



## Papirsøkort og elektroniske medier

Det Kongelige Søkort-Arkiv blev oprettet i 1784 for at kunne udarbejde søkort og toningstegninger over de danske farvande til brug for orlogsflåden. Altså nøjagtig 100 år efter at Dragør Lodseri blev oprettet. Den første direktør var kaptajnløjtnant Poul de Løwenørn, der selv ledede søopmålingen.

I 1790 købte Søkortarkivet monopolen på at fremstille søkort over de danske sunde og bæltter af navigationsdirektør Andreas Lous. I 1873 fik Søkortarkivet domicil i den bygning ved Kastellet i København, der ses ovenfor, og i 1973 indgik Det Kongelige Søkort-Arkiv i Farvandsvæsenet.

Fremstilling af søkort og lodshåndbøger blev fra 1987 varetaget af Kort & Matrikelstyrelsen, indtil Geodatastyrelsen overtog opgaven i 2013. Geodatastyrelsen er en del af Klima-, Energi-, Forsyningsministeriet med ansvar for søopmåling, søkortlægning og oplysninger om de danske farvande.

Geodatastyrelsen udarbejder opdaterede trykte og elektroniske søkort over de danske og grønlandske farvande. Søkortene kan købes hos Geodatastyrelsens forhandlere. De fleste af de over 100 håndtegnede søkort, som Danmarks berømte søkortdirektør Jens Sørensen tegnede, opbevares hos Geodatastyrelsen, Det Kongelige Bibliotek og Rigsarkivet, hvor hans arkivalier også opbevares.

Rigsarkivet, Det Kongelige Bibliotek og Geodatastyrelsen har lagt en del af deres historiske søkort ud på internettet. Nutidens myndigheder for sejladsinformation, lodsning og søkort over farvande i Danmark, Grønland og Færøerne er omtalt i menuen "Myndigheder og lodserier"





*Fotografiet viser en rekonstruktion af den milevogn - en tohjulet gig - som Danmarks mest berømte søkorttegner, Jens Sørensens (1646-1723), byggede i 1692. Mileværket er konstrueret efter samme tandhjulsprincip som i et urværk. Og med milevognen kunne han tegne præcise landkort.*

I dag finder laserstråler, luftfotografering, satellitter, radar og gps vej for os til lands, til vands og i luften. Vores forfædre kunne kun støtte sig til landkort og søkort opmålt med primitive redskaber.

De første danske søkort opstod i anden halvdel af 1600-tallet. Havdybderne blev opmålt med et blylod, der blev sænket ned til havbunden, kaldet lodskud. Havets afstande blev målt med kompas og log. Desuden blev der udarbejdet toningstegninger, dvs. kystens landkendinger i form af kirker, huse, landsbyer, møller, træer mv. samt sømærker på land. I 1700-tallet blev der opmålt landstrækninger og tilfrosne farvande ved at tælle skridt, senere med liner i form af lange målebånd eller ved hjælp af håndtrukne og hestetrukne målevogne - de såkaldte milevogne.

Milevognen fulgte med på skibet, hvis Jens Sørensens også skulle opmåle landjorden. Når vognhjulet havde kørt to omgange, svarende til 60 alen, slog en hammer på den klokke, der ses under sædet ved det højre hjul. Ved at tælle alle klokkeslag og registrere alle ændringer af kørselsretningen på en kortskitse ved hjælp af et kompas, kunne han tegne de berømte smukke farvelagte landkort.



Jens Sørensens landkort og søkort var så betydningsfulde, at de aldrig blev trykt, fordi man frygtede, de kunne falde i fjendens hænder. Men hans møjsommelige landopmålinger og smukt tegnede søkort resulterede i, at kong Christian V, støttet af admiral Niels Juel, udnævnte Jens Sørensens til søkortdirektør i 1689 og lovede at betale udgifterne til udarbejdelsen. Det økonomiske tilsagn, der rakte mange år frem, svigtede kongen dog senere. Men Jens Sørensens bestred stillingen som søkortdirektør til sin død i 1723.

*Kortet til venstre viser et af hans kort over Sjælland og Fyn samt de omliggende farvande.*



*Danmarks Lodsmuseum har et kortrum, der ses på fotoet ovenfor. I korrummet kan man se alle de trykte søkort, Dragør Lodseris lodser anvendte, når de skulle lodse skibe til andre landes havne i Østersøen. For da lodseriet blev overtaget af statens lodseri i 1984, Sundet Lodseri, var computere og elektroniske søkort ikke naturlige redskaber i søfartens og lodsningens verden.*

