlakstegemisel. Ultraheli peegeldub tagasi uuritava eseme pinnalt. Kui esemel on pragusid või konarusi, siis on võimalik kajameetodil määrata defektide asukohta ja sügavust
- **Laevanduses** kasutatakse ultraheli kalaparvede, allveelaevade, jäämägede ja mitmesuguste teiste veealuste objektide asukoha määramiseks. Ultraheliga saab uurida ka merepõhja sügavust ja põhja reljeefi. Vastavat aparati nimetatakse **kajaloeks** (sõnast: *kajalood*)

Kajalood

Tööpõhimõte

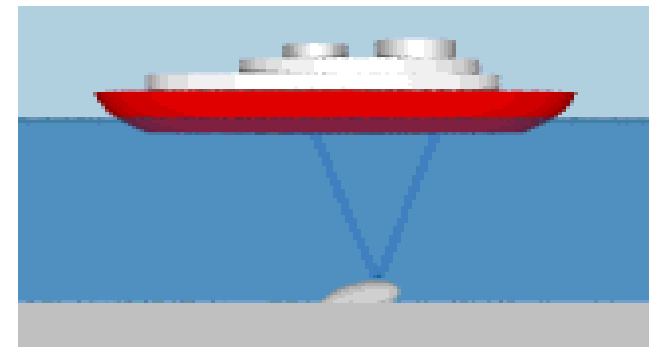
Ultraheli kasutatakse laevanduses merepõhja sügavuse ja reljeefi määramiseks. Kajaloodi saatja suunab merepõhja lühikese ultrahelisignaali. Heli peegeldub merepõhjalt kajaloodi vastuvõtjasse. Registreeritakse ajavahe väljasaadetud ja vastuvõetud signaalide vahel. Kuna heli kiirus vees on teada, siis saab automaatselt arvutada kauguse merepõhjani:

kaugus = 0.5 x aeg x heli kiirus vees (1500 m/s)

Töösagedused:

50 kHz – sügav vesi, väiksem täpsus

192 ja 200 kHz – madalamad veed, kitsam vaatevälja nurk, täpsem pilt



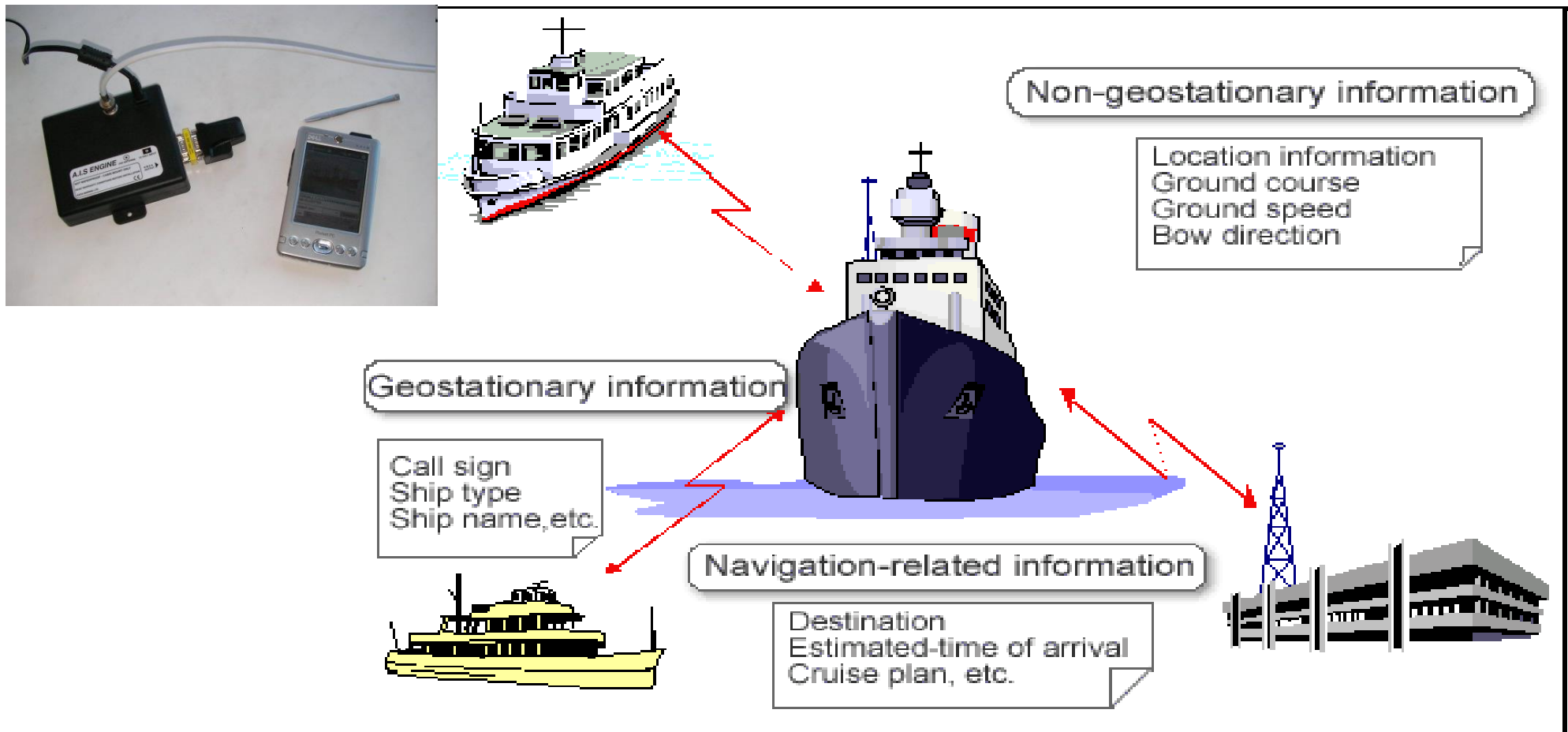


AIS

AIS



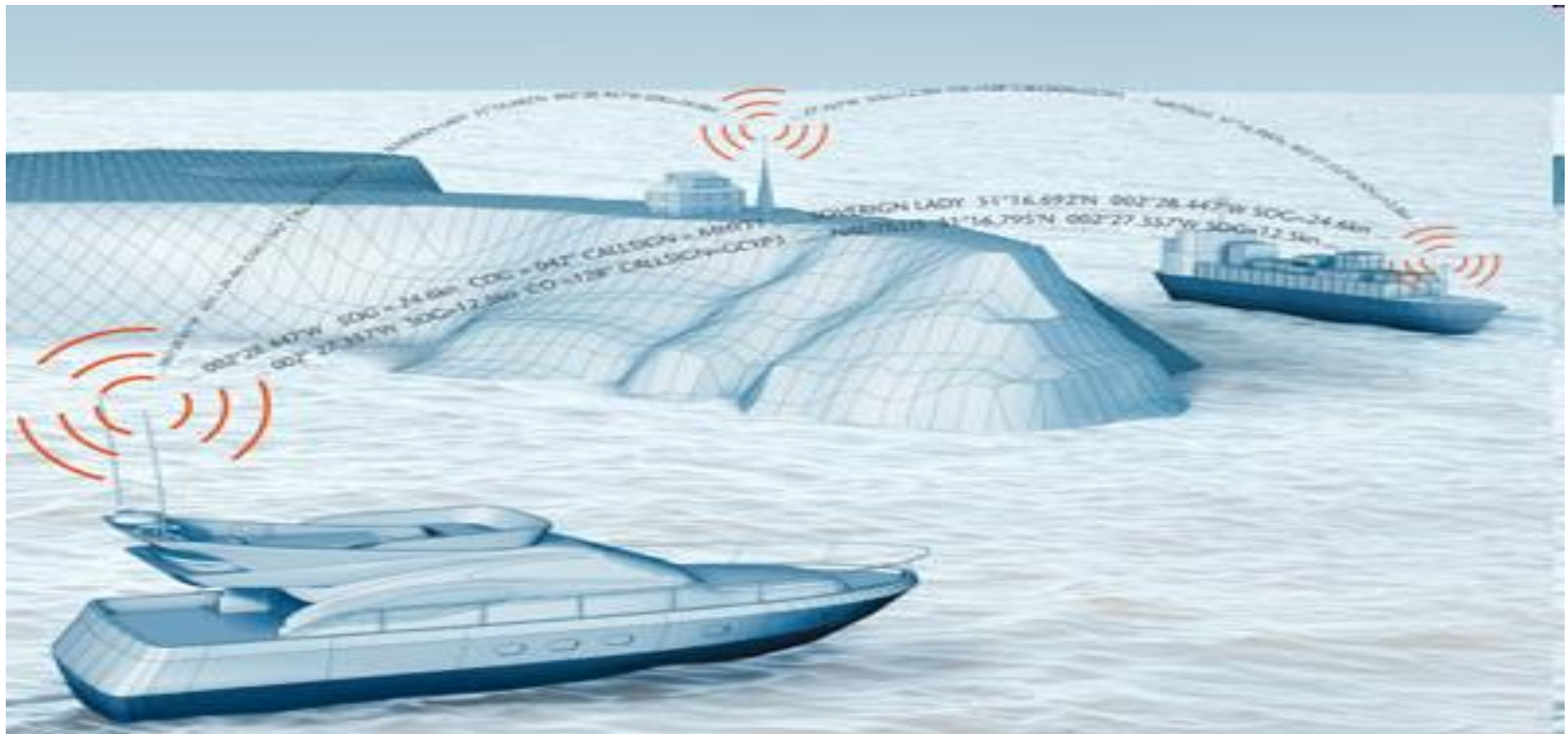
AIS süsteem töötab VHF baasil



AIS



AIS panus



AIS

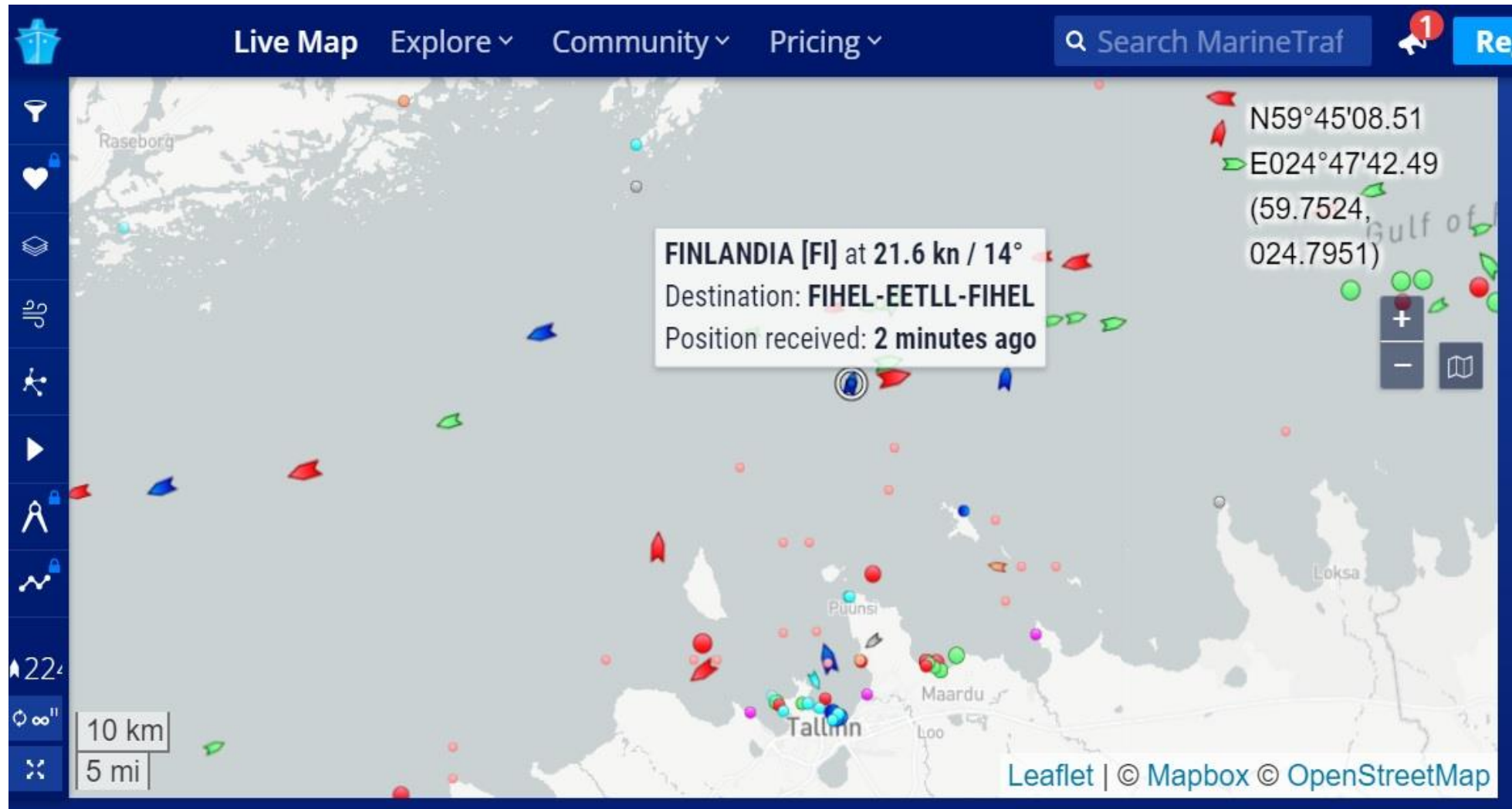
A-klassi seade: nõutud üle 300 GT (12W)

B-klassi seade: mitte – SOLAS laevadele (2W)





Marinetraffic






Marinetraffic

Live Map Explore ▾ Community ▾ Pricing ▾ Search MarineTraff 1 Re

FINLANDIA
Ro-Ro/Passenger Ship

EE TLL FI HEL

ATD: 2022-01-24 18:39
ETA: 2022-01-24 21:00



PAST TRACK

USE ROUTE TOOL

Add to Fleet **Vessel Details**

Status: **Underway Using Engine** Speed/Course: **21.9kn / 14°** Draught: **7m**

Received: 2 minutes ago

N59°32'14.01
E025°13'14.51
(59.5372, 025.2207)

Leaflet | © Mapbox © OpenStreetMap

Elektroonilised navigatsiooniseadmed





PÄRNU JAHTKLUBI
— AASTAST 1906 —

Väikelaevajuhtide kursus
Pärnu Jahtklubi