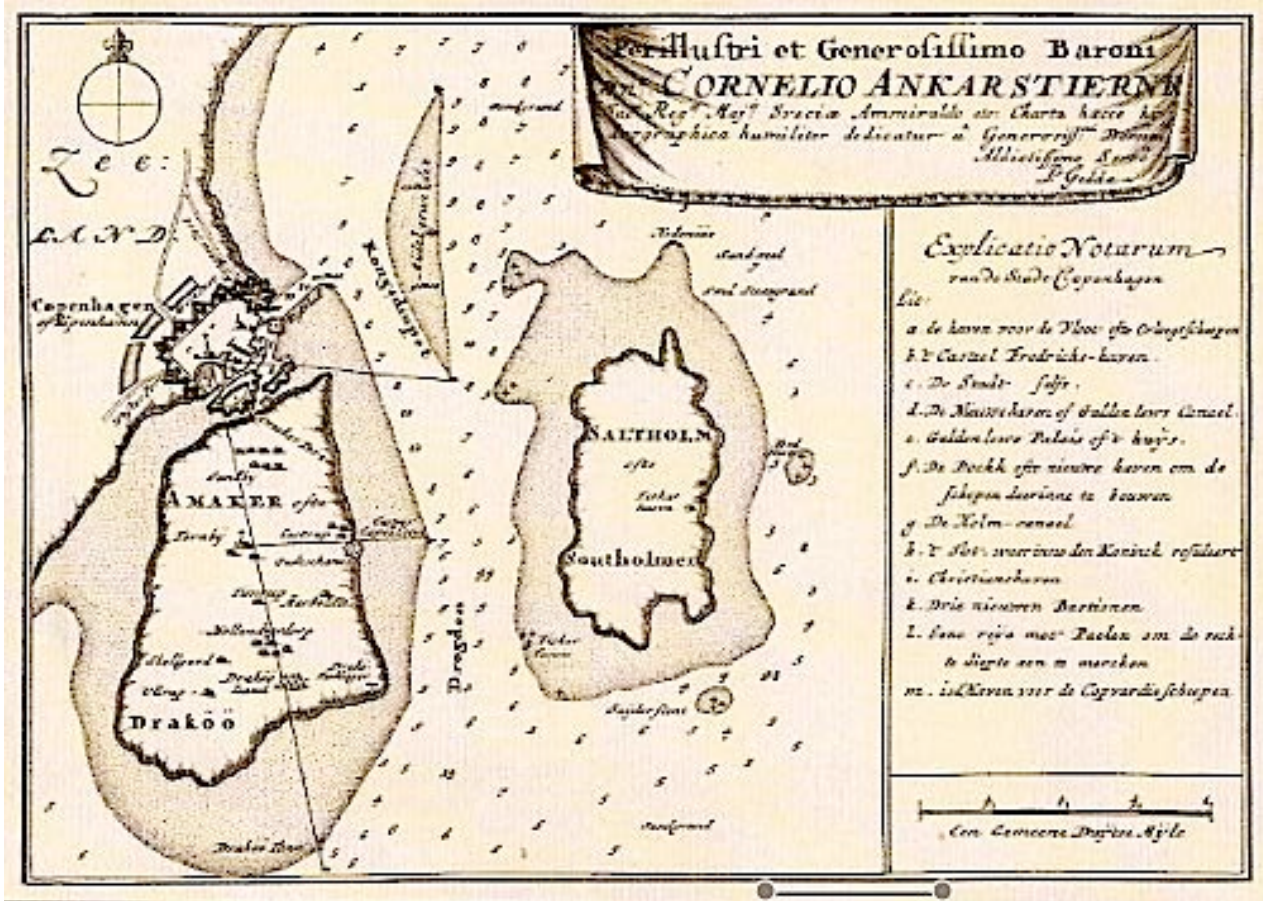
Jens Sørensen blev født i Blekinge i 1646, og han sejlede fra barndommen og senere som skibsfører på faderens købmandsskibe. Han blev uddannet som købmand i Sölvesborg. Men det var datidens dårlige søkort, der grundlagde interessen for søkort. Han fik ikke en formel opmålingsuddannelse. Men det blev opvejet af hans omhyggeligt detaljerede opmålinger og kunstneriske tegneevner.

Jens Sørensen sendte i 1684 sit første håndtegnede søkort over Blekinges skærgård til kong Christian V. Og i 1689 overdrog Christian V det officielle hverv at tegne nye og bedre søkort over de danske farvande til brug for flåden til Jens Sørensen. Han var i 1679 flyttet til København efter at virksomheden i Sölvesborg havde lidt store tab under Skånske Krig. Og Jens Sørensen nåede fra 1690 til 1703 at optegne alle danske farvande og en del af den norske kyst. For han var hurtig, selv om kortene var meget nøjagtige. Han brugte fx kun to dage til at kortlægge Amager.

Jens Sørensen døde i 1723 og blev bisat i Holmens kirkes kapel, hvor et epitafium (mindesmærke) blev opsat ved kapellet med overskriften Memento Mori. Epitafiet kan i dag anses som et vidne om dansk maritim kulturarv og Jens Sørensens søkortbetydning for kongens orlogsflåde.

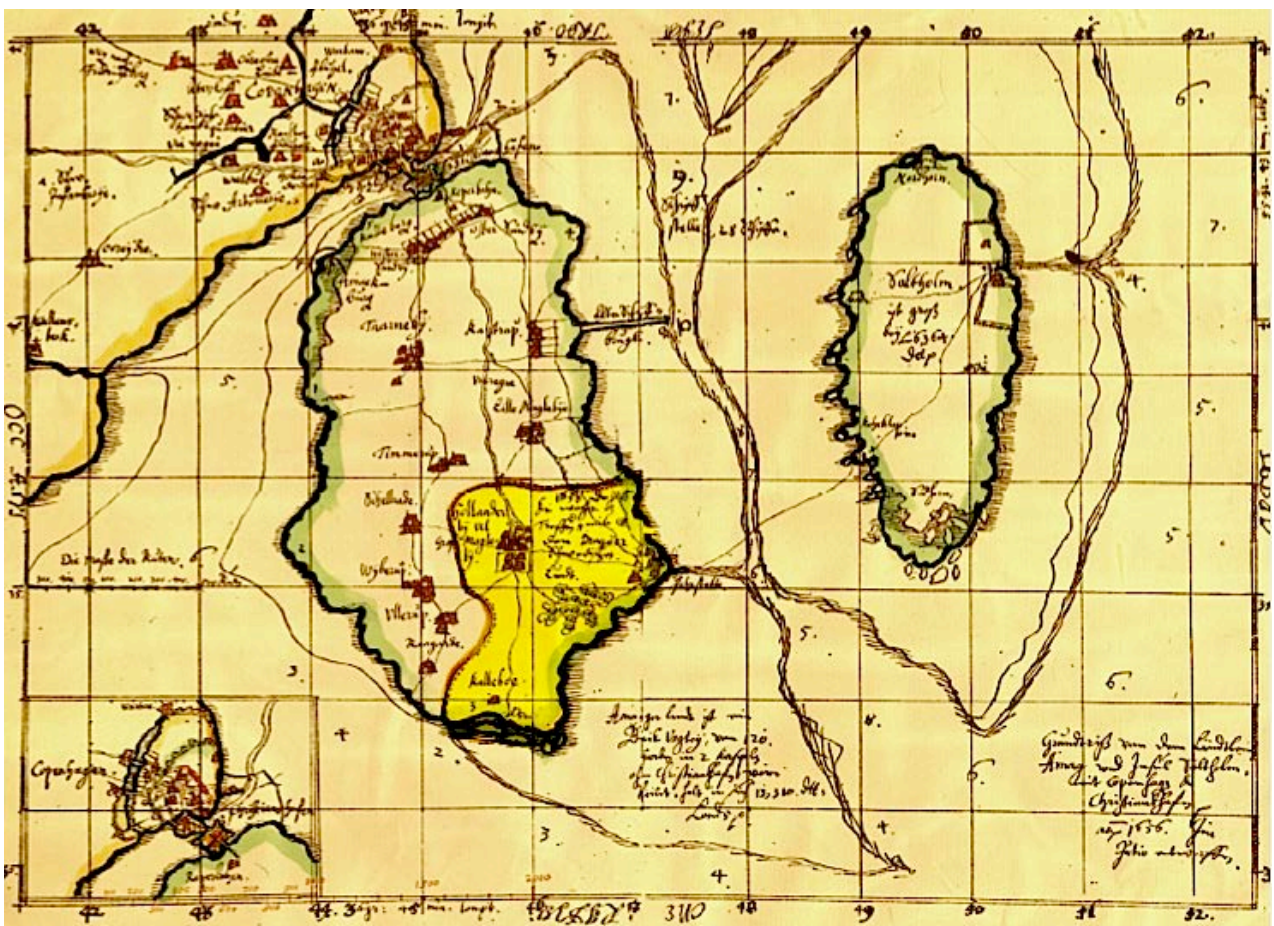
Kort- og Matrikelstyrelsen har udarbejdet et Danmarkskort, hvor landets konturer er vist med 2 farver, sort og rød, så man kan se, at hans primitive opmålinger med blylod, kompas og målevogn ikke afviger bemærkelsesværdigt fra de danmarkskort, der er opmålt med nutidens avancerede metoder.





Orlogsflåderne havde brug for søkort. Her ses forskellene mellem et svensk og et dansk søkort.

Søkortet ovenfor er udarbejdet i 1695 til den svenske flåde af Cornelio Ankarstjerne (1655-1714). Han var friherre og baron samt admiral for Sveriges orlogsflåde og ejede borgen Knutstorp i Skåne. Søkortet nedenfor er udarbejdet i 1656 af kartograf Johannes Mejer (1606-1674), der især er kendt for de fine topografiske kort og matrikelkort af Sønderjyllands marskegne. Johannes Mejer blev kongelig matematiker i 1647 og kortlagde bl.a. Jylland i årene 1654-1655 og Skåne i 1655-1658. Der er 39 år mellem de to søkort, og søkort havde stor betydning for den danske og svenske flåde. Forskellene viser, at det nok var bedst at stole på et dansk søkort eller en dansk lods.

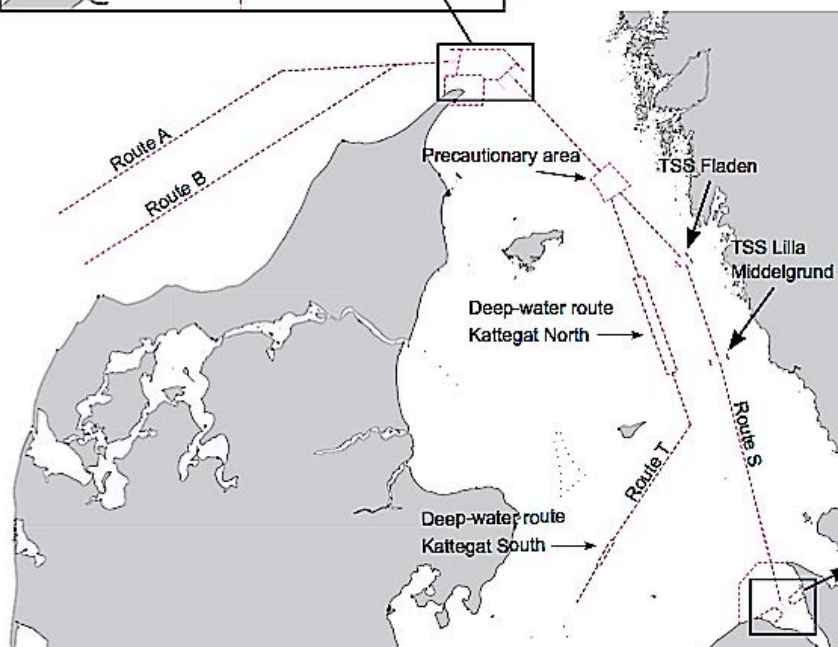
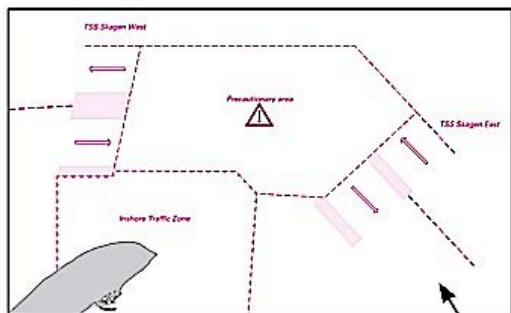




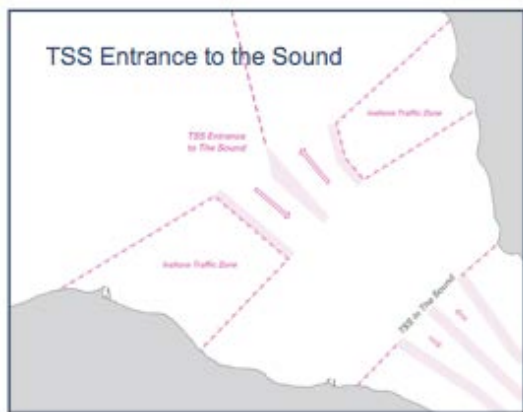
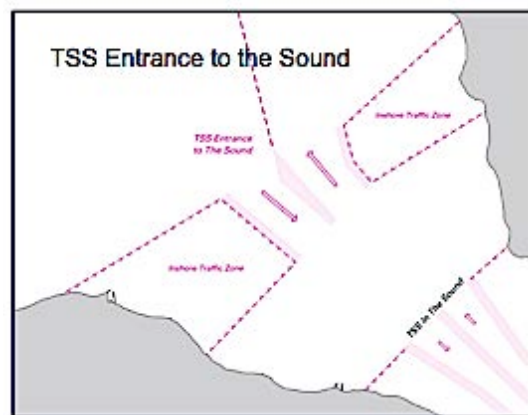
Skibsfartens udvikling har betydet, at de skibe, der i dag sejler gennem farvandene er større, end ruterne blev lavet til. Omkring 70.000 skibe sejler årligt gennem Kattegat, hvor hovedparten er skibe med stor dybgang, der sejler til og fra Østersøen. De kan ikke navigere med papirsøkort.

Danmarks Lodsmuseumsforening har derfor bedt lods Ivar Svane om at beskrive, hvordan navigation og lodsning sker i Danmark i nutidens elektroniske tidsalder - 20 år efter årtusindskiftet:

“Den hidtidige skibsroute i Kattegat blev etableret efter midten af 1900-tallet. I dag bygges skibe meget større, og dybtgående tankskibe sejler gennem fastlagte ruter. Der har derfor været et behov for at udvide de eksisterende skibsru-  
ter, så trafikken bedre kan holdes adskilt og placeres efter de største vanddybder. Hertil kom, at den stigende skibstrafik i Kattegat og Storebælt med stadig større skibe medførte risici for ulykker og risici for olie- og kemikaliefurening i de danske farvande.



*Her ses de nye sejlruter i Skagerrak og Kattegat, der trådte i kraft i 1. juli 2020.*



Problemerne blev understreget af, at fra 1997 til 2005 gik 47 skibe, især store skibe, på grund i Danmark. I oktober 2001 og i juni 2002 skete der 11 grundstødninger og en kollision, især ved Hatter, hvor den store gennemsejlningsrute, T-ruten, går gennem Kattegat. Rute T slår et knæk ved Hatter Barn og Hatter Rev, men trods tydelige afmærkninger har passagen voldt store problemer for mange navigatører gennem årene. Ulykkerne har betydet, at langt flere skibe benytter DanPilot. For mere end 95% af de skibe, som er omfattet af IMO's anbefalinger, benytter nu lods i Storebælt.

Hatter Barn er en 5 km lang øst-vestlig sandryg øst for Samsø. Her ligger et stort flak i 2-5 m dybde, som er markeret med et fyr i det sydøstlige hjørne. Syd for ligger Hatter Rev, der har et fyr ved det nordvestlige hjørne. Hatter Barn og Hatter Rev ligger på hver sin side af T-ruten, der mellem Samsø Østerflak og Sejerør fører gennem de komplicerede grunde og forbinder Kattegat med den dybe rende i Storebælt. Farvandet er et af de farlige steder i T-ruten for store skibe. Derfor er der nu kommet bedre afmærkning i Hatter-området.



*Fotoet viser et grundstødt skib, Ekturus, der stødte på grund ved Hatter Barn i 2003, og som måtte lattes for gasolie til et andet skib, før Ekturus kunne trækkes fri. Foto: Ivan Svane*

Ulykkerne har medført skærpet meldepligt for fartøjer over 300 bruttoton, styrket anvendelse af AIS, etableret samkøring af AIS og kystradar samt en udbygning af Maritime Assistance Service (MAS), der er omtalt i menuen om DanPilot. Og afmærkningen i Hatter-området er forbedret. Søfartsstyrelsen har derfor i samarbejde med Transportstyrelsen i Sverige og søkortmyndighederne i begge lande udarbejdet de nye skibruter i Skagerrak og Kattegat, der er omtalt på forrige side.

I det nye skibrutesystem er på nogle strækninger indført krav om ensretning af sejladsen i såkaldte trafiksepareringssystemer. På denne måde holdes modgående trafik adskilt og kan dermed bidrage til at forebygge skibskollisioner.

De nye skibruter trådte i kraft 1. juli 2020. De detaljerede og officielle oplysninger er blevet offentliggjort i Efterretninger for Søfarende og i de officielle søkort af Geodatastyrelsen.

### **Lodsernes hjælpemidler når de lodser**

Små lodserier har ikke de ressourcer, der er nødvendige for at sikre de store værdier, som ikke blot de store tankskibe og containerskibe sejler med, men også mindre skibe. Samtidig skal havet og kysterne beskyttes mod forureningsulykker.

### **Papirsøkort og elektroniske søkort**

Lodser arbejder som udgangspunkt ikke med papirsøkort mere. Dog skal nævnes, at nye lodsaspiranter altid får udleveret papirsøkort. De skal stadig lære at arbejde med disse og bliver faktisk også eksamineret i papirsøkortene.

De elektroniske søkort har DanPilot i en stor lodssimulator i Svendborg, og lodsen har adgang til lodssimulatoren i sin bærbare iPad - PPU (Portable Pilot Unit - en navigationssoftware).

En PPU er noget i retning af en ECDIS, som skibene har, men alligevel ikke helt det samme - en komprimeret udgave af ECDIS kan man sige - men den indeholder kun de helt nødvendige oplysninger for lodsning.

Lodsens elektroniske søkort har mange fordele. En væsentlig fordel er, at rettelserne til søkortene kommer til alle de kort, som den enkelte lods har i sit PPU-system en gang hver uge. Det kræver blot en netforbindelse og ind på selve softwaren, så bliver alle kort automatisk opdateret.

### Port server

Når en lods tilslutter sit system på et skib på en given lodsning har DanPilot en Port server i simulatoren, som lagrer alle sejlads. Og disse kan genskabes, hvis behovet for fx at kontrollere opstår.

### GPS positioner

Mode	CAT I and CAT XT	CAT II	CAT III and CAT MAX
RTK			1-2 cm.
FRTK			20 cm.
DGPS	50 cm.	40 cm.	40 cm.
SBAS	70 cm.	60 cm.	60 cm.
GPS	150 cm.	150 cm.	120 cm.
AIS	Based on vessel instrumentation.		
EST	Estimated.		
iPad	Using the internal GPS of the iPad.		
INV	Invalid position data.		
N/A	No data received.		

Normale GPS modtagere arbejder med nøjagtigheder på 3-5 meter. Man kan modtage bedre, hvis man har GPS modtagere, der kan modtage DGPS signaler.

I Danmark har vi nogle af disse stationære stationer, der udsender disse rettelssignaler til GPS modtagerne (det bliver så DGPS), således at nøjagtigheden kommer ned på 1-2 meter. Man kan også have endnu bedre udstyr, som benytter sig af de stationære kommunikationssatellitter ved ækvator - ofte kaldet SBAS signaler.

Man kan modtage disse, kommer man ned på nøjagtigheder på 40-50 cm og 1-2 cm i RTK.

Hvis man vil endnu længere ned med nøjagtigheden skal man benytte "lokale" RTK stationer (der faktisk også findes som satellitmulighed). Dernæst kan man i Danmark og i andre lande få adgang til disse via firmaer, som udbyder dem. Det er især landmålere og ingeniørfirmaer, der benytter disse. Man kan ligeledes have "sin egen" RTK station.

DanPilot har kørt nogle testprojekter, hvor ovennævnte nøjagtighed kræves og har derfor investeret i en RTK station. Signalerne udsendes via mobil/sim. Den kommende nye generation af GPS - det europæiske Galleio - vil i disse år være i stand til at udsende GPS signaler uden rettelser med nøjagtighed på 20-30 cm. Og det kommende SG vil givetvis komme med andre spændende løsninger og forbedringer.

**Hvad bruger DanPilot så de nøjagtige GPS signaler til?**

Der stilles i dag store krav til dokumentation og risikostyring. Skibene er blevet større og stikker dybere. Havnene vil gerne have skibene ind eller ud med max. dybgang. Skibene/rederne har politikker for, hvad afstanden fra kølen til havbunden skal være under forskellige situationer - havn, snævert område og i rum sø.

Den nævnte afstand er den statiske afstand - noget andet er, når skibet gør fart gennem vandet, og skibet bevæger sig, for da vil skibet samt vandoverfladen rundt om skibet gøre, at skibet "stikker dybere" - op til 2 meter kan sagtens forekomme. Det kaldes squat - denne aftager med farten.

Den nævnte afstand er den statiske afstand - noget andet er, når skibet gør fart gennem vandet, og skibet bevæger sig, for da vil skibet samt vandoverfladen rundt om skibet gøre, at skibet "stikker dybere" - op til 2 meter kan sagtens forekomme. Det kaldes squat - denne aftager med farten.

Tidligere brugte man kun GPS signalet til en position i det horisontale niveau - altså en breddegrad og en længdegrad for skibets position. Ligesom man i dag i andre brancher i dag bruger højdemåling ved hjælp af GPS signaler til mange opgaver, er den maritime branche også så småt begyndt at gå denne vej. DanPilot har således et projekt kørende, hvor man placerer 4 sensorer (kun på store skibe). Disse samkøres til en Software/Tablet, hvor softwaren kan behandle disse signaler. Sensorerne modtager GPS signaler og får rettelser fra den lokale RTK station, så både position og højdemåling er på få centimeter. På næste side er vist en tegning af systemet.

Alle disse data samkøres, så skibes sejlads gennem et bestemt område kan følges nøje og dokumenteres. Det nye er at få kontinuerligt UKC (mindste på et givet punkt af skibes kontur) samt efterfølgende generere en rapport/dokumentation. UKC = afstanden fra skibets køl til havbunden. Havbundens data er ligeledes indlagt i systemet. Dybde data af denne art er ligeledes indlagt i systemet. Dybde data af denne art er ikke de almindelige dybdekurver med 3D grid af havbunden.

Det skal dog nævnes, at under en lodsning anvender lodsens ud over sit eget udstyr naturligvis også det udstyr, skibet har til rådighed såsom radar og ECDIS etc.

### **DanPilots bærbare navigationsudstyr - til transitlodsning og havnelodsning**

DanPilots transitlodser har det softwareindhold, som skal bruges til lodsning fra Nordsøen til Østersøen. Lodsens bærbare pc kobles op på skibets Pilot plug og wififorbindelse mellem sensorenheden og lodsens PPU, der ligger i den bærbare pc. Alle skibets sejladsdata ligger derfor i systemet, og lodsens kan sejle på dette - men selvfølgelig sammen med alle de instrumenter, et skib har.

Så kan man spørge, hvorfor lodsens har en pc med et PPU system. Det skyldes, at skibe har meget forskelligt udstyr og mange forskellige fabrikater. Dernæst er det, eller kan være svært at vide, om de bagvedliggende indstillinger og instrumenter er forsynet med data og kilder. Og der er ofte rigtig mange features på skibenes udstyr, som ikke skal bruges, men fylder meget og gør til tider overblikket lidt vanskeligt. At kun have det allermest anvendelige i de konkrete situationer, lodsens står i på alle de forskellige skibe, lodsens skal kunne lodse, er det derfor et stort plus at have eget udstyr, som basalt kan det samme - og på nogle parametre meget mere.

Det er for udviklet til at beskrive et system, der ligger i en stor lodssimulator til adskillige millioner kroner, der er udviklet i et samarbejde mellem DanPilot og Force Technology i Valby. Men nogle få ord og eksempler kan illustrere simulatorens værdi som navigeringsinstrument til lodsning.

PPU'en kan både anvendes til transitlodsning, havnelodsning og lodsning i danske farvande.

**Transitlodsning.** Den bærbare PPU indeholder meget software om transitlodsning, som kobles op på skibets Pilot plug og wifi forbindelse mellem sensorenheden og lodsens PPU. Alle skibets sejladsdata ligger i systemet og lodsens kan sejle på dette - selvfølgelig sammen med de instrumenter, skibet har på kommandobroen.

Men hvorfor har DanPilot investeret i systemet, og hvorfor har lodsens en PPU? Det skyldes bl.a., at skibene har meget forskelligt udstyr. Dernæst at det fx kan være svært at vide noget om skibets bagvedliggende indstillinger, og hvordan instrumenterne er forsynet med data og kilder.

Der er ligeledes ofte rigtig mange features på skibenes udstyr, som ikke lige skal bruges, men fylder og gør til tider overblikket lidt vanskeligt. At kun have det allermest anvendelige i de konkrete situ-

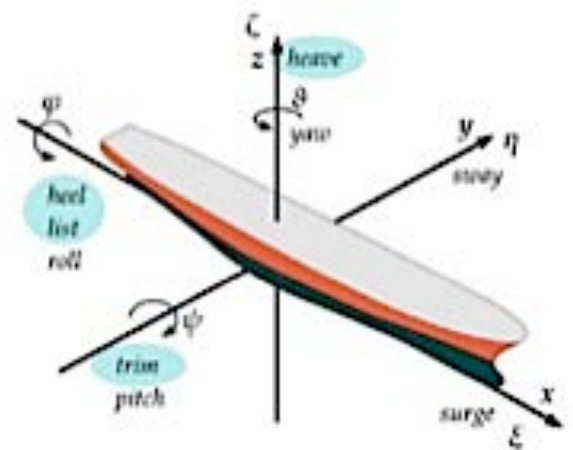


ationer, lodsens skal anvende udstyret, er det derfor et stort plus med eget udstyr, som basalt kan det samme og på nogle parametre - og for nogle skibe meget mere.

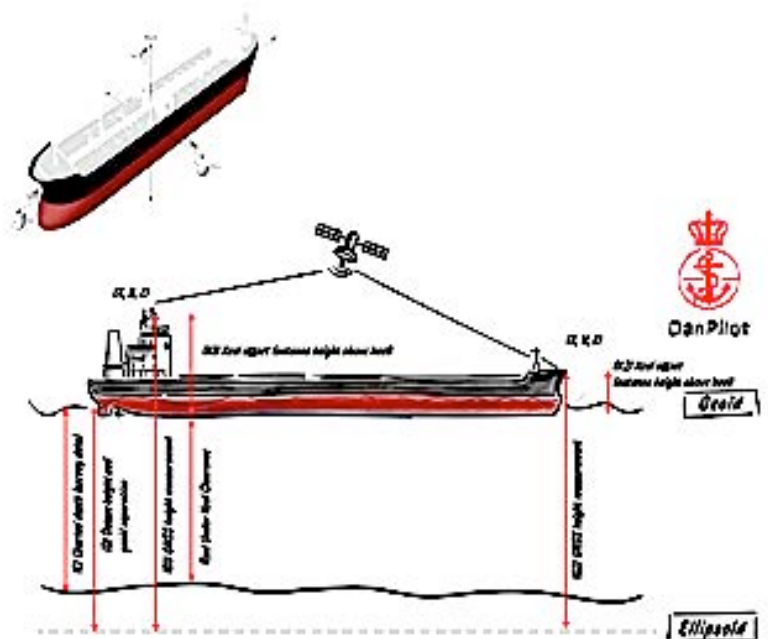
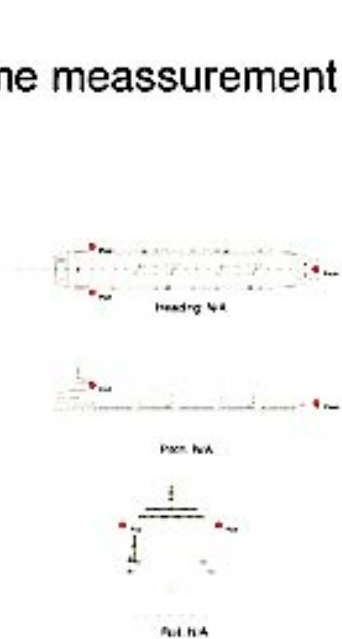
**Havnelodsning.** Til PPU'en hører 3 sensorer, som op-sættes på skibet og er uafhængigt af skibets udstyr. De 3 sensorer genererer selv heading, pos, rot, heave, roll, pitch og fart, som lodsens kan følge på PPU'en.

Rot = Rate of turn, dvs. skibets drejhastighed i grader per minut. Heave, pitch and roll indebærer, at skibet kan bevæge sig i 3 x 2 = dvs. alle retninger.

For krænger skibet til den ene side, formindskes skibets afstand mellem skibsbunden og havbunden. Det har betydning for en lods at vide, når der lodsens i en havn.



## Real time measurement



I 2020 er taget et udstyr i brug, som kan anvendes til at kunne bestemme RUKC, dvs. real time under dearance. Illustrationen viser de forskellige elementer.

Billedet illustrerer, hvad der skal indtastes. For systemet skal vide, hvor sensorerne placeres på skibet og skal have afstande fra køl og havbund til det punkt, hvor sensorerne er placeret.

Forecastmodellen (softwaren) er udviklet af DHI i Danmark.

# Case of M/T "Korolev Prospect"

Eta Kalundborg (Røsnæs) 16/11/2019 kl. 1350

RØSNÆS FYR – prognose

Temperatur: 8,3°C

Luftfugtighed: 100 %

Lufttryk: 1001,8 hPa

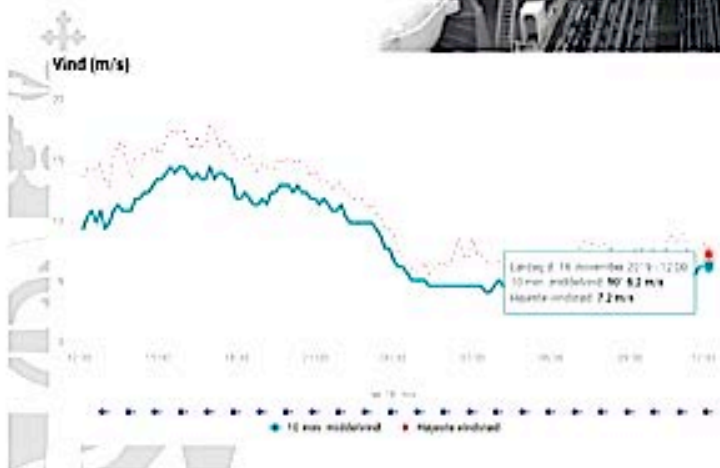
Middelvind: 90° 5,9 m/s

Vindstød: 7,2 m/s (østlig) (vandet falder ved vind fra øst...)

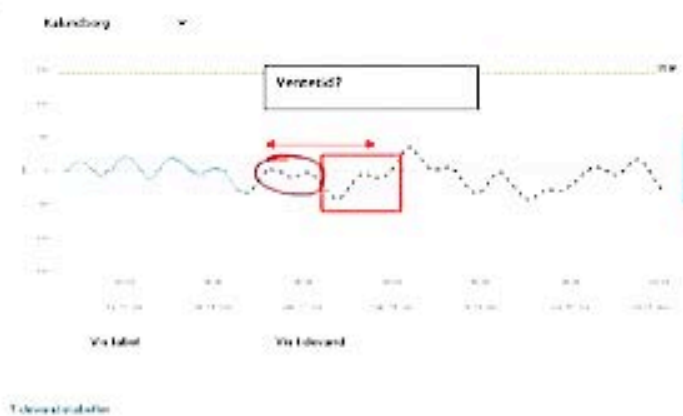
Nedbør (sidste 10 minutter): 0,0 mm



M/T "Korolev Prospect" based for Equinox, Kalundborg	
DVD	9026902
Gross Tonnage	64909
DeeVægt	113232 t
Length Overall x Breadth Extreme	248,99m x 44,04m
Draft for	14,1m
Draft after	14,1m
Draft mid	14,2m (Sagging)

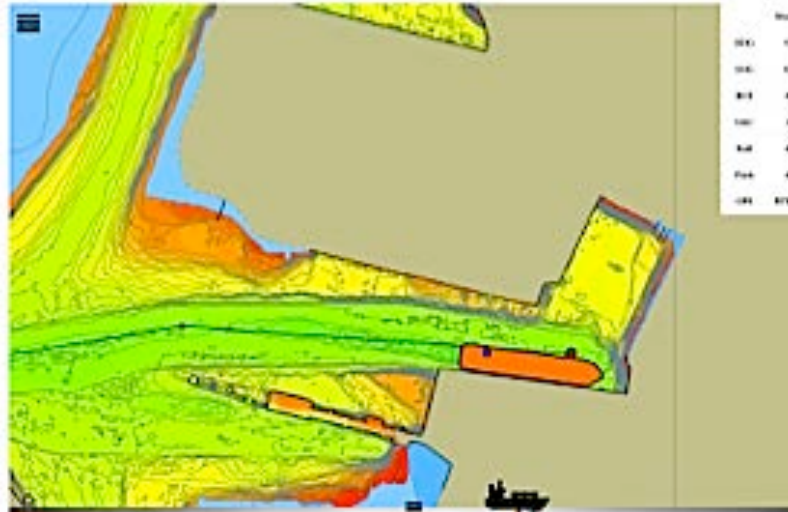
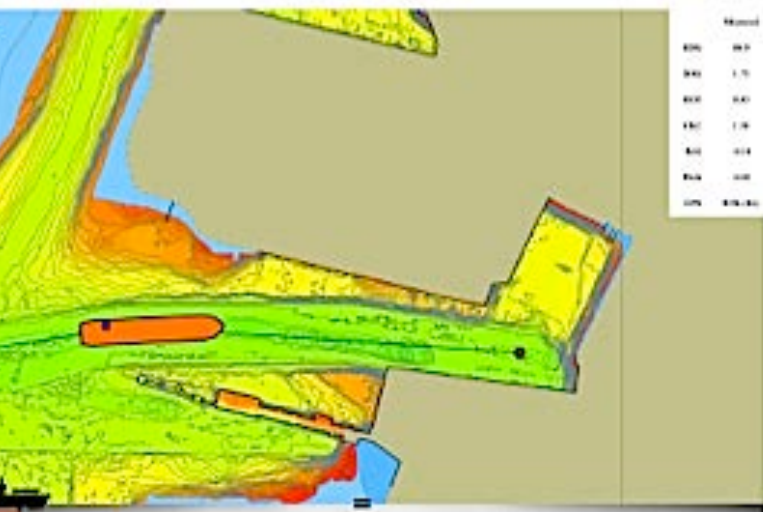


Vandstand for målestationer i Danmark. Bemærk, at de automatiske prognoser kan afvige fra DMI's eksperimenterede vandstand. Få mere information om grafiken. [Læs mere](#)



Ovenfor er vist, hvordan målingerne er foretaget på en sejlads i Storebælt. Selve målingerne sker ved, at man sammenholder prognosen med selve målingerne og får løbende mindste ukc. Det hele sker automatisk. Og efterfølgende kan hele sejladsen dokumenteres.

Nedenfor ses lodsens PPU layout af Real time Measurement under sejladsen.

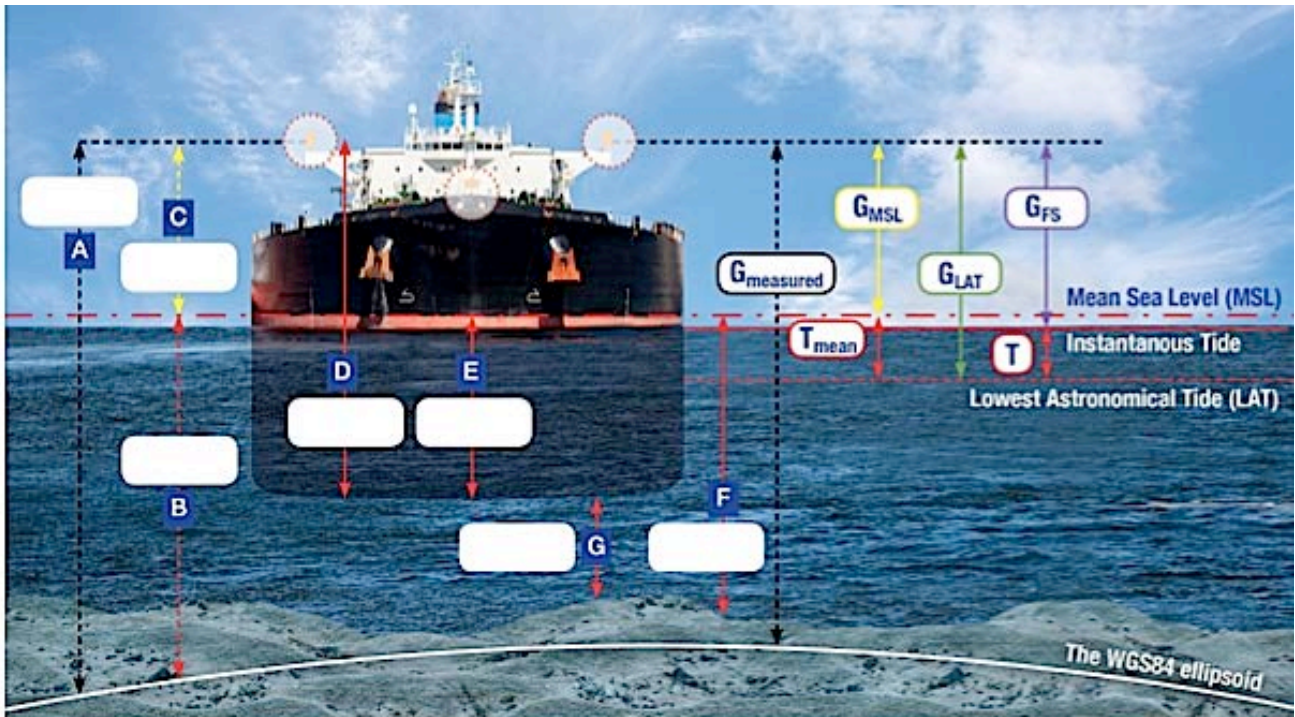


På fotoet til venstre ses masten på DanPilots RTK station i Kalundborg Lodsstation. Den udsender korrektionssignaler til lodsens udstyr på skibet.

Systemet indebærer, at både positionsnøjagtigheden og højdemålingen har nøjagtigheder på få cm i forhold til 3-5 meter ved almindelige GPS signaler.



Nedenfor illustreres, hvordan RUKC systemets målepunkter er på et skib.



- A. Ellipsoid Height (GPS altitude).
  - B. Geoid Height / Undulation (Geoid/MSL to Ellipsoid).
  - C. Distance from Geoid to Antenna.
  - D. GPS Antenna Offset (Antenna to keel).
  - E. Geoid to Keel.
  - F. Bathymetric Depth (from S-102 bathymetry).
  - G. RUKC = F - E (final distance from keel to seafloor).
- Dynamic Draft = draft caused by roll and pitch of vessel (not depicted).

$$\mathbf{RUKC} = F - (A - B - D - \text{Dynamic Draft})$$

### Example

- A. Ellipsoid Height (m) = **40.94**
  - B. Geoid Height / Undulation (m) = **38.04**
  - C. Distance from Geoid to Antenna (40.94 - 38.04) = **2.9m**
  - D. GPS Antenna Offset (m) = **5.30m** (Antenna to keel)
  - Dynamic Draft (m) = **0.30** (calculated from vessel dim. and pitch/roll)
  - E. Geoid to Keel (m) = **-2.70** (C - D - Dynamic Draft = 2.9m - 5.30m - 0.3m = **-2.7m**)
  - F. Bathymetric Depth (m) = **-15.61** (from S-102 bathymetry)
  - G. RUKC = F - E => -15.61 - (-2.7) = **-12.91** (final distance from keel to seafloor)
- $$\mathbf{RUKC} = F - (A - B - D - \text{Dynamic Draft})$$
- $$\mathbf{RUKC} = -15.61 - (40.94 - 38.04 - 5.30 - 0.30)$$
- $$\mathbf{RUKC (m) = -12.91}$$

Real-Time Kinematic (RTK)





*Havnelodserne har tillige et modul i deres software om "docking", som bl.a. indebærer, at de kan gå langs en kaj eller gå til en kaj. Her ses PPU'en i brug til at gå til kaj i Kalundborg Havn.*

Lodserne har ligeledes adgang til AIS kort. Men det bruges mest af DanPilots disponeeringspersonale i Svendborg.

De bruger det til at checke skibenes ETA, dvs. skibets ankomsttidspunkt.



*På billedet ovenfor ses DanPilots lodsbaad Alfa og og dets 300 timers sejlads tilbage i tid. Oplysningerne bruges til at fastlægge lodsbaadens afgangstid til skibenes forskellige positioner.*





*Nogle trodser alle farer. Men udsigten til at se små både fra store skibe må ikke undervurderes. Der er en fejl i teksten til den nederste illustration. Der er tale om skibslængder - ikke bådlængder.*



**UDSIGT FRA SKIBSBROEN**  
 Grafikken viser, at det blinde område foran stævnen på et stort skib kan strække sig mange hundrede meter ud på vandet.